

LABO - Axe ou Equipe : ICCF - MPS

Directeur de thèse : Jean-Marie NEDELEC (Professeur), jean-marie.nedelec@sigma-clermont.fr

Co-encadrant : Stéphane DESCAMPS (Professeur), s_descamps@chu-clermontferrand.fr

Titre du sujet de thèse : Formulation et mise en œuvre par fabrication additive de biocéramiques et de bio-encres composites à base d'hydrogels de polysaccharides renforcés mécaniquement par des biocéramiques.

Résumé du sujet de thèse :

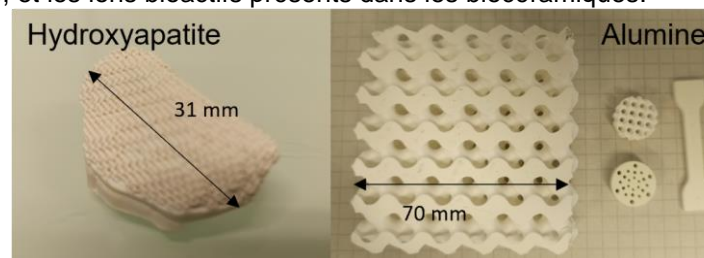
Malgré les progrès de la chirurgie orthopédique et des matériaux pour la reconstruction osseuse, la régénération des grands défauts osseux reste toujours un défi. Pour combler le défaut osseux tout en reproduisant la structure de l'os, on peut se tourner vers les techniques de fabrication additive céramique ou composite, qui permettent de moduler finement l'architecture du matériau final. Les propriétés topographiques, mécaniques, chimiques et biologiques des pièces obtenues seront optimisées afin d'apporter les signaux physiques et chimiques nécessaires aux cellules responsables de la régénération osseuse.

Dans une approche biomimétique pour imiter la structure de l'os et ses propriétés biomécaniques, ce projet sera dédié au développement de biocéramiques obtenue par impression 3D et à la bio-impression 3D d'hydrogels renforcés par ces mêmes biocéramiques.

Le laboratoire a acquis une expertise importante en impression 3D de biocéramiques. La thèse étendra la gamme de matériaux disponibles pour les techniques dites SLA ou DLP. (voir figure)

La bio-impression 3D d'hydrogels a connu ces dernières années un essor important car elle permet d'encapsuler des cellules dans un environnement 3D similaire à la matrice extracellulaire *in vivo*. Ceci est une approche intéressante pour la régénération tissulaire ou la modélisation de tissus *in vitro*. Cependant, la formulation de la bio-encre est très importante, car elle doit pouvoir être extrudable, avoir une cinétique de gélification rapide, et être biocompatible pour que les cellules encapsulées puissent survivre et proliférer. De plus, dans le cadre de la régénération tissulaire osseuse, les propriétés mécaniques de la pièce finie doivent être proches de celles de l'os. Ceci est difficilement atteignable avec uniquement des hydrogels. C'est pourquoi on s'intéresse ici à développer des matériaux hybrides chargés avec des particules de biocéramiques. Cette partie du projet sera réalisé en collaboration avec l'équipe 4BIO GePEB de l'Institut Pascal de Clermont-Ferrand.

Des bio-encres à base d'hydrogels de polysaccharides seront donc formulées avec des biocéramiques. Les propriétés rhéologiques des bio-encres ainsi formulées seront étudiées, afin de vérifier l'extrudabilité et la cinétique de gélification des hydrogels. Différentes concentrations de polymères et de biocéramiques dans les encres seront étudiées. Les bio-encres seront ensuite mise en forme par extrusion pour obtenir des pièces 3D de différents porosité et topographie. Comme pour les pièces tout céramique, les signaux physiques et chimiques que peuvent apporter les matériaux sont le module élastique, la résistance en compression, la porosité, la topographie, et les ions bioactifs présents dans les biocéramiques.



Exemples de structures 3D céramique imprimées au laboratoire

Profil : Le(a) candidat(e) aura un goût prononcé pour le travail aux interfaces des différentes disciplines des sciences pour l'ingénieur. Avec de bonnes connaissances en science des matériaux, le candidat devra soit être familiarisé soit montrer une appétence pour les techniques de fabrication additive et pour la conception des modèles numériques.