

Optimisation de l'amorti d'une chaussure de sport

J'ai décidé de choisir ce sujet car pratiquant l'athlétisme depuis l'âge de 6 ans, j'ai souhaité comprendre comment l'amorti de la semelle permettait d'absorber l'onde de choc émise par notre pied lors de l'impact avec le sol.

De nos jours, l'offre des chaussures de sport et donc des amortis proposés augmente. Leur but est de compenser la force exercée sur le sol par le coureur en absorbant l'énergie produite pour prévenir les blessures fréquentes chez les coureurs. Il s'agira de choisir le meilleur amorti selon le coureur.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique de la Matière), PHYSIQUE (Mécanique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Amorti</i>	<i>Drop shot</i>
<i>Choc</i>	<i>Collision</i>
<i>Energie absorbée</i>	<i>Energy absorbed</i>
<i>Matériaux</i>	<i>Materials</i>
<i>Modélisation</i>	<i>Modelling</i>

Bibliographie commentée

Les **chaussures de sport** sont de plus en plus sophistiquées. La principale performance attendue de ces dernières est l'amortissement des chocs dus à l'impact du coureur sur le sol.

Il exerce une force de compression sur le sol. L'objectif de **l'amorti** est de compenser cette force en absorbant l'énergie produite afin de prévenir toute blessure. Les caractéristiques intrinsèques de la force dépendent de la manière de courir de la personne. On en distingue principalement deux : la course appui avant puis talon et la course appui talon, la plus répandue, qui sera l'objet principal de notre étude [1].

La **biomécanique** permet de modéliser les mouvements de l'homme afin de prévenir les blessures par l'intermédiaire d'objets auxiliaires, notamment comme les semelles des chaussures. L'amorti des chaussures de sport a pour but de compenser la force exercée par le coureur sur le sol. Cela se traduit par la réduction de l'aire sous la courbe de la force exercée au cours du temps sur le sol c'est-à-dire l'impulsion [2]. Une étude préliminaire de la manière de courir des individus est donc nécessaire. Cela permet de déterminer deux paramètres essentiels de la course d'un individu : l'intensité de la force et son évolution temporelle. Cette étude peut se faire grâce à une **plaque de force** dont l'utilisation est décrite dans [3].

Le pied exerce une force sur le sol, il en résulte un **choc** mécanique duquel découle une déformation

du matériau qui constitue l'amorti. Il existe trois stades de déformations: la déformation élastique (le matériau revient à sa forme initiale après le choc), la déformation plastique (la déformation demeure après le choc) et la rupture (l'effort fait rompre le matériau) [4]. Dans l'étude des amortis, ce sont des déformations élastiques et plastiques qui sont mises en jeu.

Les différentes caractéristiques des matériaux peuvent être examinées grâce à différents tests. Les matériaux sont soumis aux sollicitations du pied lorsqu'il entre en contact avec le sol, il est donc important de tester sa résistance aux chocs. De nombreuses méthodes de tests ont été développées : des tests de traction et de compression. La **résilience** est la capacité d'un matériau à absorber l'énergie d'un choc en se déformant. La méthode de Charpy [4] permet de quantifier l'énergie absorbée lors du choc. La méthode développée par Georges Charpy en 1901 permet d'évaluer la résistance d'un matériau en faisant subir un choc à une éprouvette (avec des caractéristiques prédéfinies) et de déterminer l'énergie absorbée par le matériau grâce à l'angle de rebond d'un pendule.

Aujourd'hui de nombreux matériaux constituent les amortis de nos chaussures. Ils sont présents dans des proportions différentes permettant au constructeur de répondre à un cahier des charges. Les principales propositions des marques de chaussures de sport sont le gel et les mousses.

In fine, l'établissement d'un **modèle mécanique de l'amortissement** de la semelle de la chaussure de sport permet de mieux comprendre les enjeux et le rôle de l'amorti au sein d'une chaussure de course. La modélisation mécanique de l'amortissement [5] permet de mieux cerner les enjeux de l'utilisation d'un amorti dans une chaussure de course. La rigidité du matériau traduit le comportement élastique et réversible de ce dernier en reliant par une étude statique les contraintes aux déformations, elle peut être constante selon la linéarité du matériau. De surcroît, la viscosité du matériau qui traduit le comportement dissipatif en reliant par une étude cinétique les contraintes aux variations de déformations dans le temps.

Problématique retenue

Comment optimiser l'amorti d'une chaussure de sport ?

Objectifs du TIPE

1. Déterminer la force exercée par le coureur lors de son impact avec le sol
2. Comparer les différents matériaux amortisseurs constituant l'amorti d'une chaussure de sport pour déterminer le meilleur selon différents critères
3. Etablir un modèle équivalent mécanique pour modéliser l'amorti

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] LIEBERMAN DANIEL : What We Can Learn About Running from Barefoot Running: An Evolutionary Medical Perspective : *Exerc. Sport Sci. Rev.*, Vol. 40, No. 2, pp. 63-72, 2012

[2] KLEIN PAUL, SOMMERFERLD PETER : Biomécanique des membres inférieurs, Bases et concepts, bassin, membres inférieurs : *ELSEVIER*, pages 407 à 417, ISBN: 978-2-84299-708-3

- [3] M. ESNAULT : Les contraintes exercées sur le pied du coureur de longue distance, d'après l'analyse des tracés enregistrés ; sur la plate-forme de forces : *Ann. Kinésithér.*, 1985, t. 12, n° 1-2, pp. 21-33
- [4] LETOURNEUR MORGAN, LIVNEY MICHEL, FRAGNAUD CEDRIC, CORRAL MANUEL, PASSERON CORENTIN : Étude du comportement à l'impact de matériaux composites par mouton de Charpy : *Mémoire de projet de deuxième année à l'INSA Rouen*
- [5] GOURINAT YVES AND SALEM, AMGAD : L'amortissement dynamique non-destructif au sein des matériaux structuraux : (2001) *Sciences*, vol. 3. pp. 57-65. ISSN 0151-0304

DOT

- [1] *Septembre 2021 : recherches théoriques sur la course à pied, sa modélisation et le rôle de l'amorti dans une chaussure de sport*
- [2] *Octobre 2021: détermination de l'évolution de la force de compression exercée par le coureur dans la phase d'amortissement à l'aide d'une plaque de force*
- [3] *Octobre 2021: étude biomécanique de la course à pied, compréhension du rôle de l'amorti*
- [4] *Novembre 2021: recherche d'un système comparatif des matériaux, étude des méthodes de comparaison existantes*
- [5] *Novembre 2021 à janvier 2022 : construction du "test de Charpy" et amélioration du système*
- [6] *Février 2022 : test des différents matériaux par le "test de Charpy"*
- [7] *Mars à avril 2022 : recherches sur la modélisation mécanique de l'amortissement*