

Offre de thèse

Développement d'alliages de titane β -métastable originaux par fabrication additive pour applications biomédicales

Encadrants :

- Philippe CASTANY (MCF-HDR), INSA de Rennes, philippe.castany@insa-rennes.fr
- Thierry GLORANT (PR), INSA de Rennes, thierry.glorinat@insa-rennes.fr

Equipe de recherche :

Equipe *Chimie-Métallurgie* de l'*Institut des Sciences Chimiques de Rennes* (ISCR) <https://iscr.univ-rennes1.fr>

Date de début de thèse : octobre 2023

Salaire : 2044 € brut/mois (allocation ministère)

Description du projet :

La fabrication additive (impression 3D) d'alliages métalliques fait preuve d'un intérêt croissant depuis une quinzaine d'années, tant de la part de laboratoires de recherche que des entreprises du secteur privé. La technique la plus répandue est celle de fusion laser sur lit de poudre, qui consiste à construire une pièce en faisant fondre successivement plusieurs couches de poudre métallique à l'aide d'un faisceau laser. Cela permet notamment de construire des pièces de géométries très complexes directement aux dimensions finales. Cette technique présente un atout majeur dans le domaine de la prothèse osseuse car elle permet de fabriquer très facilement des prothèses sur-mesure adaptées à la morphologie de chaque patient. Cependant, la très grande majorité des acteurs du secteur utilisent des poudres commerciales pré-alliées qui, d'une part, contiennent des éléments chimiques non-biocompatibles susceptibles d'être relargués dans l'organisme et, d'autre part, conduisent à des matériaux ayant une rigidité trop élevée par rapport à celle de l'os. Ce dernier point entraîne un phénomène bien connu de « bouclier de contrainte » qui provoque une résorption osseuse au niveau de l'interface os/prothèse et conduit à terme à un déchaussement de la prothèse et une ré-opération du patient. Ce phénomène est surtout présent sur les prothèses sollicitées mécaniquement comme les prothèses de hanche ou les implants dentaires.

Ce projet vise à concevoir de nouveaux alliages de titane afin de palier à ces deux problèmes via une approche originale où l'opération d'alliage se fait *in situ* lors de l'impression 3D des pièces. La composition de l'alliage est ainsi ajustée au préalable par le mélange de poudres élémentaires de chaque élément en prenant soin de ne choisir que des éléments parfaitement biocompatibles (Ti, Zr, Nb, Mo, ...) et l'alliage se réalisera lors de la fusion du mélange de poudres. Compte tenu de

l'expérience de l'équipe dans le domaine des alliages de titane élaborés par voie classique, les compositions chimiques seront sélectionnées afin d'obtenir des matériaux ayant une rigidité très proche de celle de l'os, permettant ainsi d'éviter le problème de « bouclier de contrainte ».

La faisabilité de cette approche originale a été validée par une thèse Cifre soutenue en juin 2022 (Hugo Schaal) qui a prospecté ce sujet en utilisant les machines de fabrication additive d'une PME du domaine biomédical située près de Rennes. Compte tenu de ces résultats prometteurs, une machine de fabrication additive est actuellement en cours d'acquisition par le laboratoire. Le doctorant aura ainsi accès à l'ensemble des moyens d'élaboration nécessaires à ce projet et à toutes les techniques de caractérisation nécessaires (diffraction des rayons X, microscopie électronique à balayage avec EBSD, microscopie électronique en transmission, machines de traction et de fatigue, ...).

Les objectifs de ce projet sont donc de proposer des alliages de titane originaux qui sont parfaitement biocompatibles et dont la rigidité est plus adaptée à celle de l'os, tout en étant optimisés pour le procédé de fusion laser sur lit de poudre.

Une mission d'enseignement pourra également être proposée au doctorant.

Qualifications requises :

Master ou diplôme équivalent en Sciences des Matériaux. Le candidat devra avoir un goût prononcé pour les sciences expérimentales. Un bon niveau de communication en Anglais est requis.

Modalités de candidature :

Les candidatures sont à déposer sur le site de l'école doctorale uniquement :

<https://theses.doctorat-bretagneoire.fr/s3m/campagne-2023>

Menu : *UMR CNRS 6226 Institut des Sciences Chimiques Rennes (ISCR)*

Le dossier devra comprendre :

- une lettre de motivation
- un CV détaillé
- une copie du diplôme de Master ou équivalent
- un relevé de notes des deux années de Master
- une ou deux lettres de recommandation