

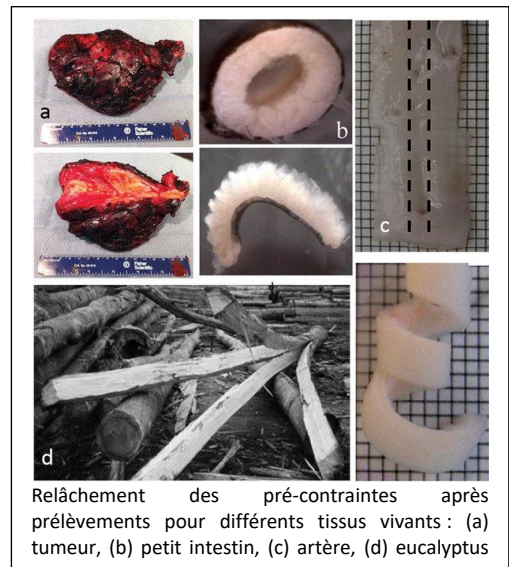
SUJET DE STAGE M2 - Printemps 2025

Laboratoire de rattachement	Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs (LBMC) https://lbmc.univ-gustave-eiffel.fr/ 
Titre du sujet de stage	Ondes et élasticité sur membranes biologiques fibreuses
Localisation	Bron (69500)
Encadrants	Mélanie OTTENIO, Karine BRUYERE ✉ melanie.ottenio@univ-eiffel.fr

Contexte:

Le développement de modèles numériques de corps humains offre un grand potentiel sur la prédiction de lésions. Certains modèles permettent d'évaluer le risque de blessures suite à un choc violent, ce qui aide à la conception de nouveaux systèmes de protection.

Néanmoins, ces modèles utilisent des propriétés matériaux issus de tests sur échantillons isolés, pour lesquels la prise en compte des déformations et contraintes naturelles existant dans tous types de tissus biologiques est ignorée. Ce paramètre clé n'est pas facile à quantifier, excepté de manière destructive en prélevant un échantillon et en observant ses dimensions une fois les contraintes résiduelles relâchées.



Cet état de pré-déformation / pré-contrainte des tissus biologiques peut être relativement important et doit être inclus dans les modèles numériques. Si on peut le mesurer, on peut sans doute faire progresser les modèles humains destinés à la prédiction de lésions.

De manière plus générale, la quantification de ce paramètre a un impact sur tous les champs d'applications pour lesquels les propriétés matériaux influent sur la réponse du système (des modèles d'estimation de tensions générées par des sutures chirurgicales ou bien des modèles de simulation de croissance de tumeurs par exemple). Une méthode expérimentale qui serait non invasive et permettant la quantification de l'état de pré-contrainte dans les tissus biologiques, est donc d'un grand intérêt pour améliorer les modèles numériques humains et particulièrement pour améliorer la confiance de leurs prédictions sur les niveaux de déformations atteints et/ou sur les risques de lésions effectifs et ce, pour n'importe quel type de chargement.

Problématique:

L'objectif du stage est d'explorer la technique de l'élastographie ultrasonore par ondes de cisaillement pour déterminer si le niveau de pré-tension des tissus traversés par l'onde peut en être déduit.

Démarche générale :

L'élastographie ultrasonore est une technique utilisée en clinique pour imager les tissus ou organes du corps humain en facilitant notamment la détection de tumeurs. Cette technique permet d'envoyer des ondes de cisaillement et l'analyse de leurs vitesses de propagation dans les différents tissus donne une image de leur niveau d'élasticité. Nous souhaitons ici utiliser cette technique en faisant varier l'état de pré-tension des tissus de manière contrôlée et analyser la sensibilité sur le signal mesuré.

Tissus biologiques étudiés :

Membrane conjonctive fibreuse (peau, fascia (membrane enveloppant les muscles))

Etapes proposées :

- Etat de l'art sur l'évaluation des précontraintes dans les tissus biologiques mous ;
- Etude de la théorie de l'acoustoélasticité appliquée sur membranes biologiques fibreuses ;
- Prise en main de l'élastographe ;
- Mise en place d'un protocole expérimental sur échantillon isolé fibreux permettant un couplage acousto-élastique contrôlé ;
- Modélisation théorique de l'essai sur échantillon isolé ;
- Participation à une campagne de mesures élastographiques in vivo focalisées sur le fascia avec exploitation des données.

Résultat attendu :

- Etablissement du lien entre vitesse de propagation des ondes, niveau de prédéformation, et nature de l'anisotropie (direction des fibres du tissu étudié)

Durée : 6 mois, **Lieu :** Bron (69500)

Profil du candidat : Le candidat aura une formation en mécanique des solides (orientation matériaux), ne sera pas réfractaire au développement analytique et aura envie d'expérimenter.

Mots-clés : élasticité non linéaire, acoustoélasticité, ondes, lois de comportements, anisotropie, mécanique des milieux continus