

Proposition de sujet de stage

Développement d'une plateforme de microindentation pour l'analyse des propriétés mécaniques de matrices cellulaires 3D

Mots clés : Mécanobiologie, Métamatériaux, Matrice extracellulaire, Microindentation .

Sous la direction de : Ianis Drobecq (ianis.drobecq@laas.fr), Laurent Malaquin (laurent.malaquin@laas.fr), Bastien Venzac (bastien.venzac@laas.fr),

Durée : 6 mois à compter de Février 2024

Localisation : LAAS-CNRS Toulouse – Equipes ELIA, service I2C

1. Contexte

La génération de modèles tissulaires reproduisant les principales caractéristiques tridimensionnelles (3D) de l'environnement cellulaire et matriciel des organes est l'un des défis les plus importants dans l'ensemble du domaine de la biologie et de la santé. À ce jour, un des principaux enjeux réside dans la compréhension des interactions entre les cellules et leur microenvironnement, notamment de l'impact des propriétés mécaniques (visco-élastiques) sur l'organisation et le devenir des cellules. La mécanobiologie étudie la manière dont les propriétés mécaniques de la matrice extracellulaire (MEC), telles que la rigidité, et d'autres stimuli mécaniques régulent le comportement des cellules. Les progrès récents dans ce domaine et le développement de nouveaux biomatériaux et de techniques de micro/nanofabrication ont permis aux chercheurs de reproduire les propriétés mécaniques du microenvironnement avec un degré de complexité croissant sur des dimensions et des échelles de temps plus pertinentes d'un point de vue biologique. Néanmoins la mesure des propriétés mécaniques (visco-élasticité) et leur distribution spatiale au sein de ce microenvironnement constitue une difficulté expérimentale importante. Les méthodologies à base de microscopie par force atomique ou bien d'indentation montrent des limites liées aux échelles de mesure et d'application des forces. Par ailleurs ces technologies ne permettent pas une observation simultanée en temps réels et en 3D des champs de déformations induits dans les échantillons étudiés et des difficultés dans l'observation simultanée des déformations.

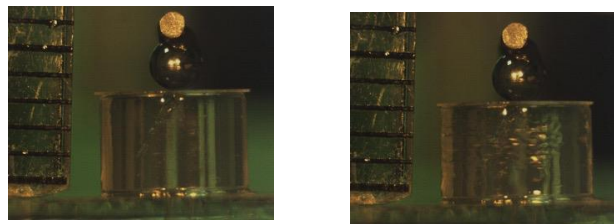
2. Objectifs

L'objectif de ce stage est de développer un dispositif de micro-indentation miniaturisé, basé sur la déformation de microsystèmes métalliques en titane et qui seront intégrés sur un microscope optique pour réaliser des mesures corrélatives entre contraintes appliquées et champ de déformation 3D. Un premier prototype instrumental a été validé par l'équipe, montrant la pertinence du principe de mesure. Notre objectif est maintenant de montrer le couplage entre mesures mécaniques et mesures optiques afin de corréler, en temps réel, les mesures de propriétés visco-élastiques avec la cartographie des champs de déformation.

Ce projet sera réalisé au sein de l'équipe ELiA du

LAAS qui développe des modèles 3D in vitro de microenvironnements cellulaires basés la mise en forme de biomatériaux hydrogels mais aussi par l'utilisation de technologie d'impression et de bioimpression 3D à haute résolution. Il mettra en œuvre des techniques d'imagerie, d'analyse d'image et d'instrumentation. Il sera appliqué à la mesure et à l'observation des propriétés mécaniques de matériaux hydrogels et métamatériaux en cours de développement au sein de l'équipe sur la base de technologies de pointe en lithographie laser 3D.

Dans cette perspective, l'étudiant(e) sera formé(e) à différentes techniques de mesures mécaniques, d'imagerie, de bioimpression et de caractérisation physico-chimique des matériaux.



Échantillon d'agarose à 2% avant et après compression
(Taux e compression : 10%)

3. Encadrement et collaborations

Le stage se déroulera au sein de l'équipe Ingénierie pour les Sciences du Vivant (ELIA, I. Drobecq, B. Venzac, L. Malaquin) du département MicroNanoBioTechnologies (MNBT) du LAAS-CNRS (dont les activités de recherche sont à l'intersection de l'ingénierie des matériaux, de la physique appliquée et des sciences du vivant) avec une forte implication du service Instrumentation, Conception et Caractérisation du LAAS CNRS (J. Foncy, S. Assié, B.).

4. Compétences requises

- Connaissances en mécanique, science des matériaux
- Attrait pour l'instrumentation et le développement de plateforme expérimentale/logicielle.
- Attrait pour la microscopie et l'analyse d'image.
- Être méthodique et organisé(e).