

## Proposition de thèse

### MISE AU POINT DE PROCÉDES DE STRUCTURATION DE L'ACIER PAR GRAVURE SECHE ASSOCIEE A DES TRAITEMENTS THERMOCHIMIQUES

#### Contexte

Le projet SPOT sélectionné par l'ANR dans le cadre de l'AAP générique 2017 vise la mise au point de procédés de gravure sèche pour fonctionnaliser la surface de pièces en acier grâce à la création de motifs à l'échelle submicronique. Des traitements thermochimiques par plasma seront couplés à ces gravures pour renforcer les motifs et assurer leur durabilité, ou bien pour réaliser une structuration à double échelle comme celle présente sur la feuille de lotus. Les fonctionnalités nouvelles ou optimisées ont de larges applications en optique (anti-contrefaçon, décoration, ...) et en tribologie (anti-traces de doigt, anti-bactéries, gestion des frottements, ...). Le consortium du projet implique trois laboratoires de recherche (IJL, C2N, IMN) et un industriel (SILSEF).

#### Sujet de thèse

Cette thèse est une co-tutelle IJL/C2N. Nous proposons au candidat de développer des procédés de gravure réactive par plasma halogéné de la surface d'aciers inoxydables austénitiques et martensitiques à l'échelle micrométrique et/ou nanométrique. Il réalisera ce travail au C2N (Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies ; Université Paris-Saclay) où il disposera d'un équipement de gravure ICP/RIE et de moyens de caractérisation de la phase plasma et des motifs réalisés (sondes ioniques, spectroscopie optique d'émission, spectrométrie de masse, MEB, AFM, profilométrie...). Il travaillera en étroite collaboration avec un post-doctorant, recruté à l'IMN (Institut des Matériaux Jean Rouxel ; Université de Nantes), dont les activités porteront principalement sur le développement d'un modèle de gravure permettant d'appréhender de façon exhaustive les mécanismes d'interaction plasma-surface qui se produisent au cours du procédé. Les verrous technologiques et scientifiques résident dans la complexité du matériau à graver (poly-atomique, poly-cristallin, joints de grain, effets magnétiques), et l'obtention d'un masquage très sélectif adapté à la géométrie des pièces.

A l'IJL (Institut Jean Lamour ; Université de Lorraine), le doctorant appliquera des traitements thermochimiques (nitruration, carburation) par plasma et à basse température sur les substrats d'acier structurés. La problématique est de permettre, à minima, de conserver les propriétés des motifs créés par gravure et donc les fonctionnalités visées, tout en renforçant globalement la structure afin d'améliorer la durée de vie des pièces. La résistance à la corrosion des matériaux traités est également un enjeu important. Après traitement, le doctorant devra donc s'impliquer dans la caractérisation des échantillons :



Institut Jean Lamour



- Topographie de surface et dimensions des motifs renforcés: profilométrie tactile, microscopie confocale, microscopie interférométrique en lumière blanche, AFM, MEB, MET
- Aspect chimique et structural : métallographie, micro et nano-dureté, DRX, microsonde de Castaing, SIMS, SDL
- Résistance à la corrosion : mesures électrochimiques stationnaires, spectroscopie d'impédance électrochimique
- Mouillabilité : mesure d'angle de contact sur banc Digidrop
- Etudes tribologiques : frottement de type pin-on-disc

**Mots clés** : gravure par plasma, acier inoxydable austénitique, acier inoxydable martensitique, surfaces fonctionnelles, structuration submicronique, traitement thermochimique, tribologie, optique

**Profil** : le (la) candidat(e) devra être titulaire d'un Master 2 en physique, physique des plasmas, sciences des matériaux ou d'un diplôme d'ingénieur. Une connaissance et pratique des plasmas, traitements et caractérisation des surfaces seraient fortement appréciées. Des capacités de synthèse, rédactionnelles et relationnelles sont requises. Le (la) candidat(e) devra savoir s'organiser, faire preuve d'autonomie tout en ayant une expérience du rendre compte dans le cadre du consortium.

**Financement** : équivalent à celui d'une bourse ministérielle (1400 euros nets par mois)

**Direction de thèse** : Thierry Czerwiec (IJL) ; 0372743944 / [thierry.czerwizec@univ-lorraine.fr](mailto:thierry.czerwizec@univ-lorraine.fr)

**Co-encadrement** : Grégory Marcos (IJL) ; 0372742491 / [gregory.marcos@univ-lorraine.fr](mailto:gregory.marcos@univ-lorraine.fr)

Stephane Guilet (C2N) ; 0169636071 / [stephane.guilet@c2n.upsaclay.fr](mailto:stephane.guilet@c2n.upsaclay.fr)

**Démarrage** : à partir de décembre 2017