



## DEPARTEMENT PMDM : PROCEDES METALLURGIE DURABILITE MATERIAUX

## PROPOSITION STAGE M2 - SAFRAN

TITRE	<b>Réalisation et évaluation de différents de Composites à Matrice Métalliques (CMM) préparés par la technologie SPS (Spark Plasma Sintering)</b>
CONTEXTE	Ce projet s'inscrit dans le contexte global consistant à améliorer les performances de paliers utilisés dans les moteurs aéronautiques et permettant d'assurer une fonction autolubrifiante à sec, i.e. sans avoir recours à l'ajout d'un fluide lubrifiant, pouvant travailler en continu à haute température (300-400°C). Les développements récents dans la littérature mettent en œuvre des matériaux frittés constitués en règle générale d'une matrice ductile (base nickel, cobalt ou acier), d'une charge dure permettant d'éviter l'usure, et une charge dispersée ayant des propriétés autolubrifiantes (WS <sub>2</sub> , MoS <sub>2</sub> , h-BN, CaF <sub>2</sub> , BaF <sub>2</sub> ). Ainsi, leur densification par SPS peut permettre une mise en œuvre simplifiée et des performances accrues pour ce type d'applications.
OBJECTIFS	Dans le cadre de ses activités de recherche et développement, Safran Tech identifie et met à l'épreuve des concepts Matériaux et Procédés innovants pouvant permettre d'accroître les capacités techniques des entités du groupe Safran dans le domaine des paliers secs A ce titre, l'utilisation du Spark Plasma Sintering dans le but de densifier des matériaux composites à matrice métallique est un axe d'étude prometteur.
DESCRIPTION	<p>Cette étude se décompose en trois phases successives.</p> <p><b>Phase 1 : Etude bibliographique.</b> Il s'agit de réaliser un état de l'art bibliographique portant sur la fabrication de composites à matrice métallique (CMM) en réponse aux propriétés autolubrifiantes recherchées. Puis une recherche plus spécifique sur les différentes formulations de CMM, leurs moyens de mise en œuvre ainsi que de leurs propriétés de résistance au fretting sera menée. Enfin l'influence des procédés de la Métallurgie des Poudres dont la technologie SPS, sur les propriétés mécaniques et les microstructures sera étudiée en comparaison avec celles habituellement induites par l'utilisation des voies dites conventionnelles.</p> <p><b>Phase 2 : Etude de poudres CMM à formulations optimisées.</b> En s'appuyant sur la bibliographie précédemment réalisée, les systèmes matériaux les plus appropriés à l'application seront retenus et les poudres correspondantes approvisionnés. L'enjeu est dans un premier temps de reproduire les matériaux pour ceux déjà densifiés par SPS, et de développer un cycle optimisé pour ceux ne l'étant pas aujourd'hui. Plusieurs systèmes différents (5 au minimum) seront étudiés en vue d'être produits sous la forme de pastilles de dimensions réduites.</p> <p>Les études SPS comprendront des ajouts en proportion croissante de charges autolubrifiantes qui seront progressivement incorporées à la matrice. Il s'agit de réaliser une étude de densification par SPS des différents mélanges de poudres CMM en travaillant notamment sur l'optimisation des paramètres SPS influençant la densification, l'impact de ces derniers sur la microstructure (porosité, phases...) ainsi que la réponse aux propriétés de lubrification. L'enjeu est ici de limiter la température et le temps de densification afin de réduire les risques d'interaction charge/matrice.</p>



PHYSIQUE – CHIMIE INGENIERIE	NANOSCIENCES – PHOTONIQUE – SCIENCES DES MATERIAUX & CARACTERISATION
	<p><b><u>Phase 3 : Évaluation des formulations CMM optimisées en vue d'un changement d'échelle.</u></b></p> <p>Cette partie de l'étude s'attachera à retenir le système autolubrifiant le meilleur en vue de son application et de travailler sa mise en forme par SPS selon des formes exploitables sur application, i.e. sous la forme de bagues annulaires. Pour se faire, l'outillage SPS devra être désigné, usiné et testé sur ces configurations. Les démonstrateurs ainsi produits seront caractérisés et comparés aux matériaux produits en phase 2.</p>
RESPONSABLE(S)	<p>Noms : Prof. F. Bernard (ICB-uB) / Dr. P. Sallot (Safran) Email : <a href="mailto:fbernard@u-bourgogne.fr">fbernard@u-bourgogne.fr</a> Sayens assurera la gestion financière et administrative de ce projet collaboratif uB/Safran.</p>
MOYENS / LIEU	<p>Mise en œuvre d'une part, des différents procédés (broyeur planétaire, SPS, HIP, ...) afin de produire des matériaux denses à microstructure contrôlée et, d'autre part, des moyens de caractérisation physico-chimique des matériaux en termes de composition chimique, de phases et la morphologie (SEM, TGA, XPS, XRD, XRF).</p> <p>Maison de la Métallurgie – ICB UMR 6303 CNRS – 64, Rue de Sully 21000 Dijon</p>