

Sujet thèse / PhD subject 2024

Titre Thèse	Mise en œuvre de Technologies MEMS autonomes en énergie et sans fil pour l'Instrumentation et le Diagnostic des Systèmes de Conversion d'Énergie Électrique.	
(Co)-Directeur	Abdelkrim Talbi	E-mail : abdelkrim.talbi@centralelille.fr
(Co)-Directeur	Abdelkader Benabou	E-mail : abdelkader.benabou@univ-lille.fr
(Co)-Encadrant (s)	Aymen Ammar	E-mail : aymen.ammar@jeumontelectric.com
Laboratoire	IEMN/L2EP	Web : https://www.iemn.fr Web: https://l2ep.univ-lille.fr/
Groupe(s)	- AIMAAN-FILMS - Equipe Outils et Méthodes Numériques	Web :
Projet phare (principal)	IOT Make Sense / Transport	
Demande thèse labellisée IEMN	Non	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input checked="" type="checkbox"/> JUNIA <input type="checkbox"/>
	Région – Autre <input type="checkbox"/> Préciser : Région	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, acquis ou pas) : Région + Jeumont Electric
Financement acquis <input type="checkbox"/> Financement partiellement acquis <input type="checkbox"/>	Contrats de Recherche <input type="checkbox"/> Préciser :	Autre <input type="checkbox"/> Préciser :

Résumé du sujet :

Le diagnostic des équipements liés à la production et à l'utilisation de l'énergie électrique nécessite la mise en œuvre de techniques performantes pour, d'une part, assurer le suivi des performances de ces équipements tout au long de leur cycle de vie et, d'autre part, anticiper toute défaillance afin de limiter le temps d'immobilisation pour les opérations de maintenance. Dans ce dernier cas, il s'agit de limiter l'impact économique et assurer la continuité de service.

Le L2EP et l'IEMN travaillent depuis quelques années sur l'instrumentation sans fil des machines électriques, à l'aide de capteurs MEMS RF acoustiques miniatures, autonomes en énergie et sans fil, pour la mesure des grandeurs physiques d'intérêt dans les machines électriques (champ magnétique, vibrations, température ...). Dans le cadre du projet ANR WISSTITWIN (01/2021-06/2024) (impliquant la société JEUMONT Electric), des maquettes démontrant l'intérêt de ces capteurs ont été mises en place par les deux laboratoires. Dans ce projet de thèse, il s'agit de transposer les essais académiques de ces maquettes sur des moteurs asynchrones déjà disponibles au L2EP. Ceux-ci sont équipés de rotor à cages sur lesquels des défauts représentatifs des applications industrielles peuvent être introduits. L'objectif est de tester la mise en œuvre des capteurs SAW sur ces motorisations avec et sans défaut aux rotors. Dans le cadre de ce projet de thèse le doctorant prendra en charge, d'une part, l'adaptation des designs des technologies développées au sein du groupe AIMAAN-FILMS (capteurs de déformations, vibrations, température et champ magnétique) pour une mise en œuvre dans des essais sur les motorisations et, d'autre part, l'analyse de leur capacité à détecter des défauts contrôlés. Le doctorant travaillera en étroite collaboration avec un post-doctorat qui sera recruté par le L2EP dans le cadre du CPER EE4.0 et avec l'entreprise JE. Le deuxième volet de la thèse concerne la mise en œuvre d'un jumeau numérique de ces motorisations, pour cela il est indispensable de développer des outils numériques permettant de déterminer le placement optimal des capteurs. Des premiers développements numériques, réalisés par l'équipe Outils et Méthodes Numériques, basés sur la méthode PBDW ont permis de démontrer les performances de celle-ci pour la détermination optimale des capteurs tant d'un point de vue spatial que d'un point de vue nombre de capteurs nécessaires. Néanmoins, il subsiste des écarts entre les grandeurs d'intérêt issues du calcul et celles mesurées à cause des erreurs de modélisation et numériques. Afin d'apporter une correction au modèle, et ainsi se rapprocher du jumeau numérique, une couche supplémentaire doit être associée au modèle numérique initial. Le doctorant prendra également en charge le développement d'un outil de correction de modèle basé sur les données issues des capteurs.

Le projet de thèse comprend en particulier le design, la fabrication et l'étalonnage des capteurs utilisant la technologie SAW. Il mobilisera d'une part une grande partie des équipements récemment acquis par la centrale

de micro-nano fabrication de l'IEMN (CMNF) en particulier les bâties de dépôt PVD et ALD, le FIB, les outils de caractérisation des matériaux, et les outils de back-end (usinage laser femto et pico, machine de découpe, les outils disponibles dans le plateau expérimental « Sense and Act » de la plateforme régionale contrario installée à Centrale Lille. Il mobilisera aussi la plateforme de caractérisation multi-physique (PCMP) en particulier les pôles CHOP, SigmaCOM et C2EM. Le projet mobilisera également le plateau technique machines électriques (L2EP) et le laboratoire Caractérisation des Matériaux Magnétiques (L2EP).

L'objectif final du projet est de disposer d'un démonstrateur niveau TRL 4 à 5 avec une intégration modulaire pour permettre un interfaçage facile avec les organes d'une machine échelle réelle. Des essais sur des machines prototypes de JE sont prévues tout au long de la thèse. Le financement sollicité mobilisera 50% de fonds région HdF, 25% Jeumont et 25% fonds FEEDER ou Centrale Lille.

Retombées attendues : Ces travaux sont originaux dans la communauté du génie électrique et feront sans aucun doute l'objet de publications scientifiques dans de revues internationales de rang Q1 et dépôts de brevets. Par ailleurs, ce projet de thèse permettra de préparer la suite du projet ANR WISSTITWIN qui se termine en 06/2024, renforcer le lien avec l'entreprise JE. Sur cette base, il peut être envisagé le dépôt d'un projet européen impliquant, outre JEUMONT Electric, des partenaires industriels dans différents domaines d'application des machines électriques (automobile par exemple).

Effet structurant sur la recherche régionale : La collaboration est déjà bien engagée avec le L2EP et JEUMONT Electric, notamment dans le cadre du projet ANR WISSTITWIN. La présente demande permettra de renforcer l'application des capteurs aux cas des machines électriques tournantes et ainsi transposer directement au cas des machines électriques de fortes puissances fabriquées par JEUMONT Electric. De façon générale, ce projet permettra de renforcer au niveau régional le lien entre les activités de développement des capteurs de l'IEMN et les activités sur les machines électriques du L2EP dans l'objectif de développement d'une instrumentation multi-physique performante pour le diagnostic des machines. Le projet scientifique de thèse s'inscrit à minima dans le cadre des thématiques de deux flagship IEMN : IOT make SENSE, Transport. Le projet s'inscrit également à l'interface entre deux projets CPER IMETECH, porté par l'IEMN, et EE4.0, porté par le L2EP.