



Soutenance de thèse – Dimitri Magand

Etude de la réponse forcée des OGV d'un moteur UHBR sous ingestion de vortex de sol

Study of the forced response of the OGV of a UHBR engine under ground vortex ingestion

Mardi 2 Avril 2024 à 14 H 00

ONERA/Châtillon – Salle Contensou

Devant le jury composé de :

Directeur de Thèse :

Sébastien Deck, Directeur de recherche, ONERA (MSAT)

Rapporteurs :

Jean-Camille Chassaing, Professeur, Sorbonne Université (Institut d'Alembert)

Stéphane Aubert, Professeur, Ecole Centrale Lyon (MFAE/LMFA)

Examineurs :

Isabelle Vallet, Professeure, Sorbonne Université (Institut d'Alembert)

Nicolas Gourdain, Professeur, ISAE-SUPAERO (DAEP)

Invités :

Nicolas Renard, Ingénieur de recherche, ONERA (MSAT)

Tony Spriet, Ingénieur, Safran Aircraft Engines

Co-Encadrant :

Alain Dugeai, Ingénieur de recherche, ONERA (MSAE)

Résumé/Abstract

Lors de la phase de décollage d'un aéronef par vent de travers, l'écoulement ingéré par le moteur peut interagir avec le sol et la nacelle, entraînant la formation d'un vortex de sol devant l'entrée d'air. Ce phénomène est particulièrement rencontré par les nouvelles architectures de turbomachines à haut taux de dilution et entrée courte. Le vortex de sol est ingéré par le moteur et interagit avec le fan en rotation, entraînant le hachage du tourbillon. Cet écoulement extrêmement complexe et instationnaire est convecté jusqu'à la roue redresseuse de sortie du flux secondaire (OGV) et est vu comme une source d'excitation aérodynamique par les aubages. Cela conduit dans certaines conditions observées en essai à de forts niveaux de réponse forcée affectant la structure de l'OGV. Ces vibrations peuvent entraîner des phénomènes de fatigue ou la rupture de l'aube. L'objectif de la thèse est de caractériser la source d'excitation aérodynamique des OGV générée par l'interaction entre le fan et le vortex de sol à l'aide de modèles numériques de turbulence de différents niveaux de fidélité (URANS, ZDES), dans une approche progressive incluant la mise en œuvre d'un cas-test académique représentatif. Le calcul haute-fidélité ZDES permet l'établissement d'une base de données de référence de l'interaction entre des aubes fan et un vortex incident. Dans un second temps, par exploitation des acquis de la première phase, une stratégie numérique est développée afin de prévoir l'amplitude de vibration des OGV soumis au vortex transformé dans le cas d'une configuration industrielle par un calcul aéroélastique découplé, tout en analysant la source d'excitation aérodynamique et les phénomènes aéroélastiques mis en jeu.

Mots-clés : Aéroélasticité; Vortex; Réponse forcée; ZDES; Turbomachine

During the take-off phase of an aircraft in crosswind conditions, the flow ingested by the engine can interact with the ground and the inlet, resulting in the formation of a ground vortex in front of the engine. This phenomenon is particularly common in new turbomachinery designs with high bypass ratios and short intake. The ground vortex is ingested by the engine and interacts with the rotating fan, causing the vortex to chop. This complex, unsteady flow is convected to the Outlet Guide Vane (OGV) and is seen as a source of aerodynamic excitation by the blades. Under certain test conditions, this leads to high levels of forced response affecting the structure of the OGV. These vibrations can lead to blade fatigue or failure. The aim of this thesis is to characterize the source of aerodynamic excitation of OGVs generated by the interaction between the fan and the ground vortex, using numerical turbulence models of different fidelity levels (URANS, ZDES), in a progressive approach including the implementation of a representative academic test case. The high-fidelity ZDES calculation is used to set a reference database of the interaction between fan blades and an incident vortex. Secondly, using the results of the first phase, a numerical strategy is developed to predict the amplitude of vibration of the OGVs subjected to the transformed vortex in the case of an industrial configuration by a decoupled aeroelastic simulation, while analyzing the source of aerodynamic excitation and the aeroelastic phenomena involved.

Keywords : Aeroelasticity ; Vortex ; Forced response ; ZDES ; Turbomachinery