

## Proposition de thèse sous convention CIFRE :

### Maintenance prédictive d'un motoréducteur via l'analyse conjointe de signaux électriques et de mesures de température



#### Sujet de thèse

La maintenance prédictive permet de donner l'état de dégradation d'un système bien avant sa détérioration complète grâce au suivi de plusieurs indicateurs de l'état de composants du système sous surveillance. Le but de cette maintenance est donc d'agir sur l'élément défaillant au plus près de sa période de dysfonctionnement. Faire de la maintenance prédictive avec un degré de fiabilité proche de 100% constitue un enjeu majeur pour le secteur industriel.

Les transmissions par engrenages entraînées par des moteurs électriques sont fréquemment utilisées dans diverses applications industrielles. Sur ces systèmes, des défaillances peuvent apparaître sur des pièces mécaniques comme les engrenages ou les paliers. Par conséquent le diagnostic et la détection précoce de défauts sont cruciaux afin de réduire l'impact financier lié à ce type d'avaries. Un certain nombre de techniques et d'outils, tels que l'analyse de signaux vibratoires et sonores, ont été traditionnellement utilisés pour surveiller ce type de système. Cependant des inconvénients sont associés à ces techniques, comme par exemple le coût élevé de capteurs de haute précision, ou encore la difficulté de mise en œuvre dans des environnements sévères. Dans ce contexte, la société REEL s'est orientée vers l'analyse des signaux électriques du moteur.

En parallèle de ces développements, les laboratoires LaMCoS et LabECAM, qui collaborent depuis plusieurs années dans le domaine des transmissions par engrenages, ont montré un lien entre l'apparition d'un défaut comme le micropitting et l'augmentation du coefficient de frottement des surfaces lubrifiées. La réalisation d'un modèle thermique a permis de relier cette variation du coefficient de frottement à des évolutions de température qui peuvent être détectées par des capteurs. Ainsi, l'étude des températures apparaît comme un autre moyen viable pour diagnostiquer l'état d'une transmission.

Le travail envisagé cherchera à coupler les deux approches mentionnées ci-dessus pour mener une analyse conjointe des signaux électriques et des mesures de température afin de profiter des avantages de chacune de ces méthodes pour tendre vers un objectif de fiabilité sur la prédiction de défauts proche de 100%.

#### Contexte

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du consortium CIRTRANS. Elle regroupe les compétences du LabECAM de l'ECAM Lyon, du LaMCoS de l'INSA de Lyon et l'entreprise REEL. Le travail de recherche se déroulera conjointement sur ces différents sites (région lyonnaise).

#### Calendrier

Les candidatures pour cette thèse, d'une durée de 36 mois, seront examinées à partir de Juin 2020 pour un début prévisionnel à l'automne 2020.

#### Compétences recherchées

Ingénieur ou Master en Mécanique avec des compétences souhaitées en Génie Electrique.

#### Candidature

Envoyer les candidatures (CV + lettre de motivation) à :

Christophe CHANGENET, Professeur, [Christophe.Changenet@ecam.fr](mailto:Christophe.Changenet@ecam.fr)

## Environnement scientifique

### ➤ CIRTrans (Consortium Industrie Recherche sur les Transmissions de puissance)

Ce consortium a pris corps ces dernières années grâce au réseau de compétences qui s'est construit autour des spécialistes d'engrenages. Sa vocation est de développer et de pérenniser l'expertise, en rassemblant personnes et ressources autour d'un même objectif: la transmission de puissance. Il regroupe les partenaires industriels et institutionnels suivants: VOLVO, ALSTOM, ARQUUS, REEL, REDEX, TEXELIS, GIMA, SAFRAN, INSA de Lyon, Centrale Lyon, ECAM Lyon.

Le sujet proposé est porté par l'entreprise REEL : groupe industriel spécialisé dans les systèmes de levage et de manutention complexes et dans les solutions de systèmes intégrés (<https://www.reelinternational.com/>).

### ➤ LabECAM, ECAM Lyon, 40 Montée Saint-Barthélemy, 69321 LYON Cedex 05 (<http://www.ecam.fr/recherche/recherche-a-lecam-labecam/>)

Le LabECAM constitue le centre de recherche de l'ECAM Lyon. La pluridisciplinarité de ses équipes de recherche permet au laboratoire d'offrir un large champ de compétences dans le domaine de la mécanique, de la science des matériaux, du génie énergétique, électrique et automatique. Grâce à cela, le laboratoire travaille sur deux thématiques principales : (i) l'efficacité énergétique des systèmes, machines et autres procédés ; (ii) la modification microstructurale des matériaux et son influence sur les propriétés physiques et la tenue mécanique de pièces.

Au sein de ces thématiques, les travaux menés sur les transmissions mécaniques par engrenages constituent la plus grande source de production scientifique. L'essentiel des études réalisées porte sur l'élaboration de modèles numériques permettant d'estimer les pertes de puissance au sein de ces systèmes ainsi que les échauffements qui en résultent. Des travaux plus récents ont trait à la simulation de la fatigue de contact. Le LabECAM dispose de bancs d'essais spécifiques pour enrichir les différents modèles développés. Ces différents travaux sont menés en étroite collaboration avec des partenaires industriels (tous secteurs) et universitaires.

### ➤ LaMCoS, INSA Lyon, 27bis Avenue Jean Capelle, 69621 VILLEURBANNE (<http://lamcos.insa-lyon.fr/>)

Le Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures (LaMCoS) de l'INSA Lyon a développé de longue date des activités de recherche dans le domaine des transmissions mécaniques reconnues au niveau international. Par ailleurs, des liens très forts ont été noués sur cette thématique avec le tissu industriel et plus particulièrement l'industrie aéronautique via, entre autres, la chaire SAFRAN INSA sur les transmissions aéronautiques innovantes.

L'équipe Systèmes Mécaniques et Contacts (SMC) a développé des approches numériques mais aussi analytiques permettant d'estimer en particulier les modifications de micro-géométrie à apporter sur les dentures d'engrenages afin de minimiser les excitations d'engrènements. Des travaux ont également été conduits en partenariat avec le LabECAM dans le domaine des pertes de puissances par frottement, par ventilation et brassage de lubrifiant. L'analyse des contacts lubrifiés et de leurs avaries constitue un autre axe fort de recherche de l'équipe.