



*« Aéroacoustique des ondulations de bord d'attaque pour la réduction du bruit d'interaction turbulence cascade ».*

*« Aeroacoustics of leading edge serrations for turbulence-cascade interaction noise reduction »*

**Soutenance de thèse – Martin Buszyk**

**Vendredi 9 décembre à 9h30**

Salle Contensou à l'ONERA/Châtillon

En distanciel par lien JITSY : [https://rdv.onera.fr/Soutenance\\_these\\_Martin\\_Buszyk](https://rdv.onera.fr/Soutenance_these_Martin_Buszyk)

**Devant le jury composé de :**

**Directeur de Thèse :**

Bailly Christophe                      Professeur, Ecole Centrale, Lyon

**Examineur :**

de Laborderie Hélène	Ingénieur, SAFRAN
Gabard Gwénaél	Professeur des Universités, Le Mans
Le Garrec Thomas	Ingénieur de recherche, ONERA
Polacsek Cyril	Ingénieur de recherche, ONERA
Sanjosé Marlène	Professeur des Universités, Canada

**Rapporteur :**

Gervais Yves	Professeur des Universités, Poitiers
Gloerfelt Xavier	Professeur des Universités, Paris

**Membre invité :**

Barrier Raphaël                      Ingénieur de recherche, ONERA

## **Résumé / Abstract**

Dans le domaine de l'aéroacoustique consacré aux avions de transport, le moteur est une source de bruit majeure. Avec l'augmentation du diamètre des moteurs, la contribution de la soufflante au bruit rayonné est devenue dominante. L'interaction des sillages du rotor avec les aubes du stator est le mécanisme principal du bruit tonal et à large bande des soufflantes. La conception de futurs moteurs d'avion silencieux pose deux défis majeurs : une meilleure évaluation des sources à large bande et la conception de traitements efficaces pour la réduction du bruit. Cette thèse vise à mettre en œuvre des méthodologies dédiées à la prédiction du bruit d'interaction, en particulier pour l'évaluation de dispositifs de réduction de bruit reposant sur des ondulations du bord d'attaque des aubes du stator. Ces approches ont principalement été appliquées sur une géométrie de référence et deux concepts de réduction de bruit proposés par l'ONERA en vue d'une campagne expérimentale sur une cascade d'aubes rectiligne. Trois approches sont considérées. Premièrement, une solution analytique pour des plaques planes avec des ondulations de bord d'attaque (basse fidélité) qui est étendue à des configurations variables en envergure. Deuxièmement, une approche CFD/CAA (fidélité intermédiaire) pour laquelle une turbulence synthétique 3D par modes de Fourier est développée. Troisièmement, des calculs LBM à deux milliards de points (haute fidélité) simulant l'ensemble du banc d'essai. La comparaison de toutes ces méthodes sur une même configuration a permis de mieux comprendre comment le niveau de fidélité des approches de prédiction influence le comportement aéroacoustique. En outre, la géométrie avec bord d'attaque ondulé proposée par l'ONERA a démontré une réduction du bruit jusqu'à plusieurs décibels en configuration installée tout en limitant les pénalités aérodynamiques. Enfin, les approches de prédiction du bruit d'interaction et la méthodologie de conception des aubes avec traitement de bord d'attaque sont étendues à des configurations plus réalistes de soufflante.

-----

In the field of aeroacoustics devoted to transport aircrafts, the engine is a major noise source. With the increase of the engines' diameter, the turbofan contribution has become dominant. The rotor wakes interaction with the stator vanes is the main contributor to the tonal and broadband fan noise. There are two main challenges to design future quiet aeroengines: a better evaluation of the complex broadband sources and proposing effective treatments for noise reduction. This PhD, which aims at the implementation of dedicated methodologies for the interaction noise predictions, in particular for low-noise designs based on leading edge undulations of the stator vanes. These approaches have been mainly applied on baseline and two ONERA's low-noise designs in preparation for an experimental test campaign on a rectilinear cascade. These methods include: an analytical solution for flat plates with leading edge serrations (low-fidelity), which is extended to spanwise varying configurations, a CFD/CAA approach (intermediate-fidelity), for which a 3D Fourier modes synthetic turbulence is developed, and 2 billion points LBM calculations (high-fidelity) including all the test rig. Comparing all those methods on a single bench enabled a better understanding of how the fidelity level plays on aeroacoustics. In addition, the wavy leading edge solution has demonstrated up to several decibels noise reduction in an installed configuration with limited aerodynamic penalties. Finally, extension of the updated noise prediction approaches and serration design methodology to more realistic turbofan configurations has been discussed.

## **Mots clés / Key words**

AEROACOUSTIQUE ; BRUIT D'INTERACTION ; ONDULATIONS DE BORD D'ATTAQUE ;  
AEROACOUSTIQUE NUMERIQUE ; TURBULENCE SYNTHETIQUE ; LBM

AEROACOUSTICS ; INTERACTION NOISE ; SERRATIONS ; CAA ; SYNTHETIC TURBULENCE ;  
LBM