

Avis de Soutenance

Madame Laura GOEURY

Matériaux

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
*Développement de nouveaux dépôts d'argent électrolytiques par des procédés non polluants :
validation de leurs performances pour des applications de connectique*
dirigés par Monsieur Gaylord GUILLONNEAU et Monsieur Siegfried FOUVRY

Soutenance prévue le **mardi 02 décembre 2025** à 10h00

Lieu : 36 Av. Guy de Collongue Ecole centrale de Lyon Laboratoire de tribologie et dynamique des
systèmes Bâtiment W1 69130 Écully

Salle : Amphi 2

Composition du jury proposé

M. Gaylord GUILLONNEAU	Ecole Centrale de Lyon	Directeur de thèse
Mme Caroline RICHARD	Ecole Polytechnique de l'université de Tours	Rapporteuse
M. Erwann CARVOU	Université de Rennes	Rapporteur
M. Siegfried FOUVRY	Ecole des Mines de Paris	Co-directeur de thèse
M. Marc VERDIER	Grenoble INP	Examineur
M. Karl DELBÉ	Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes	Examineur
Mme Cécile LANGLADE	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard	Examinatrice
M. Philippe GENDRE	AST-PEM	Co-encadrant de thèse
Mots-clés : Fretting, Argent, Electrodeposition, Cyanure-Free, Cyanure, Vieillessement		

Résumé :

Dans le secteur automobile, et plus particulièrement en connectique, les connecteurs sont soumis à des vibrations lors de leur utilisation, engendrant des phénomènes d'usure par fretting. Pour améliorer leur tenue et retarder les défaillances électriques, ils sont généralement revêtus d'argent ou d'or. L'entreprise AST-PEM, spécialisée dans le dépôt électrolytique en reel-to-reel (bobine à bobine), est à l'origine de ce projet de thèse, avec pour objectif de supprimer totalement l'utilisation de composés cyanurés dans ses procédés de fabrication de dépôts argentés. Bien que des alternatives sans cyanure existent, elles ne permettent pas d'atteindre des performances industrielles équivalentes et sont souvent trop contraignantes. Ces travaux de thèse ont permis la formulation d'un procédé d'argenture sans cyanure, offrant des performances au moins équivalentes à celles du procédé cyanuré. Il a été démontré que la taille moléculaire des complexants est un paramètre essentiel pour optimiser les densités de courant limite. Les dépôts obtenus issus du procédé d'argenture sans cyanure présentent un aspect équivalent à ceux du procédé cyanuré, tout en respectant les exigences du cahier des charges. Ce nouveau procédé permet d'obtenir des dépôts plus durs, avec une morphologie de grains plus fine. Les études tribologiques, appliquées sur des revêtements fabriqués par procédé cyanuré ou sans cyanure, ont mis en évidence que la force d'adhérence de l'argent sur le système influence fortement l'endurance électrique du contact (ECR). L'ajout d'une sous-couche de cuivre entre le nickel et l'argent améliore cette adhérence, en limitant les phénomènes de déplacement chimique et augmente l'endurance ECR, avec une épaisseur optimale identifiée à 0,2 μm . En dessous de cette épaisseur optimale, l'adhérence est insuffisante ; au-delà, le cuivre contamine le contact. Le vieillissement appliqué à ces dépôts (à 150°C pendant 1-150 jours) accentue les phénomènes de délamination (en l'absence de cuivre). Il n'affecte pas les propriétés mécaniques du procédé cyanuré, mais diminue la dureté du dépôt sans cyanure (phénomène de recristallisation), réduisant ainsi l'endurance ECR. La diffusion du cuivre est observée dans les deux systèmes, mais elle est plus rapide dans le procédé sans cyanure en raison de sa microstructure, caractérisée par une densité élevée de joints de grains. Le procédé sans cyanure présente à 0 jours et dans les premiers jours de vieillissement, des performances en endurance ECR supérieures grâce à sa dureté plus élevée, réduisant les phénomènes de soudure à froid et la vitesse d'usure. Avec le temps, les performances électriques des deux procédés deviennent équivalentes, en raison de la recristallisation de la couche sans cyanure et de la présence d'oxydes de cuivre affectant de manière similaire les interfaces. L'utilisation d'un brillanteur dans les bains d'argenture a également montré un impact significatif sur les propriétés des dépôts : rugosité, taille des grains, dureté. Dans le procédé cyanuré, il améliore l'endurance ECR en limitant l'usure ; alors que dans le procédé base sans cyanure, il augmente la dureté, limite les phénomènes de soudure à froid et réduit la vitesse d'usure, maximisant ainsi l'endurance ECR. En conclusion, le procédé d'argenture base sans cyanure constitue une alternative prometteuse au procédé cyanuré, avec des performances mécaniques et tribologiques équivalentes, voire supérieures, tout en répondant aux enjeux environnementaux et industriels.