

End of studies internship master cycle / Stage de fin d'études cycle master



Development and characterization of new coatings by Laser Metal Deposition Développement et caractérisation de nouveaux revêtements par projection laser

Location / Lieu

Laboratoire PIMM, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Paris 13

Duration / Durée

6 months starting February 2023 / 6 mois à partir de février 2023

ENGLISH VERSION

Project / internship description

A number of advanced reactor concepts, including small modular reactors (SMR) and GEN IV advanced reactors (e.g., sodium metal fast reactor, molten salt reactor, gas-cooled reactor) require the development of new materials able to withstand extreme operating conditions (i.e., very high-temperature, corrosive, or neutron irradiation environments). The aim of the internship is to develop new hard coatings produced by Laser Metal Deposition (LMD), an additive manufacturing process commonly used for coatings applications and component repair. The focus will be on identifying the process parameter-microstructure-functional property relationships in the 3D printed coatings. The first part of the internship will be devoted to the optimization of process parameters to achieve desired quality of coatings. The microstructure, composition, wear resistance and corrosion resistance of the produced components will be then explored.

Profile required

- Skills in Physical metallurgy, Materials characterization and/or additive manufacturing
- Taste for experimentation. The candidate will have the opportunity to deepen his expertise in the field of physico-chemical characterization (SEM/EBSD/EDS/TEM), corrosion and mechanical behavior of metallic materials
- Good interpersonal skills and team spirit
- Autonomous

VERSION FRANCAISE

Descriptif du projet / stage

Dans le domaine de l'énergie, les nouveaux concepts de réacteurs (dits de génération IV ou de fusion thermonucléaire contrôlée) requièrent le développement de nouveaux matériaux capables de résister aux conditions sévères imposées. L'objectif de ce stage est de mettre au point de nouveaux revêtements durs élaborés par le procédé de fabrication additive par fusion laser de poudre projetée (Laser Metal Deposition LMD). Ces revêtements, nécessaires pour protéger des pièces soumises à des conditions de frottement sévères, doivent par ailleurs résister aux phénomènes de corrosion, notamment à haute température ($T > 500^{\circ}\text{C}$ en atmosphère gazeuse).

Les matériaux visés sont des composites à matrice métallique. Le procédé LMD permet d'élaborer des composites et des matériaux à gradient de composition par ajout de renforts céramiques particulières de taille micrométrique voire nanométrique. Comme toutes les techniques d'élaboration, ce procédé engendre dans les matériaux élaborés des microstructures particulières, qui induisent les propriétés mécaniques ou chimiques finales. Une fois les matériaux élaborés, ils seront caractérisés du point de vue de leur microstructure pour être ensuite testés en corrosion et en tribologie. Le travail sera plus particulièrement axé sur la compréhension des relations procédé-microstructure-propriétés fonctionnelles des matériaux élaborés.

Profil recherché

Le candidat doit posséder de très bonnes connaissances en science des matériaux (métallurgie, métallurgie physique). Des prérequis spécifiques à la fabrication additive ne sont pas nécessairement demandés mais le candidat doit avoir une volonté réelle de réaliser des études expérimentales sur des matériaux métalliques (élaboration de matériaux et analyses microstructurales MEB/EDS/EBS, MET, essais mécaniques, ...). Le candidat devra faire preuve de rigueur, être méticuleux et autonome.

Candidacy / Candidature

Cover letter, CV / Lettre de motivation, CV.

Contacts

Cyril Gorny : cyril.gorny@ensam.eu

Zehoua Hamouche : zehoua.hamouche@ensam.eu

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF NEW COATINGS BY LASER METAL DEPOSITION

Cyril GORNY– Zehoua HAMOUCHE – Bassem BARKIA – Patrice PEYRE

Laboratoire PIMM, UMR 8006 Arts et Métiers-CNRS-CNAM,
151 Bd de l'Hôpital, 75013 Paris, France

