



## **OFFRE DE STAGE DE MASTER**

### **Spécialité doctorale :**

- Biostatistique
- Electronique
- Informatique
- Mathématiques et modélisation
- X Mécanique et Génie civil
- Physique
- SYstèmes automatiques et Microélectroniques

Date limite de validité de l'offre : 31 mars 2021

---

### **ENCADREMENT DU STAGE**

**Co-encadrants :** Patrick Cañadas et Christiane Wagner-Kocher

**Correspondant/Contact :** [patrick.canadas@umontpellier.fr](mailto:patrick.canadas@umontpellier.fr) ;  
[christiane.wagner-kocher@umontpellier.fr](mailto:christiane.wagner-kocher@umontpellier.fr)

**Titre en français :** Comportement mécanique à long terme de substrats fabriqués par le technique de Jetspray

**Titre en anglais :** Long-time mechanical behaviour of substrates made by Jetspray technique

**Profil(s) de candidats souhaité(s) :** Étudiant en Master en : mécanique ou mathématiques appliquées ou physique avec un goût pour l'expérimentation et des compétences en modélisation mécanique et programmation (python). Des compétences en conception mécanique pourront également être utiles.

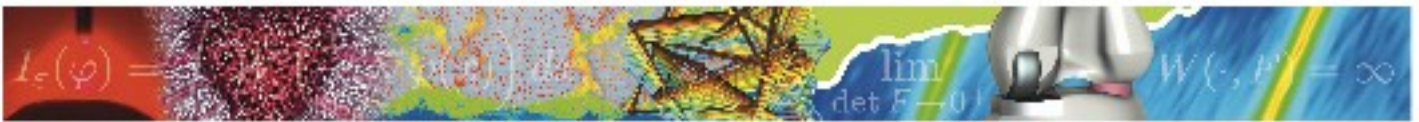
### **Présentation du sujet :**

#### **Contexte :**

Les matériaux de substitution (acier, titane, textiles, céramiques...) classiquement envisagés en ingénierie tissulaire (os, cartilages, ligaments...) présentent des potentialités encore trop faibles pour conduire à une cicatrisation ou une réparation viable et complète. Leur succès mitigé s'explique probablement par un mauvais choix de paradigme : si à l'échelle macroscopique, ces matériaux peuvent ressembler aux structures biologiques, ils possèdent souvent des architectures micro et nanoscopiques bien différentes de celles habituellement perçues par les cellules. De fait, la topographie locale et l'environnement mécanique proposés par ces matériaux à l'interface avec les cellules sont mal maîtrisés et celles-ci ne présentent pas les mêmes comportements biologiques en termes d'adhésion, de migration, de prolifération et enfin de viabilité. Ainsi, ces interactions substrat artificiel - cellules peuvent entraîner l'expression de phénotypes non souhaités comme l'apparition, autour d'un implant orthopédique ou dentaire par exemple, de tissu fibreux en lieu et place d'os mature attendu.

#### **Objectif :**





Le but du projet dans son ensemble est de développer pour l'ingénierie tissulaire de nouveaux substrats capables de mimer la structure fibreuse naturelle de la matrice extracellulaire (MEC). Ces substrats peuvent être obtenus par une technique de fabrication originale développée par Jérôme Sohier (Brevet 2009). Cette méthode est basée sur la diffraction et la projection de solutions de polymères par un flux d'air (jet spraying) résultant en la précipitation de fibres. Elle permet ainsi d'obtenir de façon reproductible des nanofibres polymériques de diamètres variables et ajustables, notamment proches du collagène (600 nm).

Les substrats fibreux ainsi obtenus ressemblent à une « membrane » d'une épaisseur de l'ordre de 1 mm. Ils se présentent sous la forme d'un réseau 3D nanofibrillaire, de structure ouverte et de porosité élevée, permettant ainsi une importante infiltration et colonisation par des cellules mésenchymateuses humaines, contrairement à d'autres techniques telles que l'électrospinning. De plus, les matrices produites supportent la synthèse de MEC minéralisée *in vitro* et la formation de tissu *in vivo*. La flexibilité de la méthode permet de produire, avec divers polymères biodégradables et biocompatibles, des maillages de nanofibres de densités différentes avec des niveaux de porosité importants. Ces substrats fibreux pourraient donc proposer un environnement mécanique 3D proche de celui que voit la cellule dans la matrice extracellulaire native en s'accrochant aux fibres de collagène, de fibronectine et d'élastine.

