



Descriptif de fonction :		N° Fiche : DER/
Titre de la fonction exercée : Doctorant : « maîtrise des interfaces lors d'un soudage inductif dédié aux phases de chauffe et de refroidissement »		
Direction : DER (Direction de l'Expertise et de la Recherche)	Service : Procédés & Matériaux Composites	
Fonction du N+1 : RERT	Lieu de Travail : IREENA, Nantes Université (Saint-Nazaire), déplacements ponctuels à l'IRT JV (Bouguenais)	
Type de contrat : CDD (doctorant)	Date de début : 01/10/23	
Durée du contrat : 3 ans	Statut : Cadre	

Présentation de l'IRT JULES VERNE

L'IRT Jules Verne est un centre de recherche mutualisé dédié au développement des technologies avancées de production et vise l'amélioration de la compétitivité de filières industrielles stratégiques. Le cœur d'activité de l'IRT consiste à transposer et intégrer des développements scientifiques matures ou des concepts techniques émergents dans les processus industriels liés à la production et la fabrication.

L'IRT est centré sur les besoins de 4 filières industrielles stratégiques :

- Aéronautique (Airbus, Daher, Stelia, Safran, Dassault Aviation, Zodiac, Latécoère,...),
- Automobile (PSA, Renault, Faurecia, Plastic Omnium, Valeo, ...),
- Energie renouvelable (General Electric, Siemens,...)
- Navale (Naval Group, Chantiers de l'Atlantique...).

Les équipes mènent des recherches en mode collaboratif en s'associant à des entreprises qui développent et déploient des solutions pour l'usine du futur (machines et équipements de production, outillages, robots, logiciels de production, ...) ainsi qu'aux meilleurs académiques dans le domaine du manufacturing.

Au sein de l'IRT Jules Verne, la R&D est organisée autour de trois domaines, la **Conception Intégrée Produits/Procédés**, Les **Procédés Innovants de Fabrication** et les **Systèmes Flexibles et intelligents** dans lesquelles les Equipes de Recherche Technologiques (ERT) Modélisation et Simulations, Procédés Composites, Procédés additifs & Métalliques (PMM), Contrôle & Monitoring et Robotique & Cobotique travaillent en synergie pour proposer les innovations et briques technologiques nécessaires au développement des technologies avancées de production.

Créé en 2012, les chiffres clés de l'IRT Jules Verne sont les suivants :

- 75 membres et partenaires industriels et académiques.
- 25 M€ de chiffre d'affaires annuel, et un portefeuille cumulé représentant 130 M€ de projets de recherche depuis sa création.
- 110 personnes et 15 M€ d'équipements de recherche structurants.
- 35 brevets déposés.

Présentation du contexte

L'équipe de recherche technologique Procédés & Matériaux Composites, composée d'une vingtaine de personnes (Docteurs, Ingénieurs & Techniciens), est en charge de développer et déployer des technologies innovantes dans les cinq thématiques de la feuille de route de l'IRT Jules Verne :

- *La mobilité dans l'espace industriel*
- *La flexibilité de la production*
- *L'assemblage*
- *Les procédés de préformage et formage*

- *Les procédés de fabrication additive*

L'ERT PMC développe en particulier des activités et des compétences dans les technologies de Préformage textiles, de Formage ainsi que d'Assemblage de Composites Thermodurcissables et Thermoplastiques et d'hybrides Composites/Métal. Pour cela, l'ERT PMC s'appuie sur des relations de confiance établis avec des industriels clés (Renault, Airbus, Faurecia, STX, GE, Naval Group, Safran, PSA,...), des académiques (Université de Nantes, Ecole Centrale de Nantes, Institut Mines Telecom Atlantique, CNRS,...), des centres techniques comme le CETIM ou le CTI-PC.

L'équipe est chargée de repérer et de relier un large spectre de compétences issues de disciplines scientifiques variées (exploitation et transfert des résultats scientifiques) et de secteurs industriels différents (fertilisation croisée et transfert technologique entre filières) pour élaborer des réponses innovantes aux enjeux technologiques de l'IRT Jules Verne. Les développements technologiques sont à mettre en perspectives avec les 4 secteurs d'activités industriels clés de l'IRT JV : l'aéronautique, l'automobile, les énergies renouvelables et la construction navale.