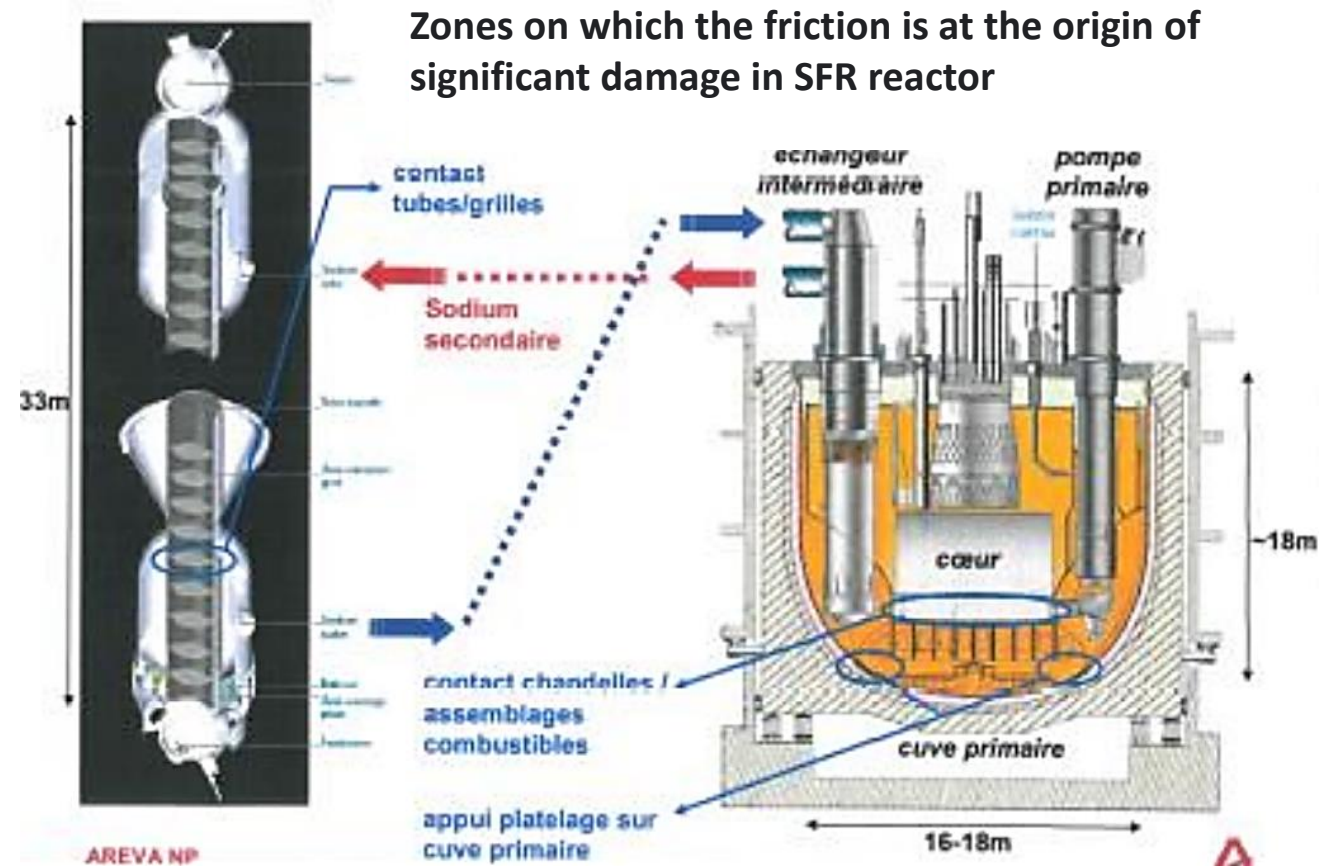
Project context

Currently, Cobalt-based alloys (Stellite 6) extensively used for coating the contact areas of moving parts of nuclear installations

Stellite provide outstanding wear resistance, and so improve component life and reduce maintenance requirements

But

- Formation of Cobalt-60, a gamma-emitting radioactive isotope => Raise the radiation exposure of workers at nuclear utilities;
- Cobalt is carcinogen element;



➔ Replacing Co-based hardfacing alloys in future nuclear reactors is highly desirable in terms of health and safety and cost, as well as long-term decommissioning.

