

Stage de Master, année 2018-2019

**Sujet : Application du procédé *Tensonics* au suivi de la cicatrisation tendineuse
- approche théorique et expérimentale (étude clinique)**

Laboratoire d'accueil : Unité INRA-ENVA 957 *Biomécanique et Pathologie Locomotrice du Cheval (BPLC)*, en collaboration avec le *Laboratoire d'Imagerie Biomédicale (LIB) CNRS 7371 INSERM 1146*

Encadrants :

- BPLC : Pr Nathalie Crevier-Denoix, directrice d'unité (contact : nathalie.crevier-denoix@vet-alfort.fr, tel : **01 43 96 71 06**); Philippe Pourcelot, Ingénieur de Recherche HDR
- LIB : Pr Quentin Grimal

Description : Les tendinopathies sont l'une des premières causes d'interruption de carrière d'un cheval, en particulier chez les chevaux de courses. Une fois lésé, le tissu tendineux cicatrise lentement et ses propriétés mécaniques recouvrent rarement leur qualité d'origine. La phase de réhabilitation avec exercice contrôlé est cruciale pour préparer le tendon à supporter à nouveau les contraintes qu'impliquent l'entraînement puis la compétition. Il n'y a toutefois pas de consensus sur un protocole de réhabilitation optimal, et les récurrences sont fréquentes. C'est dans ce contexte qu'a été conçu le projet *Tendinact* (2019-2021), mené par l'Unité BPLC et qui a pour objectif d'évaluer, sur des cas cliniques spontanés de tendinopathies, l'efficacité de deux protocoles de réhabilitation (dont l'un basé sur une reprise d'activité nettement plus précoce que l'autre). L'évaluation objective, par des procédés non-invasifs, de la morphologie des lésions et des propriétés mécaniques des tendons lésés, au cours de la phase de réhabilitation, est au centre de ce projet.

Le procédé *Tensonics*, conçu et développé par l'Unité BPLC, sera utilisé dans ce cadre. Ce procédé breveté repose sur la mesure de la vitesse des ultrasons, en transmission axiale, dans le tendon. Il est basé sur la relation, démontrée expérimentalement, qui lie cette vitesse au module d'élasticité du tendon (Pourcelot et al., 2005 ; Crevier-Denoix et al., 2009). Le dispositif de mesure comprend une sonde composée d'un émetteur (1 MHz) et d'au moins 2 récepteurs, et d'une électronique de commande, de digitalisation et de stockage des signaux ultrasonores. Le procédé a été appliqué au suivi de lésions tendineuses centrales, induites chirurgicalement, et il a été montré que la vitesse des ultrasons diminue fortement et rapidement en cas de lésion, puis qu'elle augmente lentement au cours de la cicatrisation (Vergari et al., 2012 a et b). Lors d'une étude plus récente (2017), visant à évaluer l'effet d'un agent thérapeutique sur la cicatrisation de lésions tendineuses discrètes (induites), il a été montré qu'en mesurant la vitesse et l'atténuation des ultrasons dans un tendon, il est possible de statuer sur l'état lésé ou sain de ce même tendon, quelle que soit l'étendue et la position de la lésion au sein du tendon. En effet, par exemple, la vitesse des ultrasons seule n'a pas permis de détecter les lésions circonscrites et profondes, mais la mesure conjointe de l'atténuation a permis de compenser cette limite (atténuation accrue par rapport aux valeurs de référence sur tendons sains). Ces premières observations, à confirmer, pourraient se révéler très utiles pour caractériser une lésion tendineuse.

Ainsi l'objectif du stage de Master proposé est double :

- Développer un modèle numérique de la propagation des ultrasons dans le tendon afin de simuler les résultats obtenus dans l'étude de 2017 (caractérisation de la morphologie et de la sévérité des lésions à partir de la mesure combinée de la vitesse et de l'atténuation des ultrasons).
- Participer aux recueils des données ultrasonores effectués dans le cadre du projet *Tendinact*. L'exploitation de ces données, et leur confrontation aux données à la fois morphologiques (échographie, IRM) et fonctionnelle (élastographie, et évaluation biomécanique de la raideur globale du membre atteint), caractérisant les lésions tendineuses des chevaux du projet *Tendinact*, sera au centre de la **thèse sur laquelle le stage de Master doit déboucher**. Celle-ci comprendra également la définition du cahier des charges d'une nouvelle électronique et d'un nouveau type de sonde, permettant d'explorer le tendon sur une plus grande longueur qu'actuellement et mieux adaptés au suivi des propriétés mécaniques de tendons en cours de cicatrisation.