

Analyse des essais Micromécaniques à haute Vitesse et leur Application dans l'étude du lien entre microstructure et résistance à l'Érosion des revêtements pour applications aéronautiques.

Contexte :

L'érosion par particules solides est un phénomène d'endommagement présent sur de nombreuses pièces de moteurs d'aéronefs (turbines, compresseurs, ...). Les particules impactent les différentes parties du moteur à grande vitesse et engendrent des dommages particulièrement marqués lors des phases de décollage / atterrissage en terrain accidenté, vols au-dessus de zones volcaniques ou désertiques. Parmi les solutions matériaux & procédés, les revêtements sont particulièrement intéressants car économiques et avec des propriétés mécaniques adaptables aux conditions de sollicitation. À travers une collaboration entre l'entreprise Safran Tech et le Laboratoire Georges Friedel (LGF), spécialiste des essais micromécaniques en conditions extrêmes, le projet de thèse s'inscrit dans la conception de nouvelles microstructures conférant au revêtement les propriétés requises pour résister à l'érosion solide.

Objectif :

L'objet de ce travail de thèse sera d'explorer les relations microstructures-propriétés mécaniques de revêtements céramiques micrométriques en vue d'optimiser leur résistance à l'érosion solide pour des applications aéronautiques. La méthodologie mise en place pour quantifier ces propriétés mécaniques aux petites échelles combinera des essais expérimentaux dits de nano/micromécaniques (nanoindentation, « micro-pillar splitting », « micro-cantilever bending ») dans des conditions représentatives de l'érosion solide (sollicitation oblique, hautes vitesses de déformation, haute et basse températures) et des simulations numériques adaptées à la description des processus de fissuration (modèles de zones cohésives, XFEM). Les résultats obtenus dans le cadre de cette thèse répondront à des questions d'intérêt académique tout en étant de première utilité à Safran pour concevoir des pièces aéronautiques plus résistantes et durables.

