

SUJET DE THÈSE EN PHYSICO-CHIMIE À POURVOIR POUR SEPTEMBRE 2022 !

« Formulation de matériaux polymères poreux modèles pour la chirurgie des reins »

Financement : Bourse ANR.

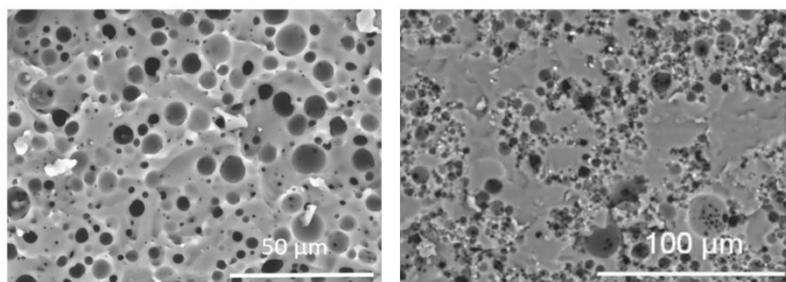
Lieu : Université de Bordeaux, Centre de Recherche Paul Pascal et Laboratoire du Futur

Profil recherché : Master en chimie, chimie des matériaux ou en physico-chimie. L'étudiant(e) devra présenter un gout prononcé pour les sujets pluridisciplinaires.

Les candidat(e)s intéressé(e)s doivent envoyer leur CV et prendre contact au plus vite avec Olivier Mondain-Monval (olivier.mondain@crpp.cnrs.fr) et Jacques Leng (jacques.leng-exterieur@solvay.com)

À l'heure actuelle, l'extraction des tumeurs cancéreuses du rein est effectuée mécaniquement à l'aide de robots de microchirurgie pilotés par des chirurgiens. Ces gestes techniques extrêmement difficiles sont le fruit d'un apprentissage long et coûteux avant que du personnel ne soit jugé capable d'intervenir en salle d'opération. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet RHU Urology 3D, financé par l'Agence Nationale pour la Recherche et associant plusieurs partenaires dont 2 équipes issues de CHU (Bordeaux et Grenoble), cinq entreprises, un techno-centre (IUT Bordeaux) et 2 laboratoires du CNRS (le CRPP et le LOF). L'un des objectifs du projet est de produire des maquettes de reins, à base de polymères poreux et irrigués, dont les propriétés mécaniques (en termes d'élasticité, de résistance au déchirement, etc.) doivent être les plus proches possibles de celles de vrais reins, incluant les propriétés des parties saines ou malades des organes. Ultiment, ces organes-maquettes seront utilisés pour l'entraînement du personnel médical en chirurgie assistée par robotique.

L'objectif de la thèse est donc la conception et la caractérisation de matériaux mous mimétiques des matériaux biologiques pour les organes-maquettes. Basés dans un premier temps sur des silicones, ces matériaux comprendront une densité ajustable d'inclusions liquides ou gazeuses, connectées ou non, de manière d'une part à pourvoir : i) moduler les propriétés mécaniques effectives des matériaux ; ii) permettre la vascularisation par des techniques microfluidiques ; iii) mimer le relargage (saignement) dans le cas d'inclusions liquide venant à être dégradées lors de la chirurgie.



Photos de microscopie électronique à balayage des matériaux poreux réalisés par moulage/polymérisation d'émulsions. Gauche : la porosité est non connectée ; Droite : Les pores sont connectés et un liquide peut y être injecté.

Ce travail pourra se baser sur les résultats obtenus précédemment par l'équipe dans la fabrication de matériaux polymères poreux en silicone, qui sont obtenus par moulage et polymérisation d'émulsions. Nous avons en effet montré [1, 2] qu'en jouant sur la formulation, il est possible de contrôler le degré de connexion de la porosité des matériaux (figure ci-dessous). Par ailleurs, la mécanique globale du système

pourra également être pilotée par une variation de la chimie des polymères silicone utilisés. Enfin, ce travail de formulation et de caractérisation sera effectué en collaboration avec plusieurs stagiaires postdoctoraux qui auront, entre autre, pour rôle la caractérisation des propriétés mécaniques de vrais reins.

