

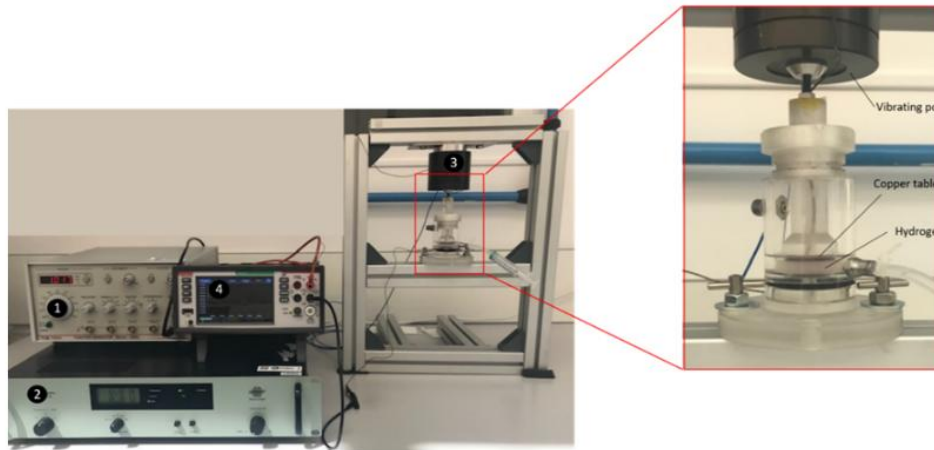
Sujet de post-doctorat de 14 mois au LEM3 (Site de Metz)

Mesure des propriétés mécaniques et électriques de tissus cartilagineux sous compression cyclique

Contexte : L'arthrose est une maladie articulaire chronique invalidante qui touche plusieurs centaines de millions de personnes dans le monde. Elle est associée à des douleurs importantes ainsi qu'à des coûts socio-économiques considérables. À ce jour, les traitements disponibles sont essentiellement palliatifs et ne permettent pas d'enrayer la dégénérescence progressive du cartilage articulaire. Dans le cadre du projet *MaPSJoint*, financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), l'objectif est de développer un dispositif physiopathologique capable de simuler le fonctionnement d'une articulation humaine. En particulier, la reproduction *in vitro* des stimuli mécaniques impliqués dans la pathogenèse de l'arthrose — notamment la compression — doit permettre de mimer les principales caractéristiques cliniques de la maladie et d'en analyser les mécanismes sous-jacents.

L'objectif du projet est d'approfondir la compréhension des variations du potentiel électrique généré par la contrainte mécanique dans le cartilage, ainsi que de leurs relations avec les propriétés de la matrice extracellulaire (MEC). Le travail portera sur la conception et la fabrication d'un système expérimental dédié à la caractérisation du cartilage bovin sain et lésé. Ce système permettra de reproduire la compression uniaxiale subie par le cartilage lors de l'activité physique et de mesurer les propriétés électriques induites par la contrainte, en réponse à différents niveaux de charge et à divers environnements biologiques.

Nature des activités : Le post-doctorant ou la post-doctorante réalisera la conception et le développement de l'enceinte dédiée au tissu cartilagineux, afin d'appliquer des sollicitations mécaniques en compression cycliques contrôlées (fréquence, durée et amplitude) à des échantillons de biomatériaux utilisés comme fantômes du cartilage et de mesurer les propriétés électriques induites par la contrainte mécanique. Les contraintes mécaniques appliquées seront définies de manière à être cohérentes avec les sollicitations rencontrées *in vivo*. Le potentiel électrique généré par la contrainte sera mesuré par la variation de la résistivité électrique. Une attention particulière sera donc portée à la précision des mesures de résistivité électrique lors du développement du dispositif. Une première version a déjà été conçue et fabriquée au laboratoire LEM3 (figure ci-dessous).



Dispositif expérimental pour mesurer la résistance d'un fantôme de cartilage (hydrogel) soumis à une contrainte mécanique : une tension sinusoïdale de fréquence contrôlée est générée par le générateur de fonctions et amplifiée afin de créer un mouvement alternatif contrôlé du pot vibrant. Un multimètre haute résolution mesure la variation de résistance à travers l'hydrogel.

Le travail consistera à étendre ces investigations à des échantillons de cartilage bovin, soumis à aux mêmes chargements mécaniques. Les mesures seront répétées sur une période prolongée de stimulation (jusqu'à 60 jours). L'ensemble des mesures permettra de quantifier l'évolution du potentiel électrique en lien avec la dégradation progressive de la matrice extracellulaire et aux modifications mécaniques et tissulaires observées. Les résultats obtenus feront l'objet d'une analyse statistique multidimensionnelle visant à mettre en évidence les effets et les corrélations entre les paramètres de stimulation (intensité, fréquence, durée, répétition), les propriétés mécaniques et électriques mesurées, ainsi que les phénomènes biologiques associés - viabilité cellulaire, qualité et organisation de la matrice extracellulaire, mesurées par des biologistes du consortium de partenaires.

