

Offre de contrat post-doctoral en mécanique des matériaux

Modélisation de la fiabilité de circuits imprimés sous chargements thermiques : confrontation numérique et expérimentale

Lieu : LEM3, Université de Lorraine, 7 rue Félix Savart, 57070 Metz

Démarrage du contrat : octobre 2024

Financement : Le post-doctorat est financé pour une durée d'un an par le projet ANR JCJC EMICI <https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE08-0007>.

Salaire net : 2280€

Encadrement : Gautier Girard (porteur ANR JCJC, Chercheur), Marion Martiny (Professeur), Sébastien Mercier (Professeur)

Mots-clés : Circuits imprimés, Simulations thermomécaniques, Interfaces

Contexte et descriptif du sujet :

Les tendances de miniaturisation des appareils électroniques poussent les industriels du circuit imprimé à la limite de leur savoir-faire. Lors de leur utilisation, les circuits imprimés (PCB, Printed Circuit Board) sont soumis à des chargements thermiques, du fait de l'échauffement de l'électronique ou de son environnement. Or les PCB sont des assemblages de différents matériaux aux propriétés mécaniques diverses, et ces chargements thermiques mènent à l'apparition de contraintes importantes lors de leur utilisation, allant parfois jusqu'à la décohésion des interfaces entre cuivre et substrat isolant ou encore jusqu'à la rupture des pistes conductrices. La souveraineté française et européenne en matière d'électronique est un enjeu crucial et le projet s'inscrit dans cette ambition.

L'équipe de recherche se concentre sur la fiabilité des circuits imprimés pour des applications à haute valeur ajoutée. A la suite d'un projet Labcom LEMCI, une chaire industrielle est en cours pour mieux appréhender l'ensemble des thématiques fiabilité au sein des PCB (<https://labcom-lemci.univ-lorraine.fr/fr/presentation-de-la-chaire-circuits-imprimes/>). La spécificité de l'équipe de recherche est de traiter la problématique des fiabilités des PCB sous le prisme de recherches fondamentales en mécanique des matériaux.

Au cours du projet ANR JCJC EMICI et de travaux antérieurs, les propriétés mécaniques des matériaux et des interfaces ont pu être caractérisées. Le post-doctorat proposé s'intègre au projet en utilisant l'ensemble des propriétés caractérisées pour modéliser des configurations particulières de circuits imprimés. Un challenge réside dans les dimensions d'un PCB. L'épaisseur est faible devant les dimensions dans le plan. Par ailleurs, les PCB concernés contiennent un grand nombre de couches (entre 10 à 20 couches). Prédire le comportement d'un tel assemblage multi-matériaux par éléments finis s'avèrent couteux si l'on veut mailler l'ensemble de la structure aux différentes échelles. En effet, un PCB fait plusieurs dizaines de centimètres pour des couches de l'ordre de 30 microns et des largeurs de pistes d'environ 200 microns.

L'objectif du travail est de pouvoir tester l'ensemble des avancées du projet au sein d'une configuration de circuits imprimés. Un premier volet concernera la modélisation de configurations locales, au niveau des points sensibles du circuit imprimé (par exemple trous traversants). Les simulations auront pour but d'intégrer à la fois le comportement thermo-viscoélastique des substrats, le comportement élasto-plastique du cuivre (écrouissage cyclique) et des éléments cohésifs au niveau des interfaces. Des modèles réduits ou homogénéisés de ces configurations critiques sont attendus. **Des stratégies EF couplées à une IA** sont tout à fait envisageables pour gérer les multiples configurations possibles. Dans un second volet, il est envisagé de modéliser une carte complète, en utilisant les résultats de l'étape 1. En effet, les dimensions des PCB (plusieurs dizaines de cm dans le plan et une épaisseur d'un millimètre intégrant des dizaines de couches) rendent impossible une simulation EF qui tienne compte de l'ensemble des échelles. Dans une troisième partie, grâce aux différents partenariats liés sur cette thématique (notamment le groupe Cimulec), un circuit imprimé réel sera défini et fabriqué. Ce PCB sera soumis à des essais de vieillissement en enceinte climatique. Le projet nécessite des développements numériques et comporte un aspect expérimental important. Un résultat secondaire de ce travail concernera la prédiction de la déformée du PCB après les opérations de fabrication. En effet, les circuits imprimés n'étant pas des assemblages symétriques équilibrés, des déformations résiduelles apparaissent suite à leur fabrication.

Profil :

Nous recherchons un(e) candidat(e) ayant un doctorat en mécanique des matériaux, ayant un goût affirmé pour la simulation numérique. Une bonne expérience du logiciel ABAQUS est demandée (ou autre logiciel de modélisation par éléments finis). Une bonne pratique de l'anglais sera un plus.

Candidature : Merci d'envoyer par e-mail un CV et une lettre de candidature.

Contact :

Gautier Girard	gautier.girard@univ-lorraine.fr	03 72 74 78 05
Marion Martiny	marion.martiny@univ-lorraine.fr	03 72 74 78 13
Sébastien Mercier	sebastien.mercier@univ-lorraine.fr	03 72 74 78 19