

# Etude de l'amortissement de différents sols et de leur impact sur les articulations des équidés dans le cadre de l'équitation.

La santé des animaux est un sujet qui me tient à coeur, et notamment les affections de la locomotion, qui sont souvent négligées. Il me semblait alors important de trouver un moyen de ne pas user les membres du cheval lors du travail.

Je me suis intéressée dans le cadre de ce TIPE, à la santé des équidés, plus particulièrement les chevaux de sport et à la prévention de futures douleurs articulaires qui pourraient survenir au travail à cause d'un sol non adapté à des efforts fréquents.

## Positionnement thématique (ETAPE 1)

*PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), CHIMIE (Chimie Organique).*

## Positionnement thématique (ETAPE 2)

*PHYSIQUE (Mécanique), CHIMIE (Chimie Inorganique), CHIMIE (Chimie Organique).*

## Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Amortissement</i>	<i>Damping</i>
<i>Tendons et Articulations</i>	<i>Tendons and joints</i>
<i>Oscillateur Harmonique</i>	<i>Harmonic Oscillator</i>
<i>Hydrogel</i>	<i>Hydrogel</i>
<i>Polymères</i>	<i>Polymer</i>

## Bibliographie commentée

Les dégénérescences articulaires chez le cheval sont des maladies fréquentes chez un équidé monté ou travaillant fréquemment. Ces dégénérescences sont caractérisées par la diminution du cartilage osseux et des inflammations aiguës des articulations. Ainsi ces maladies font l'objet de l'attention particulière des vétérinaires et cavaliers professionnels. En effet, les douleurs sont dues à des chocs répétés du membre sur un sol de mauvaise qualité. Ainsi les vétérinaires de Maison-Alfort de l'INRA ont créé le projet *Sequisol* [1] (Sécurité-Equine-Sol). Ce projet a pour but de déterminer l'impact de différents sols sur l'appareil locomoteur équin [2].

Les sols de mauvaise qualité sont à l'origine de la détérioration du membre et de l'articulation. En effet, un sol trop dur tel l'asphalte va avoir lors de la phase d'appui du pied au sol un effet de résonance. L'onde de choc émise endommagera sur le long terme l'articulation par frottements des os entre eux. A l'inverse, un sol trop mou, par exemple un sol argileux ou trop

spongieux, étirera le tendon plus que la limite acceptable et finira par le déchirer [3].

Lors du mouvement, la force du choc lors du poser du membre au sol est transmise du sabot à l'articulation du genou par l'intermédiaire du tendon, qui est relié du muscle responsable du mouvement à l'os de l'articulation [3]. Le tendon est un cordon résistant en structure de fibres de collagène organisées.

Un modèle théorique a été proposé pour trouver la force appliquée au système tendon-articulation. Ce modèle est celui d'un oscillateur harmonique (tendon) relié à une masse dans un élément de fluide visqueux (modélisant le degré de liberté de l'articulation lors du choc). En effet, le tendon est légèrement élastique et peut sous l'effet d'une contrainte s'allonger de 3 % de sa longueur au repos [4].

L'élasticité du tendon est due à sa composition, contenant majoritairement du collagène. Ainsi les scientifiques des matériaux de l'ULCA cherchent à créer un matériau alvéolaire pouvant à l'avenir remplacer des tendons lésés [5], en fabriquant un hydrogel (gel très visqueux) à base de collagène en solution aqueuse. Cet hydrogel serait rendu très résistant pour pouvoir supporter les contraintes appliquées à un tendon et être efficace dans le cas de la pratique d'activité physique régulière et poussée. La synthèse de cet hydrogel se fait d'après la méthode congélation et relargage [6][7] d'une longue chaîne de polymères, ici le collagène en solution aqueuse. Au départ, la solution est très liquide et la chaîne de polymères est insoluble dans l'eau. Au fur à mesure des congélations et des relargages, la chaîne de polymères absorbe l'eau et se durcit, se rapprochant petit à petit du matériau alvéolaire résistant attendu. Ainsi en créant à petite échelle un modèle de tendon, il sera possible d'étudier la contrainte maximale qui peut être supportée et par analogie avec un véritable tendon, de déterminer la résistance des tendons du membre avant d'un équidé.

## **Problématique retenue**

Quelle est l'influence des différents types de sol sur les articulations des équidés ? Quel sol est le plus adapté au travail des chevaux ?

## **Objectifs du TIPE**

Il s'agira de déterminer :

- la force appliquée par le cheval lors du mouvement
- la force subie par l'articulation lors de la phase d'appui au sol du membre
- la contrainte maximale qui peut être supportée par un tendon
- le sol le plus adapté pour le travail des chevaux à l'effort

## **Références bibliographiques (ETAPE 1)**

- [1] VÉTÉRINAIRES DE MAISON-ALFORT DE L'INRA : Les effets biomécaniques des sols sur l'appareil locomoteur du cheval : <https://equipedia.ifce.fr/sante-et-bien-etre-animal/maladies/appareil-locomoteur/effet-biomecanique-des-sols>
- [2] CREVIER-DENOIX N., RAVARY-PLUMIOEN B., EVRARD D. AND POURCELOT P. : Reproducibility of a non-invasive ultrasonic technique of tendon force measurement, determined in vitro in equine superficial digital flexor tendons. : *J. Biomech.*,42, pages 2210-2213.
- [3] CUEVAS, G. : La tendinite chez le cheval : <https://www.classequine.com/fiches-maladies/tendinite-flechisseur-profond-cheval/#:~:text=%20Enfin%2C%20des%20facteurs%20intrins%C3%A8ques%2C%20propres%20au%20cheval%2C,une%20maladie%20cyclique.%20Les%20fibres%20se...%20More%20>
- [4] CREVIER-DENOIX N. : Analyse morphométrique des tendons de chevaux : <https://www.rapport-gratuit.com/modele-geometrique-3d-et-analyse-morphometrique-des-tendons-de-chevaux/>
- [5] SCIENTIFIQUES DES MATÉRIAUX DE L'ULCA : Fabriquer des tendons artificiels permanents à partir d'hydrogels améliorés : <https://genius-science.fr/2021/02/25/les-scientifiques-des-materiaux-montrent-des-moyens-de-fabriquer-des-tendons-artificiels-permanents-a-partir-dhydrogels-ameliores/>
- [6] ELÈVES DE L'ÉCOLE DES MINES : La Chimie de l'hydrogel : <https://sites.google.com/site/recueildeconnaissances/maquette-1-1/hydrogel>
- [7] ENAS M. AHMED : Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. : *Université du Caire Journal of advanced research*  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123213000969#:~:text=Hydrogel-forming%20natural%20polymers%20include%20proteins%20such%20as%20collagen,polymerization%20methods.%20Hydrogel%20product%20sensitive%20to%20environmental%20conditions>

## DOT

- [1] 05/10/2021: Idée du sujet et recherches à ce propos
- [2] 24/12/2021: Mesure de l'accélération de l'équidé
- [3] 12/01/2022: Analyse des mesures d'accélération
- [4] 28/01/2022: Modélisation du tendon avec du collagène
- [5] 02/02/2022: Etude de la contrainte supportée par le modèle
- [6] 07/03/2022: Etude du tassement des sols