

## Proposition de thèse (CIFRE) H/F

*Exploration des solutions auto-cicatrisantes  
pour des transistors de puissance métallisés Aluminium*

Ref JCB\_PhD\_2020\_CEMES

Partenaire  
industriel:

MITSUBISHI ELECTRIC R&D CENTRE EUROPE

1 allée de Beaulieu, CS 10806, 35708 Rennes Cedex 7, France

Site web: <http://www.mitsubishielectric-rce.eu/>

Partenaire  
académique

CEMES - Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales –CNRS

29 Rue Jeanne Marvig, 31055 TOULOUSE Cedex 04

Site web: <http://www.cemes.fr/>

Type de contrat:

CDD de 3 ans, dès que possible

Référence:

JCB\_PhD\_2020\_CEMES

Thème de  
recherche:

Fiabilité des composants de puissance

Sujet proposé par:

Julio BRANDELERO, Mitsubishi Electric R&D Centre Europe, Rennes

Jeffrey EWANCHUK, Mitsubishi Electric R&D Centre Europe, Rennes

Et

Marc LEGROS, CEMES-CNRS, Toulouse

## Contexte de la thèse:

Les applications de l'électronique de puissance se sont développées dans de nombreux domaines tels que la domotique ou la conversion d'énergie, mais leur fiabilité est essentielle pour les applications de transport et les applications off-shore. Anticiper ou même prévenir leur défaillance est un problème technique clé.

Ces dernières années, plusieurs faiblesses ont été identifiées dans la structure des MOSFET et des IGBT de puissance à base de Silicium, et certaines solutions ont été trouvées pour augmenter leur résistance à la rupture (brasage, boîtier, etc.). Cependant, le vieillissement de la métallisation de la source, principalement constituée d'Aluminium ou d'alliage d'Aluminium, a persisté en tant que phénomène intrinsèque, ce qui dégrade les performances électriques du dispositif au fil du temps. La détérioration de la couche d'Aluminium se produit par le biais de mécanismes impliquant la cohésion entre les grains, la formation de fissures et l'oxydation de surface, également provoqués par des contraintes résultant d'un déséquilibre thermique entre le métal et le silicium, comme décrit à la Fig. 1. De manière similaire, l'oxydation se développe entre la métallisation et les fils de "bonding", conduisant à une défaillance locale du dispositif [2].

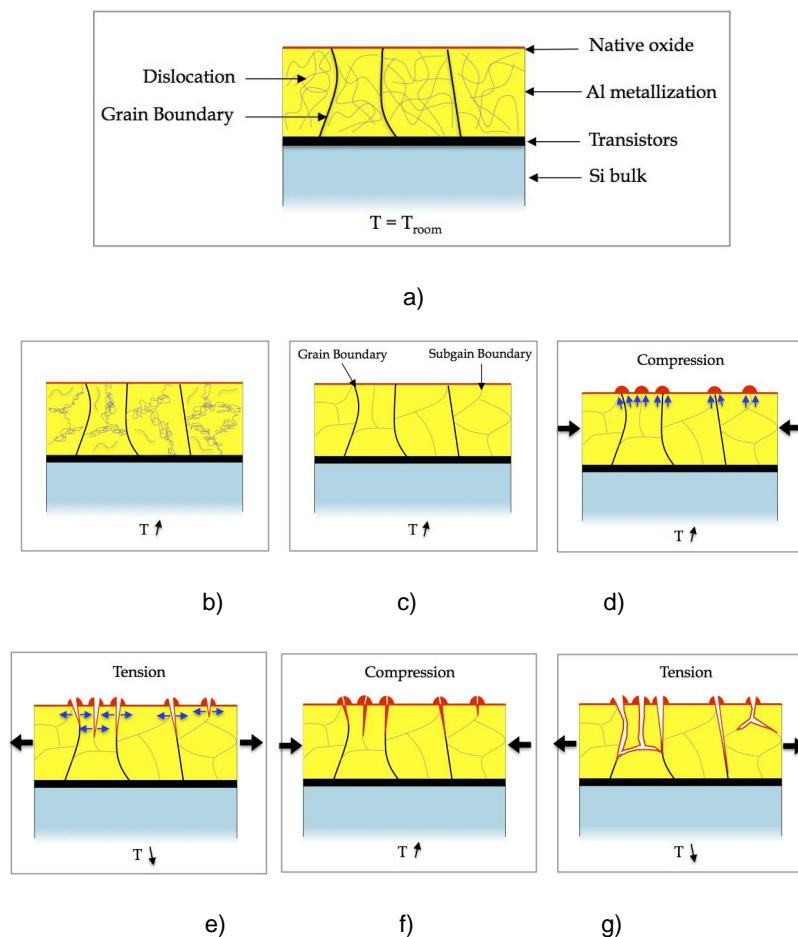


Figure 1. Le modèle de Gao étendu aux couches d'aluminium soumises à des contraintes de tension et de compression au cours de cycles thermiques [2]. (a-c) La densité de dislocations diminue par recombinaison dans les joints de sous-grains et par absorption aux interfaces des grains. (d-g) Diffusion d'aluminium le long des joints de grains et oxydation ultérieure entraînant la propagation de fissures dans la couche d'aluminium. ref. [1]

## **Sujet de la thèse:**

L'étude portera sur la couche d'aluminium du dispositif d'alimentation qui relie la puce en silicium et le circuit électrique.

L'objectif de cette thèse est de trouver des moyens techniques pour ralentir les mécanismes responsables de la détérioration de la couche d'aluminium, soit en augmentant le contact métallique entre les connexions par fil et la couche métallique et / ou en restaurant ce contact électrique pendant l'opération.

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

### Démarrage:

Dès que possible.

### Temps de présence :

Principalement au laboratoire CEMES à Toulouse (85% du temps).

Des visites régulières sont prévues à MITSUBISHI ELECTRIC R&D CENTRE EUROPE, à Rennes.

### Programme de travail & rapports

Le programme de travail se découpe comme suit:

T1: Amélioration du contact métallique:

T2: Restauration du contact électrique:

R: Rédaction de la 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 des matériaux
- Bonne maîtrise des outils logiciels de simulation et de programmation (COMSOL Multiphysics, Python)
- Maîtrise des outils de caractérisation de matériaux (TEM, FIB)
- Solides connaissances générales scientifiques / 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
- 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\_2020\_CEMES) au contact suivant:**

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

## **Références bibliographiques:**

1. R. Ruffilli *et al.*, Mechanisms of power module source metal degradation during electro-thermal aging. *Microelectronics Reliability* (2017),
2. D. Martineau, C. Levade, M. Legros, P. Dupuy, and T. Mazeaud. "Universal mechanisms of Al metallization ageing in power MOSFET devices." In: *Microelectronics Reliability* 54.11 (2014), pp. 2432–2439.