

Post-doctorat : Méthode numérique et techniques de réduction de modèles pour les modules de puissance en vue de la conception d'un jumeau numérique multiphysique**Le contexte**

La réduction des émissions carbone des avions s'inscrit dans une feuille de route innovante qui reconsidère en profondeur l'architecture avion. La masse de l'appareil, sa motorisation et les systèmes d'énergie représente un potentiel important d'amélioration de l'efficacité énergétique. Le remplacement progressif des systèmes thermiques, hydrauliques et pneumatiques par des systèmes électriques s'inscrit donc dans cette voie d'amélioration énergétique.

Les convertisseurs de puissance sont des organes nouveaux dans les architectures électriques avions. Situés aux interconnexions des réseaux électriques, ils contribuent à améliorer les performances systèmes et doivent répondre à plusieurs exigences :

- Adapter l'utilisation de Haute Tension à bord ($\pm 270V$ ou $0/540V$),
- Minimiser la masse du réseau
- Assurer une stabilité et qualité du réseau électrique élevée
- Assurer une fiabilité à minima identique aux avions actuels
- Assurer une disponibilité à minima identique aux avions actuels

Le programme porté par TRONICO et financé par la DGAC visent à concevoir, fabriquer et valider un démonstrateur de convertisseur de puissance à un premier niveau de maturité, c'est-à-dire conçu de manière à comprendre, jauger et qualifier les impacts de chacune des fonctions d'un convertisseur sur la globalité de l'équipement et sur l'interaction avec le réseau électrique.

Le laboratoire SATIE, avec le LARIS et ASTER, est impliqué dans le volet estimation de la fiabilité de ce convertisseur de puissance et particulièrement dans la réalisation d'un jumeau numérique du module de puissance pour son intégration dans le modèle plus global du convertisseur.

Le post-doctorat

Le post-doctorant ou la post-doctorante aura en charge de :

- 1- Développer des stratégies de réduction de modèle afin de rendre les modèles éléments finie abordable, en simplifiant leur complexité numérique, dans un cadre multi-physique (couplage fort électro-thermique et couplage faible thermo-mécanique). Pour cette partie, un stage de 6 mois est prévu comme support.
- 2- Un jumeau numérique du module de puissance sera réalisé et intégré en utilisant le logiciel Ansys © (à travers le module Twin Builder). Les modèles à prendre en compte sont des modèles multi-échelles complexes (dans le temps et l'espace) incluant le système de gestion de la chaleur avec un fort couplage entre les phénomènes mécaniques, thermiques et électriques.

Informations diverses :

Durée du contrat : 24 mois (fin 12/2026 maximum).

Salaire : 35 k€ annuels bruts, à négocier suivant expérience.

Localisation géographique : Campus de l'ENS Paris Saclay avec des déplacement chez TRONICO à Saint-Philbert-de-Bouaine.

**Pour candidater, envoyer CV et lettre de motivation par mail à l'adresse suivante :
Mounira.bouarroudj@ens-paris-saclay.fr**

Bibliographie

- [1] Dornic N, Ibrahim A, Khatir Z, Ewanchuk J, Mollov S, Analysis of the degradations mechanisms occurring in the topside interconnections of IGBTs Power Devices, *Microelec. Reliability*, 88-90, 462-469 (2018)
- [2] Dornic N, Khatir Z, Tran S-H, Ibrahim A, Lallemand R, Ousten J-P, Ewanchuk J, Mollov S, Stress-based model for lifetime estimation of bond wire contacts using power cycling tests and finite-element modeling, *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 7(3), 1659-1667 (2019)
- [3] Da Silva W.B, Dutra J.C.S, Kopperschimidt C.E.P, Lesnic D, Aykroyd R.G, Sequential particle filter estimation of a time-dependent heat transfer coefficient in a multidimensional nonlinear inverse heat conduction problem, *Applied Mathematics Modelling* (online, 2019)
- [4] De Borst R, Numerical aspects of cohesive-zone models, *Engineering Fracture Mechanics*, 70(14), 1743-1757 (2003)
- [5] Degrenne N, Ewanchuk J, David E, Boldyriew R, Mollov S, A review of prognostics and health management for power semiconductor modules, *Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society* (2015)
- [6] Ladevèze P, On reduced models in nonlinear solid mechanics, *European Journal of Mechanics A/Solids*, 60, 227-237 (2016)
- [7] Nguyen, Ngoc CuongPeraire, Jaime, Efficient and accurate nonlinear model reduction via first-order empirical interpolation, *Journal of Computational Physics*, Volume 494, (2023)
- [8] Louis Schuler , Ludovic Chamoin , Zoubir Khatir , Mounira Bouarroudj-Berkani , Merouane Ouhab, A Reduced Model Based on Proper Generalized Decomposition for the Fast Analysis of IGBT Power Modules Lifetime, *Journal of Electronic Packaging*, 2022, 144.