

Offre de stage
Ecole des Mines de Saint-Etienne
Laboratoire Georges Friedel (LGF) CNRS UMR 5307

Frittage micro-ondes de composites cermet titane/zircone pour applications biomédicales

Le titane et la zircone sont des matériaux particulièrement étudiés et utilisés dans le domaine biomédical pour les implants dentaires et orthopédiques. Leur utilisation monte en puissance ces dernières années en raison de l'évolution de la réglementation qui conduit à l'abandon de certains matériaux (alliage chrome/cobalt par exemple). Les alliages de titane se caractérisent par une résistance spécifique élevée, une bonne résistance à la corrosion et un faible module d'Young. La zircone se distingue parmi les céramiques techniques par un très bon compromis entre résistance et ténacité mais présente un module d'Young pour les applications orthopédiques et dentaires trop élevé (en comparaison aux valeurs de l'os). Un composite cermet (céramique/métal) titane/zircone présente l'intérêt d'obtenir un bon compromis ténacité, résistance et bas module d'Young avec deux matériaux ayant une excellente biocompatibilité.

La fabrication de matériaux céramiques se décompose selon les trois étapes suivantes : synthèse d'une poudre, mise en forme de la pièce par voie sèche (pressage) ou par voie humide (mise en suspension de la poudre) et enfin traitement thermique de consolidation à haute température (appelé frittage). Les cermets sont également fabriqués de cette manière en partant d'un mélange de poudres céramiques et métalliques. Dans la littérature, quelques auteurs ont élaboré des composites titane/zircone et ont constaté un phénomène de diffusion atomique au niveau des interfaces céramique/métal. Il en résulte l'apparition de phases secondaires qui peuvent fragiliser le matériau final. C'est pourquoi l'utilisation d'un procédé de frittage rapide apparaît intéressant pour diminuer le temps de maintien des pièces à haute température, et donc éventuellement diminuer la diffusion atomique aux interfaces. Le frittage micro-ondes semble pertinent car il permet d'atteindre des vitesses de chauffage élevées. De plus, le chauffage micro-ondes résulte d'une interaction micro-ondes/matériaux et dépend donc des propriétés des matériaux (en particulier propriétés diélectriques et magnétiques des matériaux). Le chauffage micro-ondes d'un cermet peut donc donner lieu à des interactions particulières.

Le laboratoire Georges Friedel est spécialisé dans la science des matériaux. L'activité de recherche autour des céramiques se structure autour des procédés innovants de mise en forme et de frittage (en particulier, fabrication additive et frittage micro-ondes). L'activité autour de la métallurgie traite du développement de nouveaux alliages pour diverses applications. Le laboratoire souhaite travailler sur des matériaux cermets en appliquant les procédés innovants de la métallurgie des poudres.

L'objectif de ce projet est donc de travailler sur le frittage micro-ondes de pièces cermet en utilisant les dispositifs micro-ondes du laboratoire. Ce stage s'inscrit dans une collaboration avec le laboratoire MATEIS, situé sur le campus de la Doua à Villeurbanne. Le laboratoire MATEIS est un laboratoire de science des matériaux avec différentes équipes dont une équipe

Céramique. Il dispose donc d'une plateforme de traitements thermiques équipée de fours de frittage sous contrainte et notamment un SPS (Spark Plasma Sintering). Cette méthode de frittage rapide va permettre d'élaborer des échantillons et de les comparer à ceux frittés par micro-ondes. Des déplacements (notamment en début de stage) seront à prévoir dans ce laboratoire. Les différents objectifs du stage sont :

- Préparer les mélanges de poudre et mettre en forme des pièces par pressage
- Préparer des pièces par frittage SPS (Spark Plasma Sintering) en guise de référence
- Mettre en place une série de traitements thermiques de frittage sous micro-ondes en choisissant les paramètres du traitement thermique
- Caractériser les pièces obtenues : densité, observation par microscopie électronique à balayage, diffraction aux rayons X.

L'objectif est donc d'étudier l'apport du frittage micro-ondes par rapport à un autre procédé de frittage rapide (SPS) sur le contrôle des interfaces (présence de phases secondaires ?).

Disciplines : Science des Matériaux

Mots clés : cermet, métallurgie des poudres, frittage micro-ondes, frittage SPS, caractérisations microstructurales

Durée : 3 à 6 mois

Indemnités : environ 550 euros / mois

Lieu : Ecole des Mines de Saint-Etienne, 158 cours Fauriel, 42023 SAINT-ETIENNE Cedex
Quelques déplacements seront à prévoir au laboratoire MATEIS (campus de la Doua à Villeurbanne)

Profil du (de la) candidat(e) : Etudiant(e) niveau M1 ou M2, ou 4^{ème} ou 5^{ème} année en Ecole d'ingénieur en spécialité Science et Génie des Matériaux, avec une bonne connaissance générale des matériaux (et idéalement des procédés céramiques) et un goût prononcé pour le travail expérimental

Responsables du stage : Clémence Petit (EMSE), Julien Favre (EMSE) et Sandrine Dankic-Cottrino (INSA Lyon).

Candidatures : CV, lettre de motivation et dernier bulletin de notes à envoyer à Clémence Petit (clemence.petit@emse.fr).