

## Proposition de stage post-doctoral

### Optimisation des propriétés mécaniques de tôles minces métalliques multicristallines

*Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, UMR CNRS 6183, équipe Etat Mécanique et Microstructure des Matériaux (E3M), Université de Nantes, 58 Rue Michel Ange, BP 420, 44606 Saint-Nazaire, France*

*Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes, UMR CNRS 6502, équipe Plasma et Couches Minces (PCM), CNRS, Université de Nantes, 2 rue de Houssinière, BP 32229, 44322 Nantes, France*

**Mots clés :** dépôts PVD, microstructures, métallurgie, caractérisations mécaniques

#### Encadrants – contacts – équipes d'accueil

- Pierre-Antoine Dubos ([pierre-antoine.dubos@univ-nantes.fr](mailto:pierre-antoine.dubos@univ-nantes.fr)) : Encadrant GeM-E3M
- David Gloaguen ([david.gloaguen@univ-nantes.fr](mailto:david.gloaguen@univ-nantes.fr))
- Baptiste Girault ([baptiste.girault@univ-nantes.fr](mailto:baptiste.girault@univ-nantes.fr))
- Mireille Richard-Plouet ([Mireille.Richard@cnrs-imn.fr](mailto:Mireille.Richard@cnrs-imn.fr)) : Co-encadrante IMN-PCM
- Pierre-Yves Jouan ([Pierre-Yves.Jouan@cnrs-imn.fr](mailto:Pierre-Yves.Jouan@cnrs-imn.fr))

L'équipe E3M du GeM s'intéresse principalement aux relations existant entre le comportement mécanique, la structure des matériaux à différentes échelles (macro-, méso- et microscopique) et les procédés de mise en forme ou encore les conditions d'utilisation. L'accent est mis en particulier sur l'analyse des états mécaniques internes générés par ces procédés. Les analyses expérimentales (à l'aide de méthodes optique - MEB - ou de diffraction des rayons X/neutrons) sont complétées par des modélisations et des simulations par des méthodes à transition d'échelles.

Les principales thématiques développées par l'équipe PCM à l'IMN concernent la synthèse de matériaux nouveaux pour leurs propriétés spécifiques optiques, électriques, magnétiques, l'étude et l'optimisation de leurs propriétés et leur mise en applications, voire le développement de méthodes nouvelles d'analyse, notamment dans le vaste domaine des nanotechnologies. Les chercheurs impliqués dans le projet ont une expérience reconnue dans la mise en forme de matériaux en couches minces par procédés plasma et sol-gel, ainsi que dans la caractérisation de ces matériaux.

#### Contexte de l'étude

Le travail proposé s'inscrit dans le projet région Pays De La Loire OPTIMUM (Optimisation des Propriétés mécaniques de Tôles minces MétaLLiqUes Multicristallines), qui vise à optimiser les propriétés mécaniques de tôles minces métalliques à microstructures contrôlées.

La miniaturisation des composants métalliques dans les domaines industriels (automobile, électronique, médical,...) entraîne une forte diminution du ratio entre la taille des cristaux et les dimensions des pièces et l'apparition d'une structure multicristalline. Ceci se traduit par une dégradation des propriétés mécaniques d'environ 30%, persistante malgré l'optimisation des processus de mise en forme (température ou chargement mécanique). L'origine de la

détérioration ces propriétés est liée au retardement de l'activation des mécanismes de déformation pour les grains surfaciques, caractéristique de l'état multicristallin (par définition un multicristal possède peu de grains dans sa section comparativement à un polycristal). L'ambition du projet est d'utiliser une méthode de dépôt physique en phase vapeur, PVD, d'un matériau sur substrat de composition chimique identique afin de restructurer la zone subsurfacique du matériau par une évolution graduelle des caractéristiques microstructurales, notamment en terme de taille de grains, et ainsi de générer une barrière adaptée à la fuite des dislocations en surface.

## **Travail à effectuer**

Afin de contrôler les substrats sur lesquels seront effectués les dépôts, un traitement thermique ayant pour buts de relaxer les contraintes de mise en forme et de contrôler la croissance granulaire sera effectué sur les différentes tôles. Les premières études ont montré que quelle que soit l'épaisseur de la tôle, les échantillons dont l'épaisseur est constituée de moins d'un certain nombre critique de grains présentent un caractère multicristallin. La caractérisation du nombre de grains dans l'épaisseur des tôles, de la texture cristallographique, de la nature des joints de grains et des surfaces libres permettra d'avoir une connaissance métallurgique approfondie des substrats. A la suite de cette étude, des essais de traction monotone en charge-décharge couplés à l'analyse des contraintes internes par diffraction des rayons X et des différents stades d'écrouissage permettront de vérifier les bornes de la transition d'échelle polycristal-multicristal. A la fin de cette première étape, les échantillons multicristallins pourront être choisis afin d'être optimisés. Des dépôts PVD seront alors réalisés sur chaque face des substrats sélectionnés selon différentes stratégies puis l'ensemble couche-substrat sera caractérisé mécaniquement pour en évaluer l'efficacité. L'analyse microstructurale de ces ensembles sera réalisée par différents moyens de caractérisation (DRX, MEB, EBSD, TEM)

## **Profil recherché**

Le niveau du candidat recherché est celui d'un docteur dans le domaine de la science des matériaux et/ou de la mécanique. Des compétences significatives sur les matériaux métalliques sont également nécessaires et le candidat devra montrer un fort intérêt pour la mise en place minutieuse d'essais mécaniques, de caractérisations microstructurales et l'analyse de leurs résultats.

## **Informations complémentaires**

Durée : 1 an.

Début souhaité : début septembre ou début octobre 2019.

Date limite de candidature : fin juillet 2019

Rémunération : 2100 euros net par mois

Pour candidater, envoyer CV, lettre de motivation, ainsi que les coordonnées du directeur de thèse à **Pierre-Antoine Dubos**, [pierre-antoine.dubos@univ-nantes.fr](mailto:pierre-antoine.dubos@univ-nantes.fr) (tél. : 02.72.64.87.51)