

# Offre de thèse

## UNITE D'AFFECTATION

Code unité :  Nom de l'unité :  Département scientifique :

Directeur de l'Unité :

Personne à contacter (Nom, qualité, adresse mail) :

## CARACTERISTIQUES DU POSTE

### Type de contrat

Doctorant / Offre de thèse :

Intitulé du poste :

Date de recrutement :  Durée du contrat :  Quotité de travail:

Rémunération :

Niveau d'études souhaité :

Responsable scientifique :

### Informations à compléter pour mémoire, à reporter le cas échéant dans la rubrique compétences

Langues (à préciser) :

Niveau : Lu :  Parlé :  Ecrit :  Technique :

Autres langues :

Niveau : Lu :  Parlé :  Ecrit :  Technique :

Informatique – Logiciels demandés :

Intitulé du diplôme requis ou domaine :

### Description du sujet de thèse :

**Titre du projet : FONCTIONNALISATION DE LA SURFACE DE TITANE POUR DES APPLICATIONS BIOMÉDICALES**

#### Contexte et description du projet

Le projet porte sur la conception de nouveaux sandwichs hybrides titane (Ti)/copolymère/titane destinées aux applications biomédicales, par exemple la chirurgie maxillaire, et le contrôle de l'interface et des propriétés mécaniques de ces sandwichs. Les systèmes proposés présentent plusieurs avantages par rapport aux matériaux classiques utilisés pour les prothèses. Ce système multicouche allégé par rapport au titane seul peut présenter des conditions de résistance variable, des propriétés thermiques et acoustiques améliorées, ainsi que des propriétés mécaniques proches de celles de l'os.

L'objectif principal de cette thèse en cotutelle (IPCMS-UNISTRA et LBPS / CSPBAT-PARIS 13) est de développer de nouvelles stratégies pour concevoir des interfaces copolymère / Ti sans résine époxy (non biocompatible), souvent utilisée comme agent adhésif dans les sandwichs.

L'objectif est d'employer des couches de copolymères biocompatibles, en tant qu'adhésifs permettant d'établir une liaison forte entre le copolymère et le Ti, afin d'éviter des délaminations dans le sandwich. Deux méthodes de greffage peuvent être testées : « Grafting from » et « Grafting to ». Ces deux méthodes permettent a priori un large choix de monomères.

**“Grafting from” – IPCMS** – La modulation des propriétés des sandwiches peut être obtenue par exemple, par la variabilité de la température vitreuse du copolymère qui dépend elle-même du choix des monomères. Sur une surface de Ti modifiée par NaOH, un initiateur de polymérisation sera greffé de façon covalente par un groupe phosphonate. À partir de l'initiateur et en utilisant un procédé de polymérisation radicalaire contrôlée, des chaînes polymères linéaires de différentes masses molaires, soit homopolymères soit copolymères seront obtenues. Les monomères utilisés seront des séries méthacryliques ou acryliques telles que le méthacrylate de méthyle (MMA), le méthacrylate de n-butyle (nBMA) et l'acrylate de méthyle (MA). Un mélange de monomères sera utilisé pour la synthèse de copolymères statistiques. Les sandwiches seront ensuite préparés à l'IMET (Allemagne) en superposant des feuilles de Ti modifié et par ex. une feuille de PMMA d'épaisseur définie.

**“Grafting to” –CSPBAT** – des homo et des copolymères de 4-styrènesulfonate de sodium (NaSS) et de MA seront utilisés pour obtenir des couches polymères épaisses bioactives sur Ti. Pour cela, une molécule comprenant à la fois un groupe d'ancrage (catéchol), capable de former dans des conditions douces une monocouche stable et robuste, ainsi qu'une fonction cliquable permettant la post-fonctionnalisation modulaire et efficace de la surface de Ti sera utilisée. En parallèle, des polymères ou des copolymères portant des groupes terminaux thiol seront fixés sur la monocouche par une réaction de « clic ». Les chaînes polymères ou copolymères linéaires dotées d'extrémités thiol et de différentes masses molaires seront synthétisées par une polymérisation radicalaire contrôlée (RAFT). Les monomères utilisés seront du NaSS et / ou du MMA et un mélange de monomères pour la synthèse de copolymères statistiques.

