

# Etude d'un procédé de connectique sans soudure : vieillissement de connectiques pressfit

**Abdoulaye THIAM WENTCHANDI**

Sous la direction de M. Verdier et F. Volpi ; co-encadré par C. Ginet

**Vendredi 10 mars 2023 à 9h00**

Salle conférence bâtiment André RASSAT

## **Jury :**

Philippe GENDRE, DOCTEUR EN SCIENCES, PEM	Examineur
Muriel VERON, PROFESSEUR DES UNIVERSITES, Grenoble INP	Examineur
Yves BIENVENU, PROFESSEUR EMERITE, MINES ParisTech	Examineur
Olivier THOMAS, PROFESSEUR DES UNIVERSITES , Aix-Marseille Université	Rapporteur
Damien FABREGUE, PROFESSEUR DES UNIVERSITES, INSA Lyon	Rapporteur

**Résumé :** Les alliages d'étain sont largement utilisés pour réaliser des brasures de connexion de composants ou de connecteurs électriques. Ils sont généralement déposés sous forme de films minces. A la surface de ces dépôts, il peut apparaître, au cours du vieillissement, des whiskers (longs filaments monocristallins de diamètres micrométriques).

La compréhension des paramètres-clés à l'origine de la formation de ces whiskers sur des films minces d'étain électrodéposés sur des substrats en alliage de cuivre (généralement utilisé en connectique automobile type pressfit) est d'une importance capitale. En effet, ces whiskers peuvent générer des courts-circuits entre connecteurs, ce qui affecte la fiabilité de ces systèmes de connectique. Plusieurs paramètres physico-chimiques intrinsèques (épaisseur et type d'étain, croissance de composés intermétalliques, présence d'une sous couche barrière de diffusion, ...) et extrinsèques (conditions environnementales, contrainte en compression, ...) jouent un rôle important.

Dans ce travail, nous avons tout d'abord identifié les différentes cinétiques de croissance des composés intermétalliques au sein de la couche d'étain à l'aide de caractérisations microstructurales réalisées sur trois types d'étain (mat, brillant et surfondu). Nous avons aussi corrélié ces observations aux densités de whiskers obtenues pour différentes épaisseurs d'étain électrodéposés. D'autre part en utilisant la méthode des  $\sin^2\psi$  en diffraction des rayons X, les mesures de contraintes résiduelles dans l'étain nous ont montré que la couche reste généralement sous contrainte de compression.

En absence de sous-couche nickel agissant comme barrière de diffusion, les analyses ont montré que l'augmentation de l'épaisseur de dépôt de 0,5 à 4 $\mu$ m diminue considérablement la densité des whiskers pour les trois types d'étain (mat, brillant et surfondu) car les couches épaisses relaxent mieux les contraintes de compression, conséquences de la formation de composés intermétalliques cuivre-étain (principalement Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>). La présence d'une sous-couche nickel élimine totalement la croissance des whiskers.

Par ailleurs, l'étude du produit fini issu d'un procédé 'pressfit' (connecteur étamé inséré en force dans un circuit-imprimé) nous a permis de mettre en évidence que, malgré la présence d'une sous-couche

de nickel, des whiskers se sont développés sur l'étain qui est extrudé lors de l'insertion du pressfit. Enfin, les analyses en microdiffraction Laue nous ont permis de montrer qu'uniquement de l'étain pur est extrudé et que la croissance de whiskers sur ces copeaux est entre autre la conséquence d'un champ de contraintes résiduelles élevé. La grande taille des grains de l'étain extrudé semble montrer que des mécanismes de recristallisation dynamique ont certainement opéré.