

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	Modéliser pour comprendre le rôle des fibres dans les membranes conjonctives biologiques
Localisation	Bron (69500)
Encadrants	Mélanie OTTENIO, Laure-Lise GRAS, Karine BRUYERE ✉ melanie.ottenio@univ-eiffel.fr

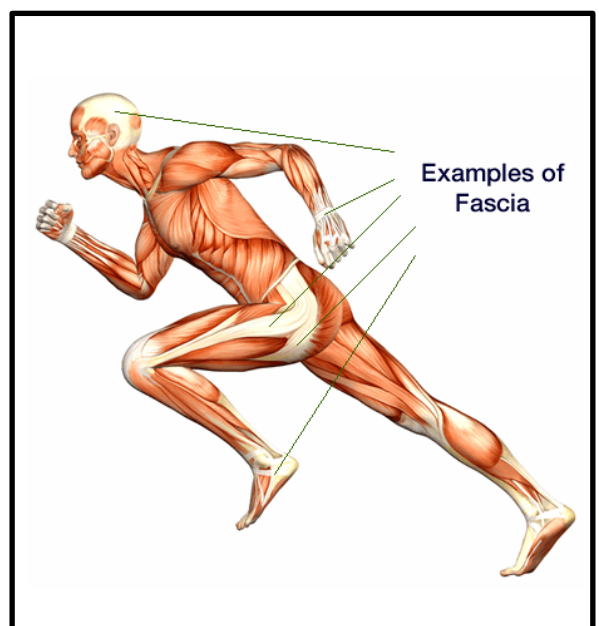
Contexte:

Mieux comprendre et réussir à simuler numériquement la contraction musculaire peut avoir de nombreuses applications :

- pour optimiser la performance des athlètes (les entraîneurs pourraient évaluer des techniques spécifiques de sorte de maximiser la force);
- pour rééduquer (des exercices adaptés pourraient être proposés aux patients souffrant de blessures, de maladies musculaires) ;
- pour concevoir des membres artificiels,
- ou encore pour développer des robots plus humanoïdes, élargissant l'étendue des possibles des robots d'assistance ou des robots explorateurs...

Mais !

Avant de simuler correctement la contraction musculaire, il faut observer et comprendre la biomécanique sous-jacente. Différents mécanismes interviennent dans la contraction musculaire, à différentes échelles. On s'intéresse ici au rôle des membranes conjonctives fibreuses qui enveloppent le muscle, les fascias profonds. Il est admis que les fascias profonds musculaires jouent un rôle gainant qui contribuerait à la transmission des efforts musculosquelettiques. Ce rôle doit néanmoins être clarifié, en particulier au regard de l'arrangement des fibres qui le composent.



Ainsi, le stage proposé s'inscrit dans ce contexte de compréhension de la biomécanique des fascias en particulier mais il contribue aussi de manière plus générale à l'apport de connaissances biomécaniques pour toutes membranes biologiques conjonctives fibreuses (albuginée, peau...).

Objectifs :

L'équipe de recherche travaillant sur la caractérisation des membranes biologiques fibreuses dispose de nombreuses données expérimentales, issues de différents essais mécaniques (traction uniaxiale, traction plane, gonflement, ...) réalisés sur des échantillons de fascia. L'objectif du stage concerne l'exploitation de toutes ces données expérimentales pour extraire les propriétés élastiques anisotropes. Cette tâche sera optimale en passant par le développement de réponses théoriques de membranes fibreuses, développées pour différents modèles de comportement. Les modèles pourront prendre en compte les spécificités de la microstructure des membranes (familles de fibres en présence, orientation, interaction, etc) et les paramètres seront optimisés tels que l'ensemble des essais fasse sens. L'objectif est de comprendre comment certains choix de modèles peuvent capturer certaines réponses expérimentales ou non. Enfin, dans l'objectif d'enrichir notre compréhension du rôle des fibres dans les membranes, il est également prévu de mener une campagne d'essais en sollicitation biaxiale, ce qui enrichira la base de données expérimentales.

Démarche générale :

- Etat de l'art sur la caractérisation de membranes fibreuses,
- Etude de lois de comportement anisotropes en élasticité non linéaire,
- Développement de réponses théoriques pour des essais mécaniques classiques,
- Etude paramétrique sur l'influence de paramètres clés (orientation des fibres par exemple),
- Caractérisation inverse (exploitation des données expérimentales),
- Campagne d'essais de traction biaxiale et analyse.

Profil attendu : Etudiant de niveau M2 ou équivalent ayant suivi un parcours en sciences (mécanique ou biomécanique). Intérêt pour les mathématiques et la mécanique des milieux continus.

Compétences acquises : La personne retenue pour ce stage aura, à l'issue du travail, acquis des compétences (i) en modélisation théorique de comportement non-linéaire et anisotrope, (ii) en caractérisation expérimentale de tissus biologiques.

Mots-clefs : Biomécanique, matériau conjonctif fibreux, élasticité non linéaire, grandes déformations