#### **Financement**

La bourse de doctorat est entièrement financée par l'ANR –DFG (ACRONYM: BIOSMS), «Feuilles de titane / polymère conçues pour des applications biomédicales» (coordinateurs de projet: Pr. A. Carrado (France) et Pr. H. Palkowski (Allemagne)).

#### **Bibliographie**

- Vergnat V, Pourroy G, Masson P. *Polymer International* (2013), 62, 878-883.
- Reggente M, Masson P, Dollinger C, Palkowski H, Zafeiratos S, Jacomine L, Passeri D, Rossi M, Vrana N. E, Pourroy G and Carradò A: *ACS Surface and Interface*, 17/01/2018 DOI: 10.1021/acsami.7b17008.
- Reggente M, Natali M, Passeri D, Lucci M, Davoli I, Pourroy G, Masson P, Palkowski H, Hangen U, Carradò A, Rossi, M : *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. Feb 2017. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2017.05.011.
- Harhash M., Carradò A., Palkowski H. *Werkstofftechnik* (2014) 45,12,1084–109.
- Michiardi A, Héлары G, Nguyen P-CT, Gamble LJ, Anagnostou F, Castner DG, Migonney V. *Acta Biomaterialia* (2010) 6 667–675.
- Héлары G, Noirclere F, Mayingi J, Bacroix B, Migonney V. *J Mater Sci: Mater Med* (2010). 21:655–663.
- Héлары G, Noirclere F, Mayingi J, Migonney V. *Acta Biomaterialia* (2009) 5 124–133.

## **Contexte de travail :**

Cette thèse est en cotutelle entre l'Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (IPCMS)-Université de Strasbourg (UNISTRA) et le Laboratoire de Chimie, Structure et Propriétés de Biomatériaux et d'Agents Thérapeutiques (LBPS/CSPBAT) – Université Paris Nord - Paris 13. Le/la doctorant /e sera inscrit/e à l'École doctorale de physique et de chimie physique (ED182) et effectuera son travail de recherche à l'IPCMS sous la supervision du Prof. A. CARRADO (DSI), du Dr P MASSON (DMO) et du Dr G. POURROY (DCMI), et au LBPS / CSPBAT - PARIS 13 sous la supervision du Prof. V. Migonney.

Le/la doctorant /e travaillera sur une année environ six mois à l'IPCMS-UNISTRA et six mois au LBPS / CSPBAT-PARIS 13. Des collaborations avec des partenaires de recherche dans d'autres pays sont en cours et permettront au doctorant /e d'effectuer de courts séjours de recherche à l'étranger dans les universités de Claushal-Zellerfeld (Allemagne) et de Mayence (Allemagne) et à l'Université La Sapienza (Rome, Italie). L'IPCMS est une unité de recherche mixte interdisciplinaire (Université de Strasbourg - CNRS) composée de 5 départements et d'environ 240 employés, dont environ 80 chercheurs et enseignants-chercheurs et 60 membres du personnel technique. L'IPCMS est un centre de recherche renommé dans le domaine des nanomatériaux, des nanosciences et des matériaux fonctionnels situé sur le campus de Cronenbourg à Strasbourg.

## **Contraintes et risques :**

Risques liés à la synthèse chimique, à la manipulation chimique, à l'irradiation par les rayons ultraviolets et à la préparation de la section transverse des échantillons à observer par SEM.

## **Informations complémentaires :**

Le candidat doit avoir obtenu un Master 2 (ou équivalent) en sciences chimiques ou en science des matériaux. Nous recherchons un/e candidat/e au doctorat très motivé/e avec une solide expérience en science des matériaux et en science des polymères ainsi que dans les techniques de caractérisation. Il / elle devrait être capable de travailler en toute indépendance dans un environnement multidisciplinaire et avoir un esprit curieux. Une bonne connaissance de la communication écrite et orale en anglais est requise. La connaissance du français sera un atout. Le/le candidat-e doit fournir une lettre de motivation, un CV détaillé comprenant la liste des notes et les coordonnées d'une (ou deux) référence (s).