



**CENTRALE
LYON**

Avis de Soutenance

Madame Fryni SKORDA
Ingénierie pour le vivant

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Modification de pilier d'implant dentaire en zircone pour favoriser l'adhésion des tissus mous

Travaux dirigés par Monsieur Yann CHEVOLOT et Monsieur Jérôme CHEVALIER

Soutenance prévue le **mardi 09 juin 2026** à 14h00

Lieu : Ecole Centrale de Lyon, Batiment W1, 69130, Ecully

Salle : Amphithéâtre 3

Composition du jury proposé

M. Yann CHEVOLOT	Directeur de recherche	Ecole Centrale de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon	Directeur de thèse
M. Jérôme CHEVALIER	Professeur	Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Mateis	Co-directeur de thèse
Mme Céline FALENTIN-DAUDRÉ	Professeure	Université Sorbonne Paris Nord, Institut Galilée	Rapporteuse
Mme Fouzia BOULMEDAIS	Directrice de recherche	CNRS, Institut Charles Sadron, Strasbourg	Rapporteuse
Mme Lydie PLOUX	Directrice de recherche	Université de Strasbourg, Centre de Recherche en Biomédecine de Strasbourg (CRBS)	Examinatrice
Mme Lia RIMONDINI	Professeure	Université del Piemonte Orientale, département des Sciences de la Santé (DiSS)	Examinatrice
M. Laurent GREMILLARD	Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Mateis	Invité	
Mme Emmanuelle LAURENCEAU	École Centrale de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon	Invitée	

Mots-clés : Zircone, Implant dentaire, Tissue mous, Silanisation, Interface, Bio-ingénierie

Résumé :

Les implants dentaires constituent une solution largement utilisée pour le remplacement de racines dentaires et dont le succès à long terme repose à la fois sur une ostéointégration stable et sur une intégration efficace des tissus mous péri-implantaires. Si l'ancrage osseux assure la stabilité mécanique, les tissus mous environnants forment une barrière biologique essentielle contre l'infiltration bactérienne et l'inflammation. La défaillance de cette barrière constitue un facteur majeur dans le développement de maladies péri-implantaires, telles que la péri-implantite, qui demeure l'une des principales causes d'échec implantaire. Dans ce contexte, la modification de surface apparaît comme une stratégie clé pour améliorer les performances des implants en modulant les réponses biologiques à l'interface implant-tissu. Bien que la zircone suscite un intérêt croissant en tant qu'alternative au titane en raison de ses propriétés mécaniques, de sa résistance à la corrosion et de ses avantages esthétiques, son inertie chimique rend difficile la mise en œuvre de stratégies de fonctionnalisation contrôlées et reproductibles. Cette thèse porte sur la biofonctionnalisation de surfaces en zircone 3Y-TZP destinées à l'intégration des tissus mous, avec pour objectif de développer une approche chimique contrôlée et reproductible permettant la création d'interfaces bioactives. La stratégie repose sur une approche en deux étapes comprenant la formation d'une couche organique intermédiaire par silanisation, suivie de l'immobilisation covalente d'un peptide bioactif. Une attention particulière est portée à l'optimisation des paramètres clés de la silanisation, tels que la concentration, le temps d'immersion, les conditions de recuit, le solvant et le pH, afin d'assurer la formation de couches homogènes, stables et reproductibles tout en limitant la polymérisation non contrôlée. Un protocole de pré-traitement de surface a été développé afin d'obtenir des surfaces de zircone propres, hydroxylées et reproductibles, mettant en évidence le rôle déterminant de l'état initial de surface dans l'efficacité de la fonctionnalisation. La conjugaison, basée sur un silane porteur d'un ester pentafluorophényle, a permis de générer une surface déjà activée, supprimant ainsi l'étape d'activation post-greffage et simplifiant le procédé global. L'immobilisation covalente du peptide RGDC a été réalisée avec succès et confirmée à l'aide de techniques complémentaires d'analyse de surface. La stabilité des couches fonctionnalisées a été évaluée dans des conditions cliniquement pertinentes, incluant des contraintes mécaniques et une stérilisation à l'oxyde d'éthylène, montrant une bonne robustesse. Des essais biologiques in vitro ont démontré que les surfaces modifiées sont cytocompatibles et favorisent significativement l'adhésion cellulaire par rapport à la zircone non fonctionnalisée. Ce travail propose ainsi une stratégie chimique reproductible et efficace de biofonctionnalisation de la zircone et met en évidence son potentiel pour améliorer l'intégration des tissus mous, contribuant ainsi à l'optimisation des performances à long terme des implants dentaires.

Summary:

Dental implants are a widely adopted solution for tooth replacement, with long-term success depending on both stable osseointegration and effective integration with peri-implant soft tissues. While bone anchorage ensures mechanical stability, the surrounding soft tissue forms a biological seal that protects against bacterial infiltration and inflammation. The disruption of this seal is a major factor in the development of peri-implant diseases, such as peri-implantitis, which remains a leading cause of implant failure. In this context, surface modification has emerged as a key strategy to improve implant performance by modulating biological responses at the implant-tissue interface. Although zirconia has gained increasing attention as an alternative to titanium due to its favorable mechanical properties, corrosion resistance, and aesthetic advantages, its chemical inertness presents challenges for controlled and reproducible surface functionalization. This thesis focuses on the biofunctionalization of 3Y-TZP zirconia surfaces intended for soft tissue integration, with the objective of developing a controlled and reproducible route toward bioactive interfaces. The proposed strategy relies on a two-step approach consisting of the formation of an organic intermediate layer via silanization, followed by the covalent immobilization of a bioactive peptide. Particular attention was given to the optimization of key parameters governing silane layer formation, including concentration, immersion time, curing conditions, solvent, and pH, in order to ensure homogeneity, stability, and reproducibility while limiting uncontrolled polymerization. A comprehensive surface pre-treatment protocol was established to obtain clean, hydroxylated, and reproducible zirconia surfaces, highlighting the critical role of initial surface state in functionalization efficiency. A conjugation route based on a pentafluorophenyl ester-functionalized silane enabled the formation of an already activated surface, eliminating the need for post-functionalization activation steps and simplifying the overall process. The covalent immobilization of an RGDC peptide was successfully achieved and confirmed using complementary surface-sensitive characterization techniques. The stability of the functionalized layers was evaluated under clinically relevant conditions, including mechanical stress and ethylene oxide sterilization, demonstrating good robustness. In vitro biological assays further showed that the modified surfaces are cytocompatible and significantly enhance cell adhesion compared to non-functionalized zirconia. Overall, this work establishes a reproducible and efficient chemical strategy for the biofunctionalization of zirconia surfaces and demonstrates its potential to promote favorable soft tissue integration, contributing to the improvement of long-term dental implant performance.