

2.3. APIERQUIN_

Titre : Développement d'outils numériques pour l'amélioration des capteurs thermographiques par induction

Porteur du projet : Antoine PIERQUIN

Etablissement : IUT de Saint-Nazaire, université de Nantes

Laboratoire : IREENA, Saint-Nazaire

Laboratoire associé : Collaborations éventuelles avec les laboratoires LTEN et le GEM

Origine : Université de Lille, Laboratoire L2EP

2.3.1. Objectif du recrutement

L'université de Nantes recrute en 2019 un enseignant chercheur pour renforcer l'équipe Modélisation de Dispositifs Electromagnétiques du Laboratoire IREENA.

La personne recrutée doit s'investir dans les thèmes suivants :

- Modélisation et développements de modèles électromagnétiques multi-échelles d'espace et/ou de temps avec couplage circuit et/ou thermique appliqués aux dispositifs de conversion d'énergie électrique.
- Modélisation/caractérisation du comportement de matériaux complexes.

Le profil scientifique recherché doit coupler compétences en mathématique appliquée à une grande maîtrise des phénomènes physiques électromagnétiques et thermiques.

Le dossier attractivité a incité le candidat Antoine PIERQUIN à venir à Nantes en ayant en plus du poste de maître de conférences, la possibilité de démarrer ses activités de recherche par l'encadrement d'une thèse financée par le RFI Wise (allocation de recherche doctorale, ainsi qu'un budget de fonctionnement incluant équipements et missions).

2.3.2. Thèse associée au projet Attractivité

Titre : Contribution à la modélisation des matériaux composites par réduction d'ordre de modèles

Laboratoire : IREENA, Saint-Nazaire

Laboratoire associé :

Doctorant : Suyang LOU

Encadrant : Pr. Didier TRICHET, Dr. Guillaume WASSELYNCK, Dr. Antoine PIERQUIN

Mots clés : Thermographie par induction, Contrôle Non Destructif, Matériaux virtuels, réduction d'ordre de modèle, couplage multi-échelle

Verrous scientifiques ou technologiques levés : l'IREENA vise la simulation d'un dispositif de thermographie par induction prenant en compte des défauts à l'échelle des fibres d'un matériau composite. Une telle simulation se heurte à des difficultés de différences d'échelle de modèles que l'IREENA espère résoudre par l'utilisation de méthode de réduction d'ordre.

Etat : Début de thèse 01/11/2019

2.3.2.1. Résumé grand public du projet

Les matériaux composites sont formés de renforts d'un premier matériau plongés dans une matrice d'un second matériau, l'association des deux matériaux permettant d'obtenir un matériau final alliant plusieurs caractéristiques intéressantes, généralement légèreté et solidité. Les atouts des matériaux composites font qu'ils sont massivement utilisés dans différents secteurs industriels comme l'automobile et l'aéronautique.

Les matériaux composites à fibres longues de carbone et à matrice thermoplastique sont à l'heure actuelle particulièrement étudiés, les propriétés électriques du carbone permettant en effet d'appliquer au matériau des techniques de chauffe par induction : le matériau est soumis à un champs magnétique qui génère des courants électriques dans les fibres de carbone entraînant leur échauffement. Cette technologie permet des applications de soudage par induction ou de contrôle non destructif électrothermique. Le développement de tels procédés est grandement aidé par la simulation numérique. Néanmoins la structure complexe des matériaux composites rend difficile leur modélisation, surtout à l'échelle microscopique. De ce fait les simulations considèrent généralement des modèles simplifiés des matériaux composites pour simuler des procédés industriels. Le but du projet est d'utiliser des techniques dites de réduction d'ordre de modèle pour pouvoir utiliser des modèles microscopiques des matériaux composites dans des simulations de procédés industriels. Ces méthodes permettent de réduire le nombre d'équations à résoudre lors de la simulation, réduisant de même la complexité du problème et le temps de calcul. A terme la simulation de matériaux composites présentant des défauts permettra de connaître la signature thermique du défaut en question et donc sa détection par contrôle non destructif ou encore de connaître l'impact de ce défaut sur un procédé de soudage voire de développer des matériaux composites favorisant le soudage.

2.3.2.2. Résultats du projet

2.3.2.2.1. Résumé des travaux de thèse

Suyang Lou effectua une phase de bibliographie sur les méthodes de réduction d'ordre de modèle et sur les matériaux composites. Deux méthodes principales de réduction ressortent : la proper generalized decomposition (PGD) et la proper orthogonal decomposition (POD). Une prise en main de la méthode PGD fut effectuée pour un modèle en deux dimensions d'un matériau composite permettant une analyse de la complexité et de l'efficacité de la méthode. Les premières conclusions incitèrent la doctorante à se diriger vers l'application de la méthode POD pour des modèles en trois dimensions. Ainsi la POD fut appliquée à un modèle électrique de matériau composite à fibres longues de carbone. Suyang Lou réalisa la concaténation de plusieurs volumes élémentaires représentatifs réduits par la POD pour former un matériau de plus grande taille. Les premiers résultats furent encourageants mais à l'heure actuelle la doctorante et l'encadrement réfléchissent à une amélioration du modèle réduit par un choix de paramètres adaptés.

2.3.2.2.2. Publications

Une soumission pour la conférence en électromagnétisme Compumag 2021 est envisagée : le dépôt du résumé est prévu pour juin 2020.

2.3.2.2.3. Dissémination

Présentation envisagée dans le cadre du séminaire du laboratoire et dans les journées scientifiques Wise, atelier Smart Sensors.

2.3.2.2.4. Equipement et ressourcement

Un ordinateur a été acheté suffisamment puissant pour permettre à la doctorante de travailler en toute autonomie notamment pour lancer des calculs.