Project context

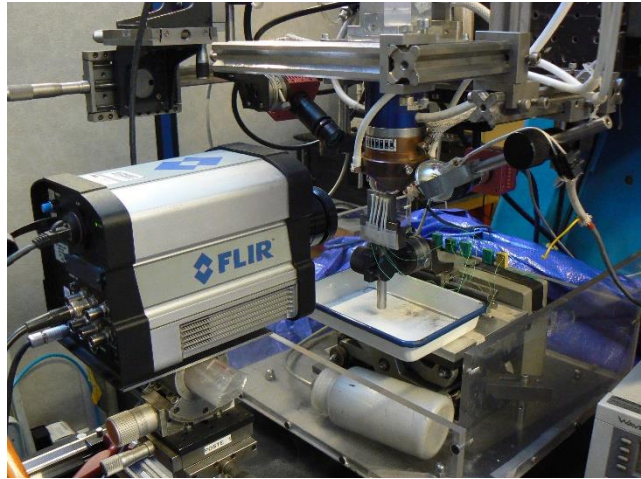
To date, alternative materials such as iron (Fe)- and nickel (Ni)-based alloys have not been able to match the outstanding properties of Stellite 6

Objective of the project

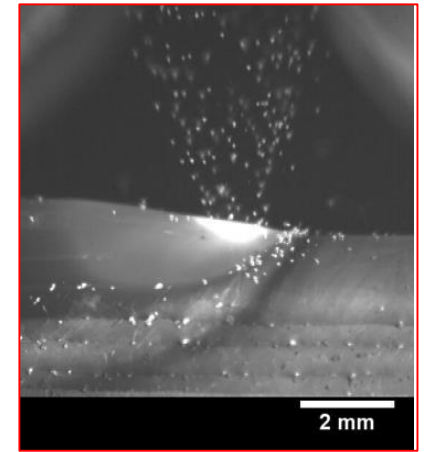
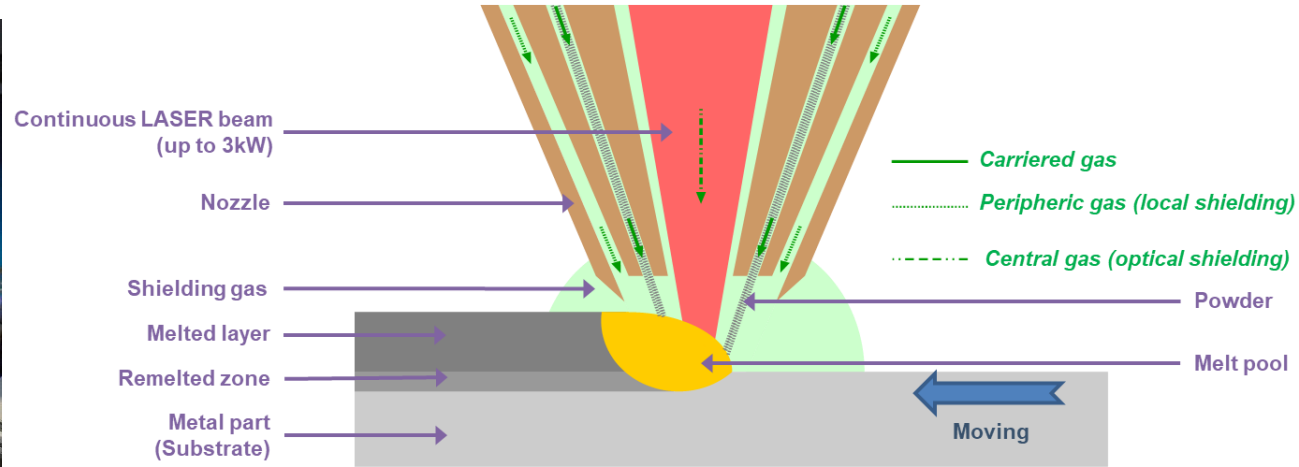
- Contribute to the replacement of the coating of Stellite 6 used in friction areas in different reactor
- Develop new hard coatings with tailored properties (Corrosion, Wear, Thermal resistance) by Laser Metal Deposition (LMD)

Additive Manufacturing Process

Laser Metal Deposition (LMD) used for coatings applications and components repair

