

Proposition de Sujet de Thèse

Intitulé de la thèse : **Élaboration de revêtements composites structurables de nitrures métalliques à fonctionnalités et propriétés ajustables**

Financement envisagé pour la thèse : Allocation École Doctorale
Date de début de la thèse envisagée : Octobre 2026
Lieu : Laboratoire Hubert Curien
 18 Rue du professeur Benoit Lauras
 42 000 SAINT-ETIENNE

Description du sujet de thèse :

Le projet NITRIMIX vise à développer une méthode innovante d'élaboration de revêtements composites homogènes structurables de nitrures métalliques (NM) aux propriétés ajustables. Les NM présentent des performances mécaniques, thermiques, chimiques et optiques remarquables. Lorsque les revêtements de NM sont micro ou nanostructurés, ils présentent de nouvelles fonctionnalités et propriétés, notamment optiques (filtrage, plasmonique) ouvrant la voie à la conception de nouveaux métamatériaux et métasurfaces. Pour ces applications, concevoir des revêtements composites structurables avec des propriétés ajustables (indice, réflectance, transmittance, conductivité, dureté, ...) devient un atout considérable pour adresser de nouvelles propriétés et fonctionnalités.

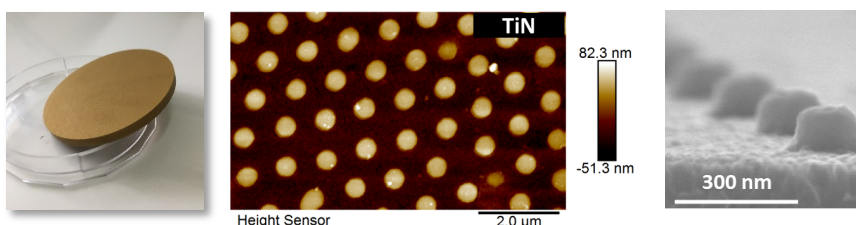
Les techniques conventionnelles de synthèse (CVD, PVD, laser pulsé) permettent d'obtenir des nitrures simples, mais ne permettent pas à notre connaissance l'obtention de revêtements composites sans îlot ou sans empilement. L'obtention de tels revêtements homogènes constitue donc un défi.

NITRIMIX propose une approche combinée sol-gel / micro-nano-impression / nitruration flash IR en atmosphère d'ammoniac. Cette stratégie permet, un mélange contrôlé des oxydes métalliques via la chimie sol-gel, la structuration directe par micro-nano-impression, sans étapes de gravure et une nitruration rapide par recuit thermique infrarouge préservant la micro-nano-structuration.

La thèse portera tout d'abord sur l'élaboration et l'étude de revêtements modèles TiN/ZrN avec des ratios variables afin de comprendre les mécanismes de nitruration, démontrer l'homogénéité des films et ajuster leurs propriétés optiques pour concevoir des métasurfaces fonctionnelles. Ce procédé sera par la suite étendu à d'autres oxydes (HfO_2 , Ta_2O_5), ce qui permettra d'élaborer de nouveaux revêtements composites et par la suite de nouvelles métasurfaces.

Profil souhaité du candidat :

Le candidat devra être issu d'un Master 2 ou de toute formation équivalente en Physique et/ou Matériaux et/ou Chimie. Il devra avoir un goût prononcé pour le travail expérimental et multidisciplinaire et devra faire preuve de rigueur.



Contacts : Dr Nicolas CRESPO-MONTEIRO [✉ nicolas.crespo.monteiro@univ-st-etienne.fr](mailto:nicolas.crespo.monteiro@univ-st-etienne.fr)
 Pr Christophe DONNET [✉ christophe.donnet@univ-st-etienne.fr](mailto:christophe.donnet@univ-st-etienne.fr)
 Dr Nadège OLLIER [✉ nadege.ollier@univ-st-etienne.fr](mailto:nadege.ollier@univ-st-etienne.fr)

Thesis Proposal:

Title of the thesis: **Development of structured composite coatings of metal nitrides with adjustable functionalities and properties**

Envisaged funding source: Doctoral School
Start date of the proposed thesis: October 2026
Location: Laboratoire Hubert Curien
 18 Rue du professeur Benoit Lauras
 42 000 SAINT-ETIENNE

Subject of the thesis:

The NITRIMIX project aims to develop an innovative method for fabricating homogeneous, structured metal nitride (MN) composite coatings with adjustable properties. MNs exhibit remarkable mechanical, thermal, chemical, and optical performance. When MN coatings are micro- or nanostructured, they offer new functionalities and properties, particularly optical ones (filtering, plasmonics), paving the way for the design of new metamaterials and metasurfaces. For these applications, designing structured composite coatings with adjustable properties (index, reflectance, transmittance, conductivity, hardness, etc.) becomes a considerable advantage for addressing new properties and functionalities.

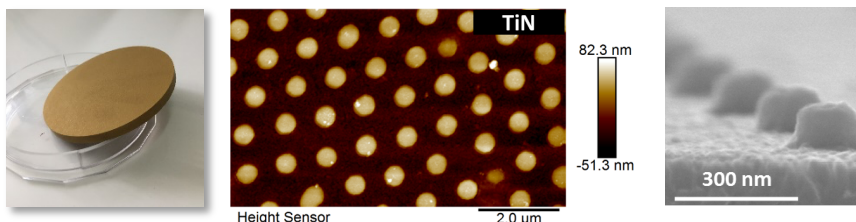
Conventional synthesis techniques (CVD, PVD, pulsed laser) allow for the production of simple nitrides, but to our knowledge, do not allow for the creation of island-free or stack-free composite coatings. Obtaining such homogeneous coatings therefore presents a challenge.

NITRIMIX proposes a combined sol-gel/micro-nano-imprinting/flash IR nitriding approach in an ammonia atmosphere. This strategy enables controlled mixing of metal oxides via sol-gel chemistry, direct structuring by micro-nano-imprinting without etching steps, and rapid nitriding by infrared thermal annealing that preserves the micro-nano-structure.

The thesis will initially focus on the development and study of model TiN/ZrN coatings with varying ratios to understand the nitriding mechanisms, demonstrate film homogeneity, and fine-tune their optical properties to design functional metasurfaces. This process will then be extended to other oxides (HfO₂, Ta₂O₅), leading to the development of new composite coatings and, subsequently, new metasurfaces.

Candidates profile:

This experimental PhD project is suitable for applicants holding a Master's degree or any equivalent training in Physics and/or Materials Science and/or Chemistry. Candidates should have a strong interest in experimental and multidisciplinary work, and demonstrate rigor.



Contacts: Dr Nicolas CRESPO-MONTEIRO [✉ nicolas.crespo.monteiro@univ-st-etienne.fr](mailto:nicolas.crespo.monteiro@univ-st-etienne.fr)
 Pr Christophe DONNET [✉ christophe.donnet@univ-st-etienne.fr](mailto:christophe.donnet@univ-st-etienne.fr)
 Dr Nadège OLLIER [✉ nadega.ollier@univ-st-etienne.fr](mailto:nadega.ollier@univ-st-etienne.fr)