[1] A. Kovalenko, K. Zimny, B. Mascaro, T. Brunet, O. Mondain-Monval, *Soft Matter* 12, 5154 (2016)

[2] R. Kumar, Y. Jin, S. Marre, O. Poncelet, T. Brunet, J. Leng, O. Mondain-Monval, *J. Porous Materials* 28, 249–259 (2021)

REWARD: A PHD STUDENT IN PHYSICAL CHEMISTRY

TO BE FILLED FOR SEPTEMBER 2022!

« Formulation of porous polymer materials as models for kidneys surgery »

Funding: french National Research Agency (ANR).

Location: University of Bordeaux, Centre de Recherche Paul Pascal and Laboratory of the Future

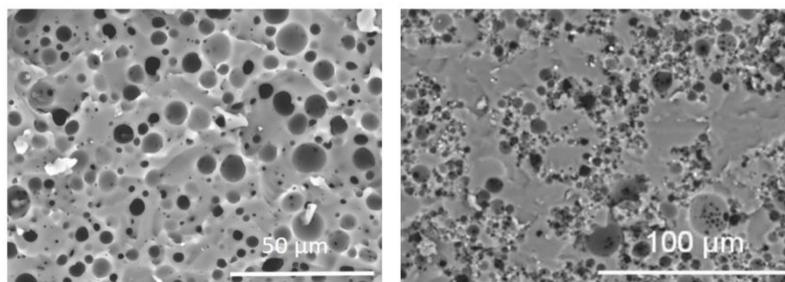
Profile sought: Master in chemistry, materials chemistry or in physical chemistry. The student should have a strong taste for multidisciplinary subjects.

Candidates should send their CV and get in touch as soon as possible with Olivier Mondain-Monval (olivier.mondain@crpp.cnrs.fr) and Jacques Leng (jacques.leng-exterieur@solvay.com)

Currently, the removal of cancerous tumors from the kidney is performed mechanically using microsurgical robots operated by surgeons. These extremely difficult technical gestures are the result of a long and costly learning before personnel are capable of intervening in the operating room. This is the context of the RHU Urology 3D project, funded by the French National Research Agency and involving several partners, including two teams from university hospitals (Bordeaux and Grenoble), five companies, a techno-center (IUT Bordeaux) and two CNRS laboratories (the CRPP and the LOF). One of the objectives of the project is to produce kidney models, based on porous and irrigated polymers, whose mechanical properties (in terms of elasticity, resistance to rupture, etc.) must be as close as possible to those of real kidneys, including the properties of the healthy or diseased parts of the organs. Ultimately, these model organs will be used to train medical personnel in robotic-assisted surgery.

The objective of the thesis is therefore the design and characterization of soft materials mimicking biological materials for organ models. Based initially on silicones, these materials will include an adjustable density of liquid or gaseous inclusions, connected or not, in order to: i) modulate the effective mechanical properties of the materials; ii) allow vascularization by microfluidic techniques; iii) mimic the release (bleeding) in the case of liquid inclusions that are degraded during surgery.

This work will be based on the results obtained previously by the team in the fabrication of porous silicone polymer materials, which are obtained by molding and polymerization of emulsions. We have indeed shown [1, 2] that by playing on the formulation, it is possible to control the degree of connection of the porosity of the materials (figure below). Moreover, the overall mechanics of the



Scanning electron microscopy pictures of porous materials made by emulsion templating/polymerisation. Left: the porosity is unconnected; Right: the pores are connected and a liquid can be injected into them.

system can also be controlled by varying the chemistry of the silicone polymers used. Finally, this formulation and characterization work will be carried out in collaboration with several postdoctoral fellows who will, among other things, have the role of characterizing the mechanical properties of real kidneys.

[1] A. Kovalenko, K. Zimny, B. Mascaro, T. Brunet, O. Mondain-Monval, *Soft Matter* 12, 5154 (2016)

[2] R. Kumar, Y. Jin, S. Marre, O. Poncelet, T. Brunet, J. Leng, O. Mondain-Monval, *J. Porous Materials* 28, 249–259 (2021)