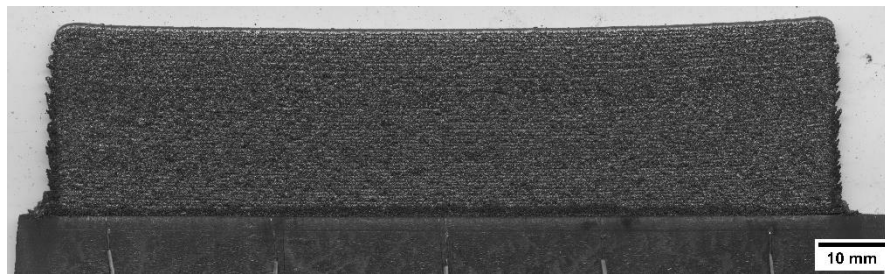


PIMM LMD facility



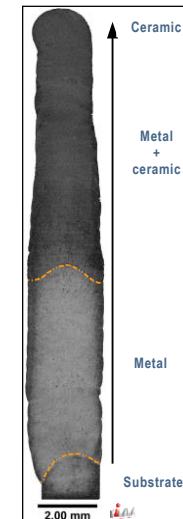
Powder stream/melt pool interaction

Examples



TiB₂ reinforced Ferritic steel composites

Graded material



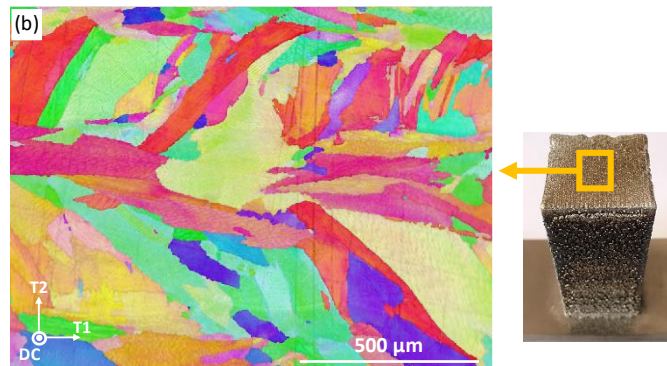
Cladding of Nickel alloy on 316L substrate

Proposal

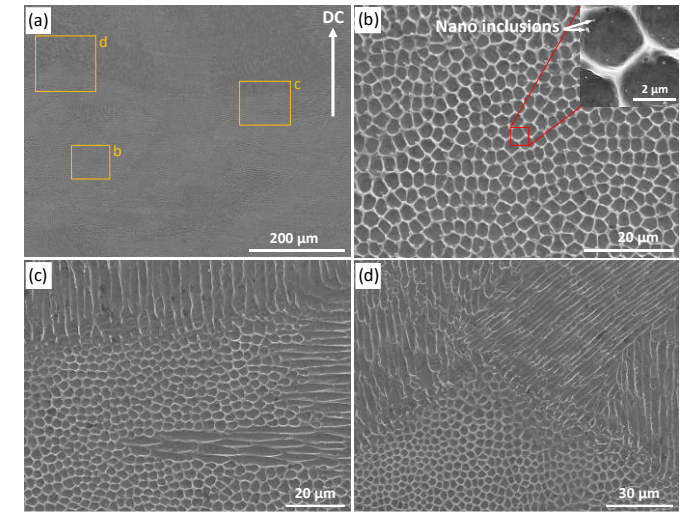
Materials : metal matrix composites

Research work :

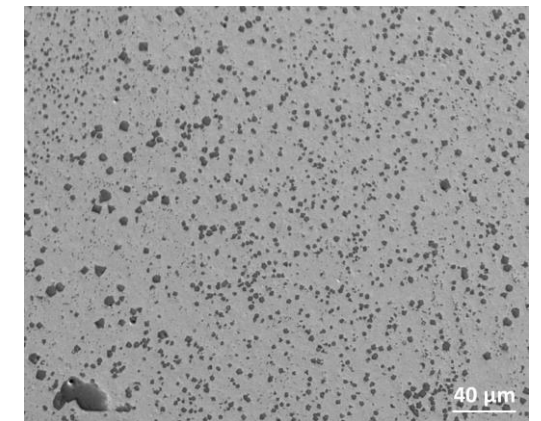
- Optimization of process parameters to achieve desired quality of coatings (PIMM LMD facility)
- Characterization of the microstructure, composition, wear resistance and corrosion resistance of the produced components
- Identifying the process parameter-microstructure-functional property relationships in the 3D printed coatings



EBSD picture



Microstructures of LMD processed 316L steel with SEM



Microstructures of LMD processed TiB_2 reinforced Ferritic steel composites