Les projets menés dans l'ERT PMC sont de natures variées allant des projets collaboratifs multi partenaires industriels de l'IRT JV, de la recherche sur contrat mono partenaire et sur des projets européens. L'ERT PMC est investie dans des projets de R&D de taille variable allant de la prestation à des projets de plusieurs millions d'euros.

Missions principales

Afin d'aider les partenaires industriels à garder une longueur d'avance technologique, l'IRT Jules Verne a créé le **programme PERFORM** (ProgrammE de Recherche FONDamentale et de Ressourcement sur le Manufacturing) qui stimule le développement de la recherche amont par le financement de grappes de thèses de doctorats portant sur des problématiques industrielles identifiées. Le programme est cogéré par l'IRT Jules Verne et ses partenaires industriels et académiques.

Laboratoire d'accueil

Le laboratoire IREENA UR4642 (Institut de Recherche en Énergie Électrique de Nantes Atlantique) est un laboratoire de l'Université de Nantes. Il comprend environ 70 personnes : 31 Enseignants Chercheurs, 4 personnels administratifs et techniques, 6 Post Doc, 25 doctorants, 1 Professeurs Émérites. Il accueille également chaque année une vingtaine d'élèves du Master Recherche Énergie Électrique de Nantes pour effectuer leurs stages.

Les recherches développées au laboratoire sont essentiellement d'ordre méthodologique et ont pour la plupart une finalité de type technologique. Le lien avec le monde industriel nous permet de répondre à des défis réels, notamment en phase avec la demande sociétale.

Le laboratoire est structuré en 3 Unité Thématique de Recherche (UTR) :

- UTR1 Technique Inductive en Milieux Complexes : Les activités de l'UTR1 concernent principalement la modélisation multi-physique (électromagnétique/thermique/mécanique) et multi-échelle pour développements de procédés électromagnétiques innovants, notamment dans les milieux complexes. Cela concerne par exemple : les machines électriques, l'élaboration, l'assemblage et le contrôle non destructif des nouveaux matériaux notamment composites, poudre de fer, par des techniques électromagnétiques ou thermo-inductives.

- UTR2 Chaînes de conversion électromécaniques et statiques optimales et tolérantes aux défauts : Les activités de l'UTR2 concernent la conception d'actionneurs spéciaux ou de machines électriques non conventionnelles (machines rapides, machines lentes à attaque directe ou semi directe) sur cycle, le dimensionnement et l'optimisation de systèmes énergétiques multi-physique dans un environnement complexe et stochastique, le diagnostic et le pilotage de chaînes de conversion d'énergie tolérance aux défauts.

- UTR3 Gestion des systèmes d'énergie électrique à forte intégration d'Énergies Renouvelables : Les activités de l'UTR3 concernent la stabilité des micro-réseaux/amélioration de la qualité de l'énergie électrique, la gestion des systèmes électriques complexes hétérogènes (approche systémique). L'optimisation des systèmes électriques sur de nouveaux critères et nouvelles contraintes : Gouvernance, durée de vie des dispositifs, fiabilité, ... fait également partie des activités de cet UTR.

Les domaines d'application concernent essentiellement la conversion et le stockage d'énergie, les transports (aéronautique, naval, automobile ...), les énergies renouvelables (éolien, hydrolien ...) et les réseaux intelligents (habitat et mix énergétique).

Description du sujet de thèse

- Intitulé de la thèse : « Maitrise des interfaces lors d'un soudage inductif dédié aux phases de chauffe et de refroidissement »
- Etablissement d'enseignement supérieur où sera inscrit le doctorant : Nantes Université
- Ecole doctorale : MaSTIC N°641
- Laboratoire où s'effectuera la thèse : IREENA UR4642
- Directeur de la thèse : TRICHET Didier

