

## Stage de Master 2

### Utilisation d'un réseau de neurones artificiel pour la détection des précurseurs du décrochage tournant dans un compresseur axial de type aéronautique

Depuis le début de leur utilisation dans les moteurs d'avions (Fig. 1), les compresseurs axiaux ont souffert de limitations dues à l'apparition de phénomènes instables à bas débit. Prenant les noms de pompage et de décrochage tournant, ces instabilités peuvent potentiellement avoir des conséquences destructrices pour les moteurs et causer la perte de l'appareil.

Le mode de déclenchement de ces phénomènes est toujours mal compris aujourd'hui, et oblige donc les motoristes à avoir une importante marge de sécurité (dite « marge au pompage ») d'environ 20% entre le point de fonctionnement effectif et le point de fonctionnement optimal en termes de taux de compression.



**Figure 1 : Le CFM 56, un succès franco - américain (GE Aviation / Safran Aircraft Engines)**

Le phénomène de décrochage tournant précédant en règle générale le pompage, sa détection et son contrôle constituent donc des défis importants pour la communauté scientifique et les industriels du secteur. Déceler l'apparition de ce phénomène est particulièrement difficile dans les moteurs modernes, où les compresseurs présentent la plupart du temps un départ en décrochage très brusque appelé « Spike », qui ne peut être détecté que quelques tours avant la dégénérescence en décrochage tournant.

Le Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille (LMFL – Kampé de Fériet) dispose dans les locaux du campus Arts et Métiers de Lille d'un banc de compresseur axial mono étage dénommé CME2, spécifiquement dédié à l'étude de ce phénomène.

Le sujet de ce stage porte sur l'exploitation d'une base de données expérimentale issue de ce banc pour contribuer à la mise au point d'un algorithme de détection. En particulier, ces travaux concernent l'étude de la possibilité d'utiliser des algorithmes de type « réseau de neurones » (ou autres méthodes d'apprentissage automatique) pour détecter l'apparition d'irrégularités bien en amont du début du décrochage tournant.

#### Contacts :

- Pierric Joseph : [pierric.joseph@ensam.eu](mailto:pierric.joseph@ensam.eu)
- Thomas Gomez : [thomas.gomez@univ-lille.fr](mailto:thomas.gomez@univ-lille.fr)
- Antoine Dazin : [antoine.dazin@ensam.eu](mailto:antoine.dazin@ensam.eu)

## Master Thesis

### Artificial Neural Network for Detection of Rotating Stall Precursors in an Aeronautic Axial Compressor

From the very beginning of their use in aircraft engines (Fig. 1), axial compressors have been limited by the apparition of unstable phenomena at partial flow rates. Called surge and rotating stall, these instabilities can potentially damage engines and then lead to the loss of the aircraft.

The initial phase of these phenomena is still not totally understood today, and this constrains engine manufacturers to apply large security margins (also known as “Surge Margin”) of nearly 20% between the effective working point and the optimal one in terms of pressure ratio.



**Figure 2: The CFM 56, a French – American success (GE Aviation / Safran Aircraft Engines)**

In general, rotating stall appears prior full stall or surge, so its detection and its control are important challenges for both scientific community and the industrials. The detection of this phenomena is particularly difficult in modern aircraft engines, whose axial compressors exhibit most of the time a very sharp stall inception, called “Spike”, which can be detected only a few rotor revolutions before the total establishment of the instability.

The Lille Laboratory of Fluids Mechanics (LMFL – Kampé de Fériet) runs in the Arts et Métiers campus of Lille an axial compressor test bench called CME2, specifically dedicated to the study of this kind of instability.

This thesis is related to the exploitation of an experimental data base from this test setup in order to contribute to the design of detection algorithm. In particular, one would like to state about the possibility to use artificial neural networks (or other automatic learning algorithms) in order to detect the occurrence of irregularities long before the rotating stall establishment.

#### Contacts :

- Pierric Joseph : [pierric.joseph@ensam.eu](mailto:pierric.joseph@ensam.eu)
- Thomas Gomez : [thomas.gomez@univ-lille.fr](mailto:thomas.gomez@univ-lille.fr)
- Antoine Dazin : [antoine.dazin@ensam.eu](mailto:antoine.dazin@ensam.eu)