

## **Titre : Développement de méthodes de fusion, modélisation et classification des indicateurs vibratoires de surveillance**

### **Description du sujet :**

Les systèmes VHMS (Vibration Health Monitoring System) installés sur les hélicoptères ont un rôle stratégique pour garantir la sécurité en vol des opérateurs et passagers. Ces systèmes consistent à enregistrer des données opérationnelles en vol, en particulier de nature vibratoire, et à surveiller l'intégrité des ensembles mécaniques par le biais d'indicateurs issus du traitement des signaux. Le principe de base se fonde sur le postulat que l'apparition d'un mode de défaillance engendre une évolution caractéristique des valeurs des indicateurs. Une limite rencontrée par les systèmes VHMS est cependant liée à la forte dépendance des indicateurs aux conditions de vol qui, pour les hélicoptères, sont susceptibles de varier rapidement et de manière complexe. Ces variations, aujourd'hui non maîtrisées, peuvent masquer la signature d'une défaillance mécanique. Il en résulte donc une ambiguïté sur l'interprétation de l'origine d'évolution observée des indicateurs.

Le sujet de thèse s'inscrit dans ce contexte et a pour ambition de proposer des solutions à la problématique ci-dessus décrite. L'approche envisagée consiste à fusionner plusieurs séries de données, collectées simultanément en vol, et à modéliser leur dépendance par rapport aux conditions de vols. L'objectif est ainsi de prédire les variabilités dues aux conditions de vol et de les extraire des indicateurs, afin de savoir faire la différence avec les symptômes d'une défaillance mécanique. Les modèles envisagés devront capturer les relations de cause à effet entre les signaux vibratoires et les conditions de vols. Dans la démarche envisagée, ils feront appel à des considérations aussi bien mécaniques (compréhension des liens de causalité) que statistiques (modèles régressifs). Il importera de restituer au final des données « filtrées », avec le contrôle de leur distribution statistiques a posteriori, afin de faciliter les étapes subséquentes de surveillance fondées sur le placement de seuils et la classification d'état.

Le programme scientifique envisagé consistera dans un premier temps en une étude bibliographique des approches susceptibles de répondre à la problématique posée. Dans un deuxième temps, il s'agira de comprendre, au moins phénoménologiquement, les mécanismes de dépendance des indicateurs vibratoires aux conditions de vols (couple, altitude, etc) afin d'orienter les choix qui détermineront les modèles prédictifs envisagés, par exemple en termes de dimension, de définition de variables explicative, de structure de modèle. Dans un troisième temps, l'effort portera sur la construction et l'identification des modèles de prédiction qui sont le cœur du sujet. Cette étape s'inspirera des avancées récentes dans ce domaine impulsées par l'apprentissage statistique et sa formalisation du point de vue de l'inférence bayésienne qui permet d'introduire des aprioris, par exemple de nature mécanique, et de restituer des en sortie des densités de probabilité a posteriori. Pour ce faire, des bases de données conséquentes de plusieurs milliers d'heure de vol correspondant à des conditions différentes seront mises à disposition. Dans une dernière étape, il s'agira de valider l'approche par rapport à d'autres stratégies concurrentes et ainsi à quantifier son apport.

### **Compétence requises :**

Le sujet de thèse fait appel à des compétences en mécanique et en traitement du signal/apprentissage statistique. Le candidat aura idéalement une formation en mécanique, complétée d'une pratique traitement du signal/apprentissage statistique.

## **Encadrants (contacts) :**

Lucas Macchi, [lucas.macchi@airbus.com](mailto:lucas.macchi@airbus.com), Ingénieur Airbus

Jérôme Antoni [jerome.antoni@insa-lyon.fr](mailto:jerome.antoni@insa-lyon.fr), Professeur au LVA, Université de Lyon

**Nature de la thèse :** Thèse CIFRE

**Date de démarrage souhaitée :** septembre/octobre 2019

## **Lieux de la thèse :**

En conformité avec les exigences d'une thèse CIFRE, l'étudiant répartira son temps de présence entre le site Airbus Helicopters à Marignane et le Laboratoire Vibrations Acoustique (LVA), Université de Lyon.

Le LVA (<http://lva.insa-lyon.fr/>) est un laboratoire de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA Lyon), au sein de l'université de Lyon. Le LVA est membre fondateur du Laboratoire d'Excellence (LabEx) CeLyA (Centre Lyonnais d'Acoustique), fait partie de l'Institut Carnot I@L (Ingénierie @ Lyon) et participe à l'animation du GDR Visible et du Groupe Vibro-acoustique et contrôle du Bruit (GVB) de la Société Française d'Acoustique (SFA).