Profil recherché : Le/la candidat·e recruté·e sera **titulaire d'un doctorat** en biomécanique ou en sciences et ingénierie des matériaux pour le vivant. Le poste s'adresse prioritairement à un·e chercheur·se à fort profil expérimental, ayant une expérience avérée dans le développement de dispositifs instrumentés et la caractérisation mécanique et/ou électromécanique de tissus du vivant ou de matériaux biomimétiques. Le/la candidat·e devra démontrer une solide compréhension des **comportements mécaniques des tissus du vivant**, si possible des tissus mous (cartilage, hydrogels, matrices extracellulaires), et une capacité à travailler dans un **environnement pluridisciplinaire**, en interaction étroite avec des biologistes et des mécaniciens. Une bonne autonomie expérimentale, un esprit d'initiative, une aptitude à conduire des campagnes expérimentales et les capacités de travail en équipe seront des qualités essentielles pour le poste.

Compétences techniques recherchées

Des compétences en **caractérisation mécanique de tissus biologiques**, en **conception mécanique et développement de bancs d'essais**, en **instrumentation expérimentale** (oscilloscopes, multimètres, impédancemètres) et en **traitement de données expérimentales** (Python, Matlab et/ou LabVIEW) sont requises. Une capacité à travailler dans un **contexte**

pluridisciplinaire, en interaction avec des biologistes, ainsi qu'une bonne autonomie expérimentale sont attendues.

Modalités de candidature : les candidats intéressés sont invités à envoyer un CV par courriel aux chercheurs du LEM3 impliqués :

Jean-François Ganghoffer, responsable du projet : jean-francois.ganghoffer@univ-lorraine.fr

Émilie de Brosses, responsable de l'équipe Bio2MS : emilie.de-brosses@univ-lorraine.fr

Présentation du LEM3 et de l'équipe Bio2MS :

Le **LEM3** est un laboratoire de recherche académique dont les missions sont triples : piloter des projets de recherche en mécanique et matériaux, valoriser les résultats de cette recherche et contribuer à la formation universitaire et la formation continue par et pour la recherche. Unité mixte de recherche (UMR) rattachée à l'Université de Lorraine, au CNRS et aux Arts et Métiers, le LEM3 fait partie du pôle scientifique Matière, Matériaux, Métallurgie, Mécanique (M4) de l'Université de Lorraine. Au CNRS, son institut de rattachement principal est le CNRS Ingénierie et son institut de rattachement secondaire est le CNRS Chimie. Enfin, il est rattaché à l'Institut Carnot ARTS porté par les Arts et Métiers.

Le LEM3 regroupe environ 250 personnes dont 150 personnels permanents (11 chercheurs, 105 enseignants-chercheurs, 45 personnels administratifs et techniques) et plus de 80 doctorants et post-doctorants. C'est un acteur majeur de la recherche en mécanique des matériaux et des procédés. Son activité expérimentale et théorique est transdisciplinaire alliant mécanique des solides, métallurgie, science des matériaux, chimie et physique. Elle est organisée au sein de trois départements scientifiques : (1) Mécanique des matériaux, des structures et du vivant, (2) Ingénierie des microstructures, procédés, anisotropie, comportement, (3) Thermomécanique des procédés et des interactions outil-matière. À cela s'ajoute trois plateformes technologiques offrant des équipements de pointe au service de nos activités de recherche : **MécaRhéo**, **MicroMat** et **Procédés**. En maintenant l'équilibre entre approches fondamentales et appliquées, le laboratoire assure une forte visibilité de ses recherches de pointe et un transfert efficace des connaissances académiques vers les partenaires industriels.

L'axe thématique « **BIOMECHANIQUE ET BIOINGENIERIE DU SYSTEME MUSCULO-SQUELETTIQUE** » (**Bio2MS**) fait partie du département 1 du LEM3. Les recherches de l'équipe Bio2MS portent sur la biomécanique du système musculo-squelettique et particulièrement l'étude du comportement des tissus du vivant et des organes, dans une finalité de compréhension des phénomènes physiologiques et de proposition de solutions de restauration, en développant à la fois des approches amont de mécanique et des travaux plus appliqués à visée industrielle ou clinique. Les membres de cet axe thématique travaillent selon une démarche de mutualisation des moyens expérimentaux et numériques. L'équipe dispose ainsi d'un plateau technique expérimental dédié à la caractérisation des tissus biologiques et de leurs substituts incluant un laboratoire de niveau L2, intégré à la plateforme MecaRhéo du LEM3 labellisée Infra+ Star LUE. Sur le volet numérique, une librairie de calcul dédiée à la biomécanique a été développée dans un contexte d'ouverture des données de la recherche.