

Proposition de sujet de Post-doc

Compréhension de la tribochimie des revêtements DLC (Diamond-Like-Carbon) : Apport des spectroscopies de perte d'énergie des électrons (TEM/EELS, REELS)

Mots-clés du projet :

Réactivité de surface des revêtements DLC, propriétés mécaniques des DLC, spectroscopies de perte d'énergie des électrons (TEM/EELS *ex situ*, REELS *in situ*).

Contexte du projet

Le LABEX MANUTECH-SISE, laboratoire d'excellence du site Lyon – St-Etienne, offre un environnement national et international de tout premier plan, favorable à la formation et à la recherche en science et ingénierie des surfaces et des interfaces. Le projet de recherche «SurfChem DLC» est porté par l'axe 3, intitulé « Surfaces multifonctionnelles », qui développe une approche interdisciplinaire, multifonctionnelle et multi-échelles pour l'optimisation de propriétés de surface soumises à des sollicitations spécifiques, telles que celles rencontrées dans le domaine de la tribologie.

Objectifs du Post-doc

La lubrification par voie solide et voie liquide joue un rôle essentiel dans la diminution de la consommation d'énergie et de l'usure des pièces mécaniques. En raison de l'importance croissante des revêtements Diamond-Like-Carbon (DLC) dans les secteurs du transport et de l'éolien, il est primordial de comprendre leurs mécanismes de réduction de frottement afin d'optimiser leurs performances tribologiques.

Nous avons montré récemment que les revêtements DLC de type ta-C (carbone amorphe tétraédrique sp³ non hydrogéné) très rigide lubrifié en présence de l'additif ZDDP (zinc-dialkyldithiophosphate) présente une usure importante, associée à l'absence de formation de tribofilm¹. L'usure est liée à une réactivité préférentielle entre les atomes de soufre libérés par le ZDDP et les atomes de carbone réactifs formés sur la surface du ta-C. A contrario, les DLC moins durs et DLC hydrogénés présentent des usures plus faibles et la formation de tribofilms dérivés du ZDDP avec des coefficients de frottement plus élevés. Ainsi, la décomposition des molécules de ZDDP apparait régie principalement par la pression de contact à l'échelle des aspérités portantes. Cependant, l'effet du soufre est également à considérer car il influe sur la formation du tribofilm ou à une usure importante et entraîne une modification des propriétés du matériau à l'échelle nanométrique. Le transport du soufre en surface et sous-surface dépend à la fois de la rigidité et de la chimie de surface.

Dans ce contexte, l'objectif principal du projet SurfChem DLC est d'étudier le changement des propriétés mécaniques et de la chimie de surface des revêtements DLC induit par les réactions tribochimiques avec des additifs de lubrification, en particulier les additifs soufrés et phosphorés largement répandus dans les lubrifiants industriels. Des essais sur différents types de DLC (a-C, a-C:H et ta-C) seront réalisés sur la plateforme de Tribologie Analytique en Environnement Contrôlé (TAEC) qui permet de mener des expériences de sollicitation mécanique en environnement contrôlé (pression de gaz, nature du gaz, température) couplées à de l'analyse chimique de surface *in situ* par spectroscopie XPS, et très prochainement spectroscopie Auger AES et perte d'énergie des électrons par réflexion REELS. Des observations *ex situ* en microscopie électronique analytique à transmission (TEM/EELS) compléteront ces analyses.

Des calculs en mécanique du contact et des simulations en dynamique moléculaire (MD) et chimie quantique seront menées en collaboration par le groupe du Pr. Michael Moseler (IWM Freiburg) pour étudier l'effet de la pression de contact locale et du cisaillement au niveau des aspérités sur la cinétique de décomposition chimique des additifs. In fine, le projet "SurfChem DLC pourrait ouvrir la voie à l'optimisation de surfaces DLC multi-fonctionnelles, accordant propriétés mécaniques et chimie de surface, dans le but de mieux maîtriser le frottement et l'usure de ces technologies.

Profil recherché

Formation : PhD en science des matériaux ou en sciences analytiques.

Compétences : Solides connaissances en caractérisations des matériaux et analyses de surface attendues. Une expérience dans les techniques de caractérisation utilisées dans le projet sera appréciée

Candidature : Les candidats intéressés enverront un court CV (incluant la liste des articles/communications) + une lettre de motivation + une lettre de recommandation, par email à maria-isabel.de-barros@ec-lyon.fr et karine.masenelli-varlot@insa-lyon.fr.

Durée et financement du Post-doc : 18 mois et environ 2750 €/mois fonction de l'expérience professionnelle.

1.V. Salinas Ruiz, et al., "Interplay of mechanics and chemistry governs wear of DLC coatings interacting with ZDDP-additivated lubricants"; *Nature Communications* (2021), 12(1):4550, DOI: 10.1038/s41467-021-24766-6.

Environnement de travail : Laboratoire LTDS (<http://ltds.ec-lyon.fr/spip>) et laboratoire MATEIS (<https://mateis.insa-lyon.fr/>).