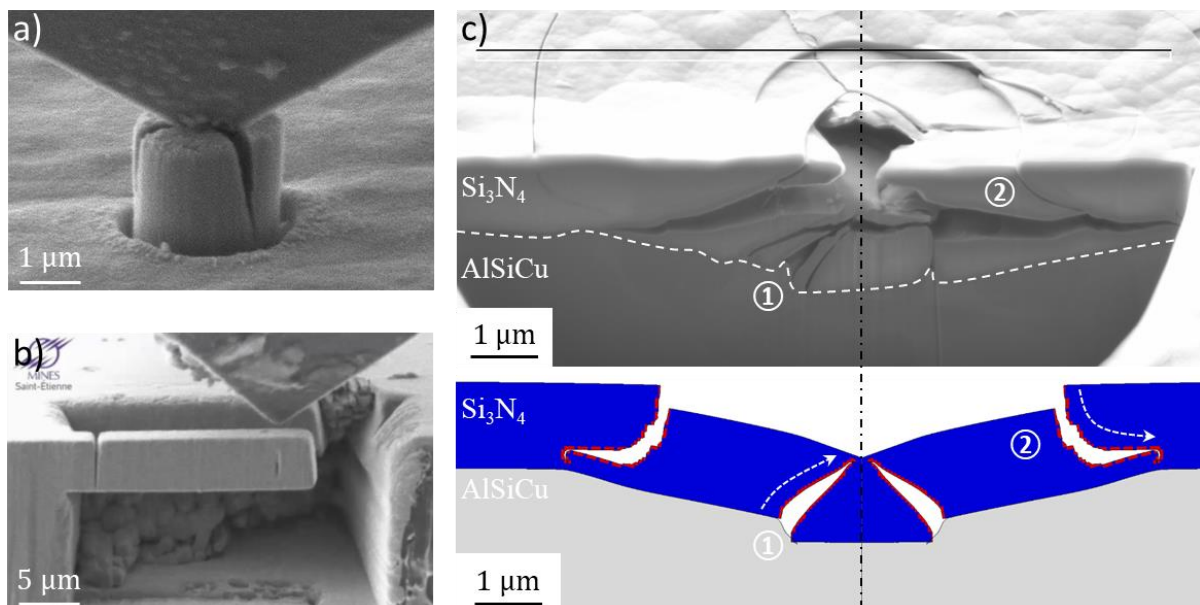


Fig. 1. Expertise du LGF en matière d'essais micromécaniques et de simulations numériques pour décrire la fissuration. a) Essai de « micro-pillar splitting » effectué sur un pilier de silice. b) Essai de « micro-cantilever bending » effectué sur une poutre usinée dans une couche mince d'outil coupant. c) Essai de nanoindentation effectué sur un revêtement de Si_3N_4 accompagné de son jumeau numérique reproduisant le processus de fissuration par un modèle de zones cohésives sous XFEM [RUS22].

Informations générales :

Lieu : Ecole des Mines de Saint-Etienne + missions ponctuelles à Safran Tech (région parisienne)

Financement : DGA + SAFRAN

Responsables scientifiques : Guillaume Kermouche et Marjorie Cavarroc

Type de Contrat : Thèse

Durée : 36 mois

Salaire : > 1850 € net / mois.

Date de fin de candidature : 31/05/2024

Date de démarrage : Automne 2024

L'équipe d'encadrement :

Les essais expérimentaux et les simulations numériques seront réalisés au Laboratoire Georges Friedel LGF (Mines Saint-Etienne) sous la direction de Guillaume Kermouche, avec des missions ponctuelles à Safran Tech sous la direction de Marjorie Cavarroc.

Ce que nous offrons :

Une formation à la pointe de la nano/micromécanique des matériaux aux petites échelles avec une application concrète dans les domaines de l'aéronautique et de la défense, un programme de recherche stimulant et enrichissant, un large réseau international avec les meilleurs scientifiques du domaine.

Profil du candidat :

- Ingénieur et/ou Master 2 en mécanique/science des matériaux
- Forte appétence pour l'expérimental
- Gout pour la modélisation et la simulation numérique
- Bon niveau d'anglais
- Capacité à travailler en équipe et à exposer son travail
- Esprit de synthèse/qualité rédactionnelle

Le candidat devra fournir un CV détaillé, une lettre de motivation, les relevés de notes des deux dernières années et des lettres de recommandation.

Contacts :

Guillaume KERMOUCHE, LGF Mines Saint-Etienne, kermouche@emse.fr

Morgan RUSINOWICZ, LGF Mines Saint-Etienne, morgan.rusinowicz@emse.fr

Marjorie CAVARROC, Safran Tech, marjorie.cavarroc@safrangroup.com

Damien HERISSON, Safran Tech, damien.herisson@safrangroup.com

Références :

[BRE20] Breumier, S., Sao-Joao, S., Villani, A., Lévesque, M., & Kermouche, G. (2020). High strain rate micro-compression for crystal plasticity constitutive law parameters identification. *Materials & Design*, 193, 108789.

[GUI22] Guillonnet, G., Sao Joao, S., Adogou, B., Breumier, S., & Kermouche, G. (2022). Plastic Flow Under Shear-Compression at the Micron Scale-Application on Amorphous Silica at High Strain Rate. *JOM*, 74(6), 2231-2237.

[RUS22] Rusinowicz, M., Parry, G., Volpi, F., Mercier, D., Eve, S., Lüders, U., ... & Verdier, M. (2022). Failure of a brittle layer on a ductile substrate: Nanoindentation experiments and FEM simulations. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 163, 104859.

[WID22] Widmer, R. N., Groetsch, A., Kermouche, G., Diaz, A., Pillonel, G., Jain, M., ... & Michler, J. (2022). Temperature-dependent dynamic plasticity of micro-scale fused silica. *Materials & Design*, 215, 110503.