

***Chercheur/Ingénieur associé (H/F)***  
***Etude du comportement en fatigue thermomécanique***  
***d'un module de puissance encapsulé dans une résine époxyde***  
***CDD de 12 mois, référence HMTFT044***

**Contexte et description**

De nos jours, les modules de puissance sont des composants clés utilisés dans les systèmes de conversion d'énergie électrique dans divers domaines tels que le transport (chemins de fer, véhicules électriques, etc.), les énergies renouvelables (photovoltaïque, éoliennes) et les usines (contrôle de mouvement, entraînements, etc.). Ces modules connaissent une utilisation élargie et font face à des conditions environnementales et de fonctionnement difficiles (températures élevées, chocs mécaniques fréquents, humidité). L'exposition à long terme à de fortes variations de température et à des profils de mission complexes rend ces composants sujets à la fatigue et à l'usure, ce qui entraîne des défaillances. Une mauvaise conception de la fiabilité d'un module de puissance peut entraîner des temps d'arrêt imprévus, une maintenance non programmée, une perte de revenus, des déchets électroniques et une non-conformité avec les règles de sûreté.

Pour répondre aux exigences de haute fiabilité, des structures améliorées de modules de puissance ont été développées tels que les modules encapsulés dans des résines époxydes offrant une durée de vie plus longue. En revanche, ces nouvelles technologies subissent aussi un vieillissement au cours de leur utilisation et révèlent des nouveaux mécanismes de dégradation. Par conséquent, la compréhension de ces mécanismes par des outils de simulation numérique permet de prédire leur durée de vie en fonctionnement, et d'améliorer les futurs designs.

Le poste proposé vise à développer un modèle multiphysique permettant de reproduire le comportement électro-thermo-mécanique d'un module de puissance, qui intègre des puces semiconductrices à base d'IGBT (Insulated-Gate Bipolar Transistor) enrobées dans une résine époxyde. Le modèle permettra de quantifier des indicateurs de vieillissement (champs de contraintes, de déformations, fissures ... etc.) afin de pouvoir estimer la durée de vie. En parallèle à la partie théorique, des tests de cyclage accélérés seront à étudier et à reproduire par simulation afin de valider le modèle établi de durée de vie.

**Vos tâches / votre mission :**

Les travaux s'articuleront autour des parties suivantes :

- Analyse bibliographique sur différents aspects : problématiques industrielle et scientifique, mécanismes de dégradation des composants électroniques de puissance, phénomène d'adaptation, d'accommodation, de rochet et diagramme de Bree.
- Construction d'un modèle géométrique 3D à partir d'un module réel.
- Simulations par éléments finis (COMSOL Multiphysics) le comportement électro-thermo-mécanique en vue de prédire les zones de dégradation et d'estimer la durée de vie du module.

- Etude du comportement en fatigue (régimes du diagramme de Bree) sous différentes sollicitations en comparant à des solutions analytiques.
- Etude des tests de vieillissement accélérés et évaluation de la durée de vie
- Analyse des mécanismes de défaillance sur des composants issus des tests de vieillissement à l'aide de différents moyens : scan acoustique, microscopie optique, microscopie électronique à balayage ... etc.
- Caractérisations thermomécaniques des matériaux constituant les composants de test

**Pré requis :**

- Docteur (ou ingénieur avec une expérience minimale de 3 ans)
- Expérience en simulation par éléments finis
- Capacités en modélisation multiphysiques : électrique / thermique / mécanique
- Autonomie
- Motivé pour travailler dans un environnement multiculturel, avec de bonnes capacités d'interaction et d'adaptation
- Bon esprit d'analyse et de communication, goût pour le travail en équipe et force de proposition
- Anglais courant

**Durée : 12 mois à compter de septembre 2025**

**Contact :** Magali BRANCHEREAU ([jobs@fr.mercedes-mee.com](mailto:jobs@fr.mercedes-mee.com))

Merci de nous faire parvenir votre candidature (CV et lettre de motivation en format PDF) en précisant la référence de l'offre.