

Conception de fibres hydrogels hautes performances pour la reconstruction tissulaire.

Les hydrogels synthétiques présentent un potentiel considérable pour la réparation des tissus endommagés. Ces matériaux sont des solides élastiques souples formés par un réseau macromoléculaire hydrophile gonflés par l'eau. Ils présentent des propriétés physico-chimiques uniques qui sont très proches de celles de la matrice extra-cellulaire formant les tissus vivants. Leur teneur en eau qui peut atteindre plusieurs fois le poids sec, leur confère un pouvoir auto-lubrifiant et une résistance à la friction élevée. Comme les élastomères, ils se déforment élastiquement de plusieurs dizaines ou centaines de pourcents. Cependant, leur rigidité, leur résistance à la rupture et à la fatigue sont souvent très inférieures à celles des tissus conjonctifs à réparer. Ces insuffisances constituent un frein majeur pour la conception d'implants médicaux plus durables et plus biocompatibles que les implants « secs ». Ce projet de doctorat propose de développer des procédés innovants pour la fabrication de fibres en hydrogel biocompatible ayant des performances mécaniques améliorées.

Récemment, notre équipe au Centre des Matériaux en collaboration avec le laboratoire de bioingénierie de GeorgiaTech a démontré que de nouveaux implants ligamentaires peuvent être obtenus à partir de fibres hydrogels biocompatibles (Bach *et al.* J.Biomechanics 2013). Ce projet se poursuit actuellement avec les premiers essais *in vivo* sur des modèles animaux. Des résultats d'études préliminaires indiquent que des voies de modification chimiques et physiques peuvent améliorer significativement la maîtrise et les performances de ces systèmes. L'objectif central de cette thèse sera d'explorer et de maîtriser l'effet de ces modifications sur les performances mécaniques de ces fibres hydrogels et de les optimiser pour des gammes de sollicitations pertinentes en l'implantologie.

Le projet s'articulera autour de deux axes, l'un fondamental et l'autre directement appliqué à la conception de nouveaux implants ligamentaires :

- Axe 1: La caractérisation expérimentale et la modélisation du comportement mécanique des fibres hydrogels à partir de systèmes modèles dont la chimie et la topologie peuvent être contrôlées et ajustées.
- Axe 2 : Le développement de fibres hydrogels optimisées pour des applications de remplacement tissulaire.

Ce travail aura une forte composante expérimentale et s'appuiera sur les nouveaux systèmes d'essais mécaniques dynamiques récemment développés dans notre équipe et permettant de réaliser des essais de fatigue dans l'eau sur de très petits objets (fibre unique) ou des matériaux très mous (hydrogels). Ces essais seront combinés à d'autres techniques de caractérisation (microscopie optique, électronique et diffraction X) pour relier les performances mécaniques aux caractéristiques moléculaires et microscopiques. Ces mesures constitueront une base solide pour proposer un nouveau modèle physique quantitatif pour prédire le comportement mécanique de ces fibres hydrogels dans des conditions pertinentes pour les applications *in vivo*.

Le/la doctorant/e devra avoir un profil d'ingénieur matériaux, biomatériaux, de physicien ou de physico-chimiste des polymères. Plusieurs collaborations sont impliquées dans ce projet. Il/elle bénéficiera d'un environnement extrêmement favorable et dynamique en joignant une équipe multidisciplinaire composée de chercheurs en mécanique, physique, physico-chimie et chimie des hydrogels et des biomatériaux.

Personne à contacter : Laurent Corté (laurent.corte@mines-paristech.fr)

Centre des Matériaux, Mines-ParisTech, BP87, Evry 91003

Référence :

Bach J.S., Detrez F., Cherkaoui M., Cantournet S., Ku D.N., Corté L. *Hydrogel fibers for ACL prosthesis: design and mechanical evaluation of PVA and PVA/UHMWPE fiber constructs*. **J. Biomech.**, 46 (2013)