

## Proposition de thèse (CIFRE) H/F

*Mise en œuvre et caractérisation de matériaux polymères présentant un comportement « auto cicatrisant » pour assurer les fonctions d'isolation électrique des modules de puissance intégrés*

Ref JCB\_PhD\_2019LAPLACE

<u>Partenaire industriel:</u>	MITSUBISHI ELECTRIC R&D CENTRE EUROPE (MERCE) 1 allée de Beaulieu, CS 10806, 35708 Rennes Cedex 7, France Site web: <a href="http://www.mitsubishielectric-rce.eu/">http://www.mitsubishielectric-rce.eu/</a>
<u>Partenaire académique</u>	Université Paul Sabatier, Laboratoire Laplace UMR 5213 31062 Toulouse Cedex 9, France
<u>Type de contrat:</u>	CDD de 3 ans, démarrage prévu en octobre 2019
<u>Référence:</u>	JCB_PhD_2019LAPLACE
<u>Thème de recherche:</u>	Matériau isolant auto-cicatrisant pour l'électronique de puissance
<u>Sujet proposé par:</u>	Julio Brandelero, Mitsubishi Electric R&D Centre Europe, Rennes Jeffrey Ewanchuk, Mitsubishi Electric R&D Centre Europe, Rennes
<u>Et</u>	Gilbert Teyssedre, Laboratoire LAPLACE, Toulouse Vincent Bley, Laboratoire LAPLACE, Toulouse

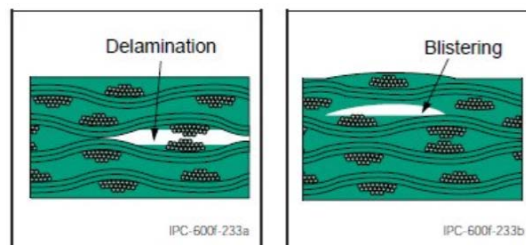
## **Contexte de la thèse:**

Le vecteur électricité, et par conséquent les convertisseurs statiques, prennent une place croissante dans notre environnement quotidien, qu'il s'agisse de mobilité, d'applications domotiques, de santé, etc. Les convertisseurs statiques doivent assurer la conversion de l'énergie électrique dans un volume de plus en plus réduit et avec une fiabilité exigée qui ne cesse de croître.

Dans un convertisseur statique d'énergie électrique, le composant actif à base de semi-conducteur constitue la brique de base. Ce composant se trouve naturellement entouré de fonctionnalités liées à sa commande, son refroidissement (transfert et diffusion du flux de chaleur), son isolation électrique, son maintien mécanique, son herméticité... qui constituent autant de problématiques que l'on résume sous le vocable générique de « packaging » (boîtier) de composants. La notion de mutualisation est utilisée pour permettre en une seule étape technologique d'assurer de façon collective cet ensemble de fonctions.

Les composants actifs de puissance ont des performances sans cesse croissantes (cas des composants grand gap par exemple). Ces performances imposent des contraintes autour du semi-conducteur, une réduction des éléments qualifiés de parasites. Comme exemple, on peut citer la température de fonctionnement plus élevée du composant qui, si elle permet sans doute de réduire la taille des refroidisseurs, introduit une concentration du flux de chaleur qu'il faut malgré tout dissiper.

Dans le même ordre d'idées, on peut également mentionner la présence de gradients thermiques importants qui peuvent être à l'origine de délaminations ou de vieillissement prématuré de l'assemblage du composant avec son environnement et conduire à une rupture diélectrique. Le temps de délamination est une mesure du temps nécessaire pour que l'une des interfaces matrice / matrice, renfort / matrice ou matrice / cuivre se sépare ou se délamine, Figure 1.



Adapted from IPC-A-600

Figure 1: Norme IPC de l'Acceptabilité des Circuits Imprimés

## **Sujet de la thèse:**

Dans le cas où les fonctions mécaniques et électriques doivent être assurées, il est évident qu'une défaillance mécanique mineure peut entraîner une défaillance de type électrique majeure (décharges partielles, rupture diélectrique) en mettant en jeu l'intégrité de l'ensemble du système de conversion.

Ainsi, on conçoit qu'un matériau apte à corriger un défaut « mécanique » pourra limiter l'impact sur les propriétés électriques requises et permettre ainsi d'envisager d'améliorer fiabilité et disponibilité du système dans lequel il intervient.

Les grandes questions que l'on se pose sont d'identifier dans quelles mesures les capacités d'auto-cicatrisation de matériaux d'un point de vue mécanique se retrouvent du point de vue diélectrique, ainsi que de déterminer des matériaux d'intérêt pour des applications à l'isolation dans les composants actifs.

## **Proposition de déroulement de la thèse**

### Démarrage:

A partir d'octobre 2019

### Temps de présence :

Principalement au laboratoire Laplace à Toulouse (75% du temps).

Des visites régulières sont prévues à Mitsubishi Electric R&D Centre Europe, Rennes.

### Programme de travail & rapports

Le programme de travail se découpe comme suit:

Lot 1: Identification de principes et matériaux compatibles

Lot 2: Mise en œuvre de matériaux

Lot 3: Réalisation de démonstrateurs

R: Rédaction de thèse

Rapports mensuels (1 page) et réunions trimestrielles (alternativement à Toulouse et à Rennes).

## **Compétences requises :**

- Diplôme d'Ingénieur ou Master universitaire avec une orientation en Science de Matériaux ou Génie Electrique.
- Expérience dans un environnement recherche académique ou industrielle
- Connaissances scientifiques généralistes solides et ouverture pluridisciplinaire (électrique, mécanique, thermique, mathématique)
- Des compétences en électronique de puissance seraient un plus
- Qualités de communication et de rédaction en anglais
- Motivation et dynamisme pour travailler dans un environnement de recherche
- Ouverture d'esprit
- Capacité à travailler dans un environnement multiculturel et international

**Merci d'adresser CV et lettre de motivation en format pdf par mail (en précisant en objet : votre nom et la référence JCB\_PhD\_2019LAPLACE) au contact suivant:**

[jobs@fr.mercede.mee.com](mailto:jobs@fr.mercede.mee.com)

## **Références bibliographiques:**

1. D.G. Bekas, K. Tsirka, D. Baltzis, A.S. Paipetis, "Self-healing materials: A review of advances in materials, evaluation, characterization and monitoring techniques", *Composites Part B* 87, 92-119, 2016.
2. J.H. Tortai, A. Denat, N. Bonifaci, "Self-healing of capacitors with metallized film technology: experimental observations and theoretical model", *J. Electrostatics* 53, 159-169, 2001.
3. R. Rhodes, I. German, S. Basu, G.C. Stevens, "Self-healing materials for autonomous cable repair", *CIREC, Open Access Proc. J.*, Vol. 2017, Iss. 1, pp. 420–423, 2017.
4. I.N.N. Jahnavi, B.R. Bhanuprasad, S. Pavan, M.S. Koti, "Self-healing in electrical domain", *Internat. J. Scientific & Eng. Research*, Volume 7, pp. 197-201, 2016.