PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Laboratoire Génie de Production (LGP)
Université de Technologie Tarbes Occitanie Pyrénées (UTTOP)

Étude de l'impact de l'état de surface sur le comportement tribologique des pièces FA vers une optimisation de la conception

Contexte :

Cette thèse se déroule dans le cadre du projet ECUME financé par la Région Occitanie et le projet NUTTeO dont l'UTTOP est lauréat en août 2023 de l'appel à projets "Excellence sous toutes ses formes – ExcellencES" » du Programme Investissements d'Avenir (PIA4). Le projet ECUME est porté par un consortium de deux groupes de recherche du Laboratoire Génie de Production (LGP) à Tarbes : le Gr D²PAM et le Gr TM²P.

Le procédé de fabrication additive par fusion laser sur lit de poudre (PBF-LB/M) produit des pièces de formes complexes avec des défauts tel que les porosités, ainsi qu'un mauvais état de surface, tous deux néfastes à la tenue en service des pièces sollicitées en frottement.

Afin d'améliorer la rugosité de surface, plusieurs processus de parachèvement sont utilisés : mécanique, chimique, électrolytiques ou encore des dépôts de revêtements sur la surface brute.

Ce projet explore l'impact des opérations de parachèvement sur les performances tribologiques des pièces fabriquées par fusion laser sur lit de poudre (PBF-LB/M), un procédé en expansion dans l'aéronautique, l'aérospatiale et le médical.

Objectifs et déroulement de la thèse :

La Fabrication Additive PBF-LB/M permet de créer des pièces complexes et compactes, mais présente des défis liés à la rugosité élevée de surface et aux défauts sous-surface, impactant les performances en tribologie. En surface, la poudre frittée cause une rugosité gênante pour l'assemblage et le mouvement relatif des pièces. En dessous, une couche de défauts et fissures dégrade le comportement mécanique. Sous cette dernière couche, le matériau est dense à 99,7 % mais contient des défauts aléatoires. Ainsi, les pièces obtenues par PBF-LB/M

nécessitent des parachèvements (sablage, usinage, etc.) et parfois un traitement thermique pour améliorer ses propriétés mécaniques.
Ces pièces sont couramment utilisées dans les domaines aéronautique, aérospatiale, automobile et médical. Les matériaux concernés par cette étude sont le Ti6Al4V et les alliages d'aluminium.

Le projet vise à étudier l'impact des opérations de parachèvement (polissage, microbillage, usinage et anodisation) sur le comportement tribologique (frottement, usure et adhésion) des pièces fabriquées par fusion laser sur lit de poudre (PBF-LB/M). L'influence de chaque procédé sur la rugosité, la microstructure et les contraintes résiduelles sera étudié afin de mieux comprendre l'usure.
Les objectifs secondaires incluent l'analyse des changements microstructuraux et topographiques induits par chaque opération de parachèvement, ainsi que l'identification des mécanismes d'accommodation et des mécanismes d'usure en fonction des paramètres de parachèvement. Les résultats permettront d'établir des règles métier pour optimiser la conception des pièces et guider les choix de post-traitement. En maîtrisant ces aspects, les industriels pourront prolonger la durée de vie des pièces tout en répondant aux exigences de durabilité et de compétitivité.

Le travail de thèse s'étend sur trois ans et peut être résumé dans les points suivants :

- *Étude de l'état de l'art*
- *Fabrication des échantillons et caractérisation initiale :*
  - Fabrication de pièces en Ti6Al4V et en alliage d'aluminium par le procédé PBF-LB/M.
  - Parachèvement par polissage, microbillage, usinage et anodisation.
- *Essais tribologiques et analyse des résultats intermédiaires :*
  - Caractérisation initiale : Analyse de surface (MEB, EDX, EBSD) pour mesurer l'effet de chaque process de parachèvement.
  - Tests tribologiques : Mesures du COF et des résistances à l'usure et à l'adhésion sous différentes conditions d'environnement, à l'aide de tribomètres adaptés.
- *Modélisation, analyse finale, élaboration des règles métier pour la conception :*
  - Modélisation thermomécanique des comportements tribologiques pour prédire l'évolution des propriétés en fonction du temps et des environnements d'application.
  - Élaboration et rédaction des règles métier pour la conception des pièces FA en se basant sur le comportement tribologique établi.

Mots clés : Fabrication Additive PBF-LB/M, Parachèvement, Comportement tribologique, Usure, Frottement, Optimisation en conception.

Profil du candidat :

- Formation en génie mécanique/Sciences des matériaux (diplôme d'ingénieur ou Master) avec une appétence marquée pour l'expérimentation.
- Connaissances souhaitées en fabrication additive, procédés de parachèvement et tribologie.
- Intérêt pour la fabrication additive métallique.
- Capacité à travailler en collaboration, avec différents partenaires des deux Gr D²PAM et TM²P au LGP.
- Capacité de s'investir pleinement dans le sujet, esprit d'analyse, rigueur scientifique et expérimentale.
- Bon niveau d'anglais (lecture et rédaction de publications scientifiques).

Encadrement et lieu d'accueil :

Le doctorant recruté sera inscrit à l'école doctorale MEGeP. La thèse sera dirigée par Maher BAILI, co-dirigée par Karl Delbé et co-encadrée par Mohamed Abid et Foued ABROUG. Les travaux se déroulent au Laboratoire Génie de Production (LGP – UTTOP). La fabrication des pièces PBF-LB/M sera réalisée à la plateforme CEF3D de l'UTTOP et les essais tribologiques à la plateforme tribologie de l'UTTOP.

Salaire brut : 2300 €/mois.

Candidature :

Vous pouvez candidater jusqu'au 30/10/2026 pour un début de thèse à partir du 1er décembre 2026, en adressant votre CV détaillé, une lettre de motivation et vos derniers résultats académiques à :

maher.baili@uttop.fr ; mohamed.abid@uttop.fr ; foued.abroug@uttop.fr ; karl.delbe@uttop.fr