

## Proposition de stage

Centre de Recherche et Technologie Safran

### Diagnostic des aéronefs en régime de fonctionnement variable par apprentissage statistique

#### Description du projet :

Safran est un groupe international de haute technologie, équipementier de premier rang dans les domaines de l'Aéronautique, de l'Espace, de la Défense et de la Sécurité. Au sein de Safran Tech (le centre de R&T du groupe), l'équipe de traitement du signal et analyse de données développe de nouveaux outils pour répondre aux grands enjeux en aéronautique. En particulier, la surveillance de l'état de santé des moteurs d'aéronefs est un sujet de recherche émergent qui suscite de plus en plus l'intérêt des entreprises aéronautiques vivant dans un environnement très concurrentiel. Outre les nombreux avantages apportés en termes de sécurité et de fiabilité opérationnelle, la surveillance de l'état de santé des moteurs a également un impact financier majeur pour le service de maintenance.

Les roulements sont parmi les composants les plus sollicités dans les moteurs d'aéronef. C'est la raison pour laquelle les roulements sont fortement exposés au développement de défauts qui affectent leurs conditions de fonctionnement normales. Dans ce contexte, la détection des défauts naissants est nécessaire pour éviter les pannes du système pouvant entraîner des pertes économiques importantes voire des accidents.

Ainsi, il est recommandé de surveiller en permanence l'état de santé des roulements pour détecter les endommagements éventuels le plus tôt possible. L'analyse vibratoire est une méthode efficace communément utilisée pour la surveillance des systèmes mécaniques. En effet, les signaux vibratoires contiennent beaucoup d'informations liées aux forces internes du système mécanique. En cas d'endommagement d'un composant, ce dernier se manifeste par une signature particulière dans le signal vibratoire permettant sa détection et son identification. Aujourd'hui, la stratégie de surveillance consiste à extraire des indicateurs représentatifs de l'état de fonctionnement du système. La manière la plus simple est de calculer des indicateurs statistiques (rms, kurtosis, facteur de crête, etc.) du signal brut. A partir de ces indicateurs, des méthodes d'apprentissage statistique peuvent être appliquées pour évaluer l'état du système surveillé.

L'évaluation de l'état de santé du système requiert que les indicateurs soient strictement dépendants de l'état de santé du système et statistiquement invariants par rapport aux conditions opérationnelles et environnementales. Autrement dit, le « point de fonctionnement » du système est le même aussi bien dans la phase d'apprentissage que la phase de test. Or, cette condition n'est satisfaite que dans de rares applications ou sur des



**SAFRAN**  
AEROSPACE · DEFENCE · SECURITY

bancs d'essais. Les conditions réelles de vols imposent des points de fonctionnement changeants, ce qui conduit à des données fortement variables dans les applications aéronautiques (variation de vitesse, de charge, de température, changement de capteurs, de bruit etc...).

L'objectif principal de ce stage est d'aborder la problématique de construction d'indicateurs invariants par rapport aux conditions opérationnelles. En ce sens, le stagiaire évaluera l'apport des techniques d'extraction d'indicateurs au diagnostic des moteurs d'aéronefs. Une base de données de signaux provenant d'un banc d'essai comprenant des roulements fonctionnant sous des régimes de fonctionnement distincts sera mise à disposition du stagiaire pour évaluer et tester les performances de leurs méthodes.

Le stage se décomposera en trois parties :

- Etude et mise en œuvre de techniques pertinentes d'extraction d'indicateurs statistiques (ex. réseaux de neurones) sur la base de données temporelles variables ;
- Etude comparative entre les indicateurs statistiques et les indicateurs métiers obtenus par traitement du signal avancé ;
- Analyse des comportements des algorithmes par rapport au choix des hyper-paramètres et des données exploitées.

### Profil des candidats

**Programmation** : Python (bibliothèques scientifiques)/Matlab

**Disciplines** : Machine Learning, Deep Learning, Traitement du signal, Health monitoring

**Langues** : Anglais pour lecture scientifique

### Informations Complémentaires

**Contact** : Amadou ASSOUMANE

**Mail** : [amadou.assoumane@safrangroup.com](mailto:amadou.assoumane@safrangroup.com)

**Sebastien RAZAKARIVONY**

**Mail** : [sebastien.razakarivony@safrangroup.com](mailto:sebastien.razakarivony@safrangroup.com)