

Stage M2

Fonctionnalisation de la surface du titane dans la phase aqueuse par l'action simultanée du rayonnement laser et d'un modifiant chimique

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, UMR CNRS 6303, Université de Bourgogne

Encadrants : Dr HDR Iryna Tomashchuk (iryna.tomashchuk@u-bourgogne.fr), Dr Nataliya Zaitseva (nataliya.zaitseva@u-bourgogne.fr), Pr Jean-Marie Jouvard (jaen-marie.jouvard@u-bourgogne.fr)

Fonctionnalisation de la surface des métaux à l'aide d'un laser permet de produire les couches d'insertion des éléments légers (des oxydes et des oxynitrures) présentant les caractéristiques morphologiques diverses et trouvant des vastes applications [1, 2]. Les travaux antérieurs ont démontré la possibilité de mener la modification chimique de la surface du titane préalablement traitée par laser nanoseconde afin d'y apporter une fonction particulière comme la superhydrophobicité [2,3]. Cette approche de modification, bien qu'efficace, est assez chronophage (elle dure plusieurs heures).

Dans le présent stage, l'efficacité de la modification chimique in-situ, c'est-à-dire pendant le traitement laser (qui est relativement rapide : 1 cm² en 10-15 minutes) sera explorée. Le traitement laser sera alors effectué dans des solutions aqueuses diluées d'un modifiant chimique (0.01 M). Réalisation de ces traitements dans la phase aqueuse permet également de capturer les nanoparticules formées à partir du métal vaporisé et de les étudier à posteriori.

Deux types de modifiants chimiques seront testés :

- un modifiant organique (l'acide octylphosphonique) qui est susceptible de se décomposer sous action du rayonnement laser, mais si greffé à la surface y apporte une fonction hydrophobe ;
- un modifiant inorganique (AgNO₃) qui est susceptible d'entrer dans la réaction d'oxydoréduction avec le milieu et le substrat, en formant les particules d'argent métallique et en apportant ainsi une fonction antibactérienne à la surface.

Les substrats traités et les nanoparticules formées dans la phase aqueuse seront étudiés avec les moyens variés comme MEB-EDS, Raman, DRX, XPS, TEM, mesure d'angle de contact etc. L'étudiant(e) obtiendra ainsi une riche expérience du travail de recherche dans le domaine des matériaux.

L'influence de la longueur d'onde du laser sur le processus de modification pourra également être étudiée par la comparaison des substrats traités avec lasers 532 nm et 1064 nm.

Ce stage se fait dans le cadre du travail collaboratif entre les groupes scientifiques de l'ICB basés au Creusot et à Chalon-sur-Saône (Pr J.M. Jouvard, Dr. L. Lavis, Dr I.Tomashchuk) et à Dijon (Dr N. Zaitseva, Pr M.C. Marco de Lucas). L'étudiant(e) sera basé(e) à Dijon, avec les déplacements ponctuels à Chalon-sur-Saône (où les lasers sont situés) et au Creusot.

¹ I. Tomashchuk, L. Kostenko, J.-M. Jouvard, L. Lavis, M. C. Marco de Lucas, Covalent grafting of alkyl chains on laser-treated titanium surfaces through silanization and phosphonation reactions, Appl. Surf. Sci. 2023, 609, 155390.

² N. Zaitseva, I. Tomashchuk, M.-C. Marco De Lucas, J.-M. Jouvard, L. Lavis, Influence of surface roughness on phosphonation and wettability of nanosecond laser-treated titanium surfaces, Adv. Eng. Mater. 2024, 2401046.

³ N. Zaitseva, I. Tomashchuk, A. Krystianiak, M. C. Marco de Lucas, V. Optasanu, J.-M. Jouvard, L. Lavis, Surf. Coat. Technol. 510, 132223 (2025).