Le soudage par induction électromagnétique des matériaux composites thermoplastiques possède des performances remarquables en termes de temps de cycle et de sobriété énergétique. En effet, il permet de chauffer uniquement les zones d'intérêt et cela de façon rapide et sans contact. A l'aide de codes de calculs performants développés à l'IREENA, il est aujourd'hui possible de concevoir des formes d'inducteurs complexes et d'évaluer les consignes de pilotage (fréquence, courant, vitesse, etc.) permettant de monter les interfaces de soudage à des températures cibles précises et uniformes en tenant compte des configurations de soudage et du plan de drapage. Les retours d'expériences des précédents projets ont montré que cela ne suffisait pas pour obtenir des performances mécaniques des interfaces satisfaisantes. En effet la vitesse de refroidissement joue un rôle crucial dans la consolidation et la cristallisation de la matrice thermoplastique à l'interface. Cette dynamique de refroidissement, jusqu'alors négligée, doit alors être maîtrisée à présent. Dans le cadre de ces travaux de thèse, plusieurs pistes seront évaluées : chauffage inductif ou infrarouge avant ou après le passage de l'inducteur (préchauffe ou post-chauffe, synchrone ou non, mono-passage ou multi-passage), introduction de la contrainte de refroidissement dès la conception de l'effecteur inductif et cela en optimisant les propriétés électromagnétiques et thermiques de l'outillage. Ce dernier pourrait également être fonctionnalisé pour faciliter la maîtrise de la chauffe et du refroidissement des interfaces de soudage. Cela ouvre alors la piste à un chauffage par induction dont l'effecteur permet à la fois d'obtenir le champ thermique désiré à l'instant de mise sous pression mais aussi de garantir une vitesse de refroidissement compatible avec les performances mécaniques recherchées. Les verrous scientifiques associés à ces travaux de thèse sont nombreux comme par exemple : l'optimisation multi-contraintes de systèmes multi-physique et multi-échelle ou encore l'intégration de la cinétique de cristallisation et consolidation dans la boucle itérative du code de calcul en incluant la mémoire thermique du matériau. La mise en place d'un banc de caractérisation de la dynamique de refroidissement avec stimulation inductive est également envisagée dans le cadre de ces travaux pour valider les solutions envisagées et les modèles développés.

Le ou la doctorant(e) travaillera dans un environnement multidisciplinaire qui associe conjointement l'IRT Jules Verne ainsi que le laboratoire IREENA. Il ou elle sera amenée à dialoguer avec différents partenaires industriels, notamment ceux impliqués dans l'IRT Jules Verne.

Rattaché(e) au responsable de laboratoire et au RERT (responsable d'équipe de recherche technologique), il/elle aura en charge les missions suivantes :

Liste des missions :

- Réalisation du travail de thèse :
 - La 1^{ère} année de thèse sera consacrée à la prise en main du sujet à travers notamment une étude bibliographique complète et la prise en main du code de calcul électromagnétique et thermique de l'IREENA. L'amélioration du code de calcul pour qu'il intègre le modèle de cristallisation sera également un enjeu de cette 1^{ère} année de thèse.
 - La 2^{ème} année sera consacrée à la consolidation des travaux menée en 1^{ère} année et à la validation des travaux numérique au travers d'essais instrumentés.
 - La 3^{ème} année sera dédiée à la finalisation des travaux, et à la rédaction du manuscrit de thèse.
- Valorisation des résultats obtenus en participant à des conférences nationales et internationales et en publiant dans des revues scientifiques.
- Participation aux activités de l'IRT Jules Verne et de l'IREENA.

Compétences

Savoir Connaissances théoriques	Savoir-faire Compétences méthodologiques & organisationnelles	Savoir-être Compétences relationnelles & comportementales
<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes et simulations numériques • Electromagnétisme • Notions en thermique • Matériaux composites • Polymères 	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation numérique par éléments finis • Développement et utilisation d'outil numérique pour le calcul scientifique (Matlab, Python, C, etc.) • Rigueur expérimentale (campagne de caractérisation et de mesures) • Présentation aux partenaires industriels • Anglais lu, écrit, parlé 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail en équipe • Autonomie, motivation, optimisme • Curiosité scientifique • Capacité à s'auto-former sur des sujets variés • Intérêt pour l'industrie
Profil souhaité	<ul style="list-style-type: none"> • Formation Ingénieur/Master 2 en Génie Électrique/Mécanique, mathématiques appliqués, physique. • Une bonne connaissance des outils numériques et méthodes de simulations. • Une sensibilité expérimentale est nécessaire pour la caractérisation et l'instrumentation 	
Contact :	Merci de bien vouloir envoyer un CV détaillé, une lettre de motivation à : recrutement@irt-jules-verne.fr didier.trichet@univ-nantes.fr	
	Créé par : DRH	Date :