



Sujet de thèse au LMI dans le cadre du projet MAGBONE

Couplage entre un champ magnétique statique et le remodelage osseux, rôle des particules magnétiques

Laboratoire	Laboratoire de Mécanique et ses Interfaces ENSTA-Paris
Superviseur	J. Boisson (jean.boisson@ensta-paris.fr) https://perso.ensta-paris.fr/~boisson/index.html
Collaborateurs	N. Kadlub (Hôpital Necker, APHP), A. Coudert (BIOSCAR)
Financement	Agence d'Innovation de la Défense (CIEDS)
Background	Master mécanique,

Description du projet

Depuis 2016, notre équipe développe un nouveau dispositif chirurgical : le distracteur mandibulaire à activation magnétique [1, 2, 3]. Ce dispositif implantable utilise l'interaction entre deux aimants permanents. De par la configuration de la chirurgie, l'aimant interne, intégré à l'implant, reste proche d'un trait de fracture pendant toute la procédure (4 à 5 mois). Le champ magnétique produit pourrait donc avoir une influence directe sur le processus de remodelage osseux.

L'objectif du projet est de quantifier l'influence d'un champ magnétique statique sur les cellules osseuses (ostéoclastes et ostéoblastes) et sur l'os produit (cultures organotypiques). Dans un premier temps, nous réaliserons des cultures cellulaires sous champ magnétiques statiques avec différentes configurations. Notamment, il s'agira d'explorer l'influence de l'intensité, de l'orientation et du gradient du champ magnétique. Les structures magnétiques intégrées aux cultures seront réalisées en impression 3D pour un contrôle optimum de la configuration. A partir de ces systèmes, nous caractériserons alors l'effet du champ magnétique sur la différenciation et la fonction des ostéoblastes et des ostéoclastes.

Puis, nous explorerons l'effet du champ magnétique sur la croissance osseuse dans un modèle organotypique à partir de calvaria et fémurs de souris nouveau-nés. La microstructure sera imagée et les propriétés mécaniques seront caractérisées à travers divers essais de traction, de flexion, indentation et de compression.

Description du sujet

Si l'influence du champ magnétique sur l'os semble évidente à courte distance, celle-ci semble s'amoinrir rapidement. De plus, comme le mécanisme d'interaction entre le champ et le milieu du remodelage n'est pas encore compris, il semble important de chercher à étendre l'influence du champ magnétique sur des distances plus importantes. L'objectif de la thèse proposée est d'explorer la possibilité d'ajouter des particules magnétiques au milieu biologique afin d'accroître la région en interaction avec le champ magnétique.

Dans un premier temps, le/la doctorant.e utilisera une machine d'impression 3D utilisant la technologie Electrowriting nouvellement acquise au laboratoire pour la production d'un scaffold pour la prolifération cellulaire. En parallèle, l'objectif sera d'ajouter des particules magnétiques à un milieu cellulaire 2D afin de caractériser l'interaction entre le champ et les cellules osseuses. Enfin, l'objectif sera de mélanger les deux approches pour optimiser le couplage entre le champ magnétique et la zone de remodelage.

Profil du/ de la candidat.e

Le profil recherché est celui d'un mécanicien.e des matériaux ou des structures avec une très bonne connaissance des matériaux biologiques, ou un.e biologiste avec un intérêt vers la mécanique des matériaux. Les aspects expérimentaux étant importants dans le projet, le/la candidat.e devra démontrer un bon intérêt pour la mise en place de tels essais. Le/la candidat.e s'intégrera à l'équipe de mécanique du vivant du LMI et devra travailler en collaboration avec les biologistes et les chirurgiens impliqués dans le projet. Une excellente capacité de travail en équipe multidisciplinaire est importante.





Lieu

Le site d'accueil est le laboratoire de Mécanique et ses Interfaces (LMI) de l'ENSTA-Paris qui se trouve à Palaiseau sur le campus de l'École Polytechnique. Ce site accueillera la conception des systèmes magnétiques et les essais mécaniques. Les cultures cellulaires seront réalisées au sein de l'unité de recherche BIOSCAR U1132 qui se trouve à l'hôpital de Lariboisière (Paris 10^{ème}).

Candidature

Les candidat.e.s intéressé.e.s devront prendre contact avec J. Boisson (jean.boisson@ensta-paris.fr) en envoyant un CV et une lettre de motivation.

Références

- [1] Boisson et al, Feasibility of magnetic activation of a maxillofacial distraction osteogenesis, design of a new device, J Craniomaxillofac Surg, 2016
- [2] Strozyk et al, Distracteur à plaques et ensemble d'un tel distracteur à plaques et d'un outil d'activation, PCT/EP2016/080481 2015
- [3] Kadlub et al, Mandibular magnetic distractor: preclinical validation, Br J Oral Maxillofac Surg, 2022

