

Sujet de stage Master 2

Année universitaire 2020-21

Les phases multi-interstitiels : une nouvelle approche de l'optimisation des propriétés de surface des alliages de titane

Encadrant(s)	PICHON Luc	DROUET Michel	
Equipe(s)	SIMAC	SIMAC	
Partenaire (indust. ou académique)	oui	DTU Danemark	
Poursuite en thèse ?	Oui (si financement complété)		
Financement thèse	½ Labex + ½ restant à trouver		
Mots clés	interstitiels	titane	diffusion
	micro/nanodureté	traitement plasma	

Description du sujet

Contexte : Le titane et ses alliages sont très largement utilisés dans nombre d'applications en aéronautique demandant une grande résistance mécanique pour une faible masse. La présence à leur surface d'oxydes passivant en fait aussi des matériaux de choix pour des applications demandant une forte résistance à la corrosion, comme par exemple l'industrie chimique. Enfin, sa biocompatibilité désigne le titane comme matériau de choix pour nombre d'applications médicales comme par exemple les prothèses osseuses. Malheureusement, le titane et ses alliages souffrent de piètres propriétés tribologiques qui limitent leur utilisation. Améliorer ces propriétés constitue donc un enjeu technologique majeur. Les traitements thermochimiques de surface permettent de répondre à ce défi. Nous avons développé, en collaboration avec le département d'ingénierie mécanique de l'université technologique du Danemark un procédé de traitement de surface multi interstitiels, basé sur l'insertion simultanée d'azote, d'oxygène et de carbone, qui permet une amélioration significative de la dureté sur des épaisseurs d'intérêt technologique, i.e. la centaine de μm . Les mécanismes mis en jeu dans le durcissement et la diffusion couplée des interstitiels restent cependant mal connus. Notre étude a pour objectif d'établir des relations entre la teneur en interstitiels et la dureté et de modéliser les processus mis en jeu lors de la diffusion.

De plus, lors de ces traitements thermochimiques, conserver les propriétés de cœur du matériau constitue un défi majeur. Outre la dureté, nous nous attacherons à déterminer l'influence de ces traitements sur la résistance à la traction et la durée de vie en fatigue.

Programme de travail : le but du stage est de déterminer les paramètres contrôlant la diffusion lors du traitement thermo-chimique assisté par plasma du titane et de son alliage le plus répandu (TA6V). Pour cela, des traitements thermo-chimiques de surface, selon des protocoles spécifiques dont certaines étapes pourront utiliser des isotopes rares de l'oxygène (^{18}O) et de l'azote (^{15}N) seront réalisés au sein du Département de Physique et Mécanique des Matériaux (DPMM) de l'Institut Pprime (<https://pprime.fr/?q=fr/recherche-scientifique/d1>), équipe SIMAC. Les modifications de surface seront réalisées dans un réacteur de traitements de surface assistés par plasma existant au laboratoire. Les microstructures des couches de surface ainsi obtenues seront ensuite caractérisées par microscopie optique, microscopie électronique à balayage (MEB). Leur structure cristallographique sera déterminée par diffraction des rayons X ; la concentration et la pénétration en profondeur des interstitiels seront déterminées par spectroscopie de décharge lumineuse ou par spectroscopie en énergie/en longueur d'onde de rayons X (EDS / WDS) au MEB. Les profils de dureté, en relation avec les profils de concentration et les microstructures, seront obtenus par micro-indentation Vickers et/ou nano-indentation.

Sur les échantillons dédiés, des mesures de répartition isotopique des interstitiels azote et oxygène permettront de mieux comprendre les synergies de diffusion.

Profil du candidat

Les missions demandées requièrent une appétence pour les travaux expérimentaux.

Contacts :

Luc Pichon

luc.pichon@univ-poitiers.fr

Michel Drouet

Michel.Drouet@univ-poitiers.fr