

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

Stage Master2 ou Ecole d'Ingénieur, spécialité Sciences des Matériaux

Encadrants : Dr Michel DROUET, Pr Luc PICHON

Contact : Michel Drouet, michel.drouet@univ-poitiers.fr; Tél : +33 (0)5 49 49 66 32

Durée du stage : 4 à 6 mois sur la période février – septembre 2019

Rémunération : 620 € / mois

Mots clés : Titane, traitement de surface, plasma

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 font 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 thermo-chimiques de surface permettent de répondre à ce défi. Par exemple, la nitruration gazeuse ou assistée par plasma permet d'obtenir une couche de surface composée de différents nitrures, TiN et Ti₂N, matériaux très dur et présentant de très bonnes propriétés tribologiques. Cependant, la faible dureté du substrat sous-jacent conduit à un effet « coquille d'œuf » et une détérioration dramatique des composants sous fortes contraintes.

L'Université Technologique du Danemark (DTU) a récemment breveté un procédé de traitement de surface multi interstitiels basés sur l'insertion de d'azote, d'oxygène et de carbone qui permet d'obtenir une couche de diffusion durcissante sans avoir l'effet « coquille d'œuf ». Le stage s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre le Département d'Ingénierie Mécanique de DTU et le Département de Physique et Mécanique des Matériaux (DPMM) de l'Institut Pprime (<https://pprime.fr/?q=fr/recherche-scientifique/d1>) visant à optimiser les paramètres de traitement et modéliser les processus mis en jeu lors de la diffusion.

Programme de travail : le but du stage est de déterminer les paramètres de traitement thermo-chimique assisté par plasma du titane et de son alliage le plus répandu (TA6V) permettant d'aboutir à une couche de diffusion tout en évitant la formation de composés de type oxydes, nitrures ou carbures. L'ensemble des expériences seront réalisées au sein du DPMM, équipe SIMAC. Les traitements de surface seront menés sur 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. Des mesures de dureté permettront de remonter à leurs propriétés mécaniques.