### Travail à effectuer :

Dans un premier temps, il sera nécessaire de fabriquer de substrats en faisant varier différents paramètres, et d'identifier les paramètres prépondérants (en faisant des essais de traction et de relaxation). Le dispositif a été conçu lors d'un précédent stage, mais il pourra être intéressant de mettre en place une table XY afin de pouvoir fabriquer des substrats de plus grande dimension.

Parallèlement, afin de comprendre les changements morphologiques dans un environnement contraint (réorientation des fibres, porosités en fonction des contraintes mécaniques), on procédera à des tests de relaxation et de fluage de longue durée. Pour cela, nous avons déjà conçu un dispositif de mise sous tension (traction simple, relaxation et/ou fluage) de substrats imagés par scanner. Le dispositif permet d'observer des membranes au cours du temps, dans un **environnement aérien** mais également **saturé en eau**. Il sera intéressant de confronter les résultats expérimentaux obtenus à des modèles théoriques actuellement en cours de développement.

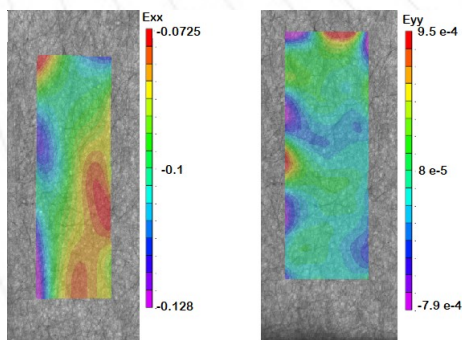


Figure 1: Champs de déformations

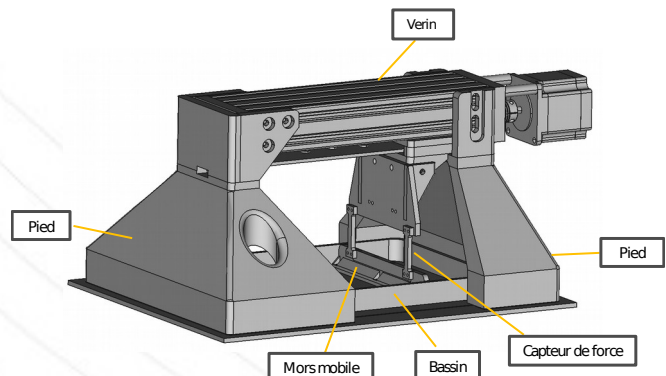
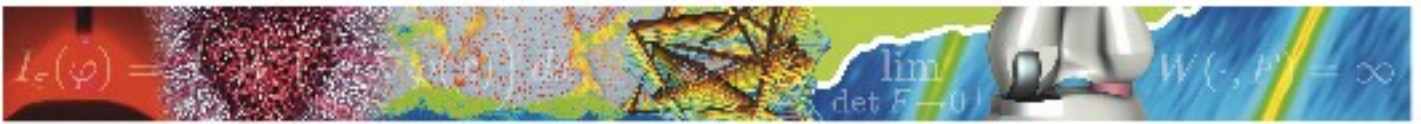


Figure 2: Dispositif de mise sous tension sur scanner

## INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES UTILES





Bibliographie : à voir avec les encadrants.

Lieu du stage : LMGC

Particularités de l'encadrement : Jonathan Barès (service COMPEX du LMGC) et Jérôme Sohier (IBCP, Lyon) seront également des personnes ressources de la ou du stagiaire.



LMGC- UMR 5508, UMR/CNRS - Université de Montpellier - CC 048  
163 rue Auguste Broussonnet - 34090 MONTPELLIER - France  
Tel. + 33 (0)4 67 14 97 21 - Fax + 33 (0)4 67 14 39 23  
<http://www.lmgc.univ-montp2.fr>

LABORATOIRE DE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVIL