



Méthodologie pour la modélisation du contrôle actif d'écoulement dans un compresseur axial

Modeling strategy of active flow control in axial compressor

Soutenance de thèse – Clémence Rannou

Vendredi 10 novembre 2023 à 14 H 00

Salle Laroche foucaud Liencourt – ENSMA Lille (8 Bd Louis XIV, 59000 Lille)

Lien Teams : [https://teams.microsoft.com/l/meetup-](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MzEwMGMzN2QzZmU1Nj00ZWl2LTkzMTEtZTJhZGNhZDMzOTY3%40thread.v2/0?context=%7b%22id%22%3a%22e034b9b0-7768-4b96-91b2-d8f039816ac1%22%2c%22oid%22%3a%220f6eb3e2-f45e-4175-b547-b84b496450d7%22%7d)

[join/19%3ameeting_MzEwMGMzN2QzZmU1Nj00ZWl2LTkzMTEtZTJhZGNhZDMzOTY3%40thread.v2/0?context=%7b%22id%22%3a%22e034b9b0-7768-4b96-91b2-d8f039816ac1%22%2c%22oid%22%3a%220f6eb3e2-f45e-4175-b547-b84b496450d7%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_MzEwMGMzN2QzZmU1Nj00ZWl2LTkzMTEtZTJhZGNhZDMzOTY3%40thread.v2/0?context=%7b%22id%22%3a%22e034b9b0-7768-4b96-91b2-d8f039816ac1%22%2c%22oid%22%3a%220f6eb3e2-f45e-4175-b547-b84b496450d7%22%7d)

Devant le jury composé de :

- **Directeur de Thèse :**
 - * Antoine DAZIN (Professeur), ENSAM, Arts et Métiers ParisTech, Paris, France
- **Rapporteurs :**
 - * Eric GONCALVES(Professeur), ENSMA, Poitiers, France
 - * Nicolas BINDER (Professeur), ISAE-SUPAERO, Toulouse, France
- **Examineurs :**
 - * Paola CINNELLA (Professeure), Sorbonne Université, Paris, France
 - * Fabrizio FONTANETO (Professeur associé), IVK, Rhode-Saint-Genèse, Belgique
- **Encadrants :**
 - * Julien MARTY (Ingénieur de Recherche), ONERA DAAA/H2T, Meudon, France
 - * Geoffrey TANGUY (Ingénieur de Recherche), ONERA DAAA/ELV, Lille, France
- **Invité :**
 - * Pierre PEURIERE (Expert Technique), DGA Essais-Propulseurs, Saclay, France

---0---

Résumé / Abstract

La plage de fonctionnement des compresseurs axiaux est limitée par la présence d'écoulements instables dont l'origine est localisée au niveau du jeu, entre le rotor et le carter. Ces instabilités peuvent conduire au décrochage tournant et au pompage, réduisant considérablement le domaine d'opérabilité des compresseurs. Ces phénomènes empêchent également le compresseur d'atteindre des taux de compression plus élevés et d'obtenir de meilleurs rendements. Les systèmes de contrôle de l'écoulement offrent alors une solution pour augmenter la marge au pompage par la voie de dispositifs passifs ou actifs. Des études récentes ont montré sur une taille de jeu donnée, que le contrôle actif par injection d'air en amont du bord d'attaque du rotor permettait de retarder l'apparition du décrochage et d'augmenter la marge au pompage. L'impact du contrôle sur différentes tailles de jeux reste encore à explorer. Or les calculs CFD se heurtent aujourd'hui à la complexité des écoulements et des dispositifs de contrôle rendant difficile la prévision de l'écoulement contrôlé.

.../...

Cette thèse porte sur l'effet de la taille de jeu sur la performance et l'opérabilité des compresseurs ainsi que sur l'efficacité des systèmes de contrôle actif. Une méthodologie de simulation numérique sera notamment proposée pour étudier ce type de configurations. Le but est de mieux prévoir et de mieux comprendre l'écoulement contrôlé en s'appuyant sur une validation avec des données expérimentales. Les expériences sont menées sur le banc d'essai du compresseur mono-étage CME2, situé au Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille et les simulations numériques sont basées sur le code elsA, développé à l'ONERA. D'autre part, une analyse est présentée sur l'effet de taille du jeu sur les mécanismes physiques intervenant dans l'apparition du décrochage tournant et sur leur modification suite au contrôle par soufflage au carter.

-0-

The operating range of axial compressors is limited by the presence of unstable flows originating in the clearance between the rotor and the casing. These instabilities can lead to rotating stall and surge, considerably reducing the compressors' operating range. These phenomena also prevent the compressor from achieving high compression ratios and higher efficiencies. Flow control systems therefore offer a solution for increasing surge margin by means of passive or active devices (requiring an external power source). Recent studies have shown for a given tip gap size that active control by injecting air upstream of the rotor leading edge can delay the onset of stall and increase surge margin. The impact of control on different tip gap sizes remains to be explored. However, CFD calculations come currently up against the complexity of the flows involved and of the control devices, making it difficult to predict the controlled flow. This thesis focuses on the effect of the clearance size on the performance and operability of compressors, as well as on the efficiency of active control systems. A methodology for conducting numerical simulation in such configurations will be proposed. This will aim to predict and better understand controlled flow, based on validation with experimental data. Experiments are carried out on the CME2 single-stage compressor test bench, located at the Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille, and numerical simulations are based on the elsA code, developed at ONERA. On the other hand, an analysis is presented of the effect of clearance size on the physical mechanisms involved in the onset of rotating stall, and their modification following control by blowing.

-0-

Mots clés / Keywords

COMPRESSEUR, MARGE AU POMPAGE, CONTROLE PAR SOUFFLAGE, DECROCHAGE TOURNANT

COMPRESSOR, STALL MARGIN, AIR FLOW CONTROL, ROTATING STALL