

PROPOSITION DE SUJET DE THESE
PHD THESIS SUBJECT PROPOSAL

Intitulé : Préviation du bruit à large bande d'un étage soufflante/redresseur de turboréacteur réaliste à l'aide d'une méthode Lattice Boltzmann

Title: Broadband noise prediction from the rotor/stator stage of a realistic turbofan engine using a Lattice Boltzmann method

Référence : **SNA-DAAA-2021-21**

Début de la thèse / Thesis Start date : ASAP

Durée/Duration: 3 ans/years

Mots clés : CFD instationnaire, Lattice-Boltzmann Method, bruit de soufflante, réduction de bruit

Keywords: *unsteady CFD, Lattice-Boltzmann Method, fan noise, noise reduction*

Profil et compétences recherchées / Profile and skills appreciated

Master de recherche en Mécanique des Fluides/
Research Master in Fluid Mechanics

Expérience souhaitée en mécanique des fluides et CFD (maillages, schémas numériques, LBM), modélisation physique et programmation (C++, Fortran, Python) /
Appreciated: experience in fluid mechanics and CFD (meshes, numerical schemes, LBM), physical modeling and programming (C ++, Fortran, Python)

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Dans le cadre du projet DGAC BALBUZARD (Building Advanced Lattice-Boltzmann mUltiphysics solver towards Zero-emissions Aircraft Research and Development), le candidat sera amené à étudier, par simulation numérique, des concepts réducteurs de bruit sur des configurations de turbomachines réalistes à l'aide du code ProLB basé sur la méthode Lattice Boltzmann (LBM).

La méthode LBM peut être considérée comme une version discrète de l'équation de Boltzmann qui régit le comportement d'un gaz, représenté au niveau mésoscopique, par une fonction de densité de probabilité d'un nombre réduit de vecteurs-vitesse. La méthode est adaptée à des technologies de maillage évoluées (« octree » à mailles cubiques, frontières immergées, surfaces de (dé)raffinement de forme quelconque) qui facilitent grandement la mise en données de configurations très complexes. La simplicité des schémas et la facilité de la parallélisation lui confèrent d'excellentes performances numériques avec une bonne précision, notamment pour les écoulements instationnaires.

Les applications visées couvrent la préviation du bruit à large bande d'un étage soufflante/redresseur de turboréacteurs, pour laquelle des méthodes semi-analytiques et numériques sont typiquement mises en œuvre, par exemple pour prévoir le bruit engendré par un redresseur en interaction avec le sillage turbulent de la soufflante, connu pour être une source sonore dominante. Le candidat simulera des configurations 3D d'étage complet soufflante/redresseur, comme les soufflantes génériques ANCF (voir Figure) ou SDT de la NASA, en présence de concepts réducteur de bruit (rotor avec « serrations » et/ou en flèche, matériaux absorbants ...).

Au-delà de l'Onera (laboratoire d'accueil), le candidat interagira avec le « Groupement LaBS » des copropriétaires du code ProLB (Airbus, Renault, CS, l'Université Aix-Marseille et l'Ecole Centrale de Lyon), ainsi qu'avec les autres partenaires impliqués dans le projet BALBUZARD (Safran Aircraft Engines et Cerfacs).

Les travaux de thèse feront l'objet de publications internationales et permettront d'étendre le champ d'application des outils numériques de l'Onera pour traiter des configurations industrielles de plus en plus complexes (futurs moteurs Ultra High By-pass Ratio).

Presentation of the doctoral project, context and objective

As a contributor to the DGAC BALBUZARD project (Building Advanced Lattice-Boltzmann mUltiphysics solver towards Zero-emissions Aircraft Research and Development), the candidate will be required to study noise reduction concepts on realistic turbomachinery configurations through numerical simulations using the ProLB solver based on the Lattice Boltzmann method (LBM).

The LBM can be considered as a discrete version of the Boltzmann equation which governs the behavior of a gas, represented at the mesoscopic level, by a probability density function of a reduced number of velocity vectors. The method is well suited to advanced mesh technologies ("octree" with cubic meshes, immersed boundary, local mesh refinements) which greatly facilitate the data setting of very complex configurations. The simplicity of the diagrams and the facility of parallelization provide excellent numerical performance with good precision, especially for unsteady flows.

The targeted applications cover the prediction of the broadband noise generated by a rotor / stator stage of a turbofan engine, for which semi-analytical and numerical methods are typically implemented, for example to predict the noise generated by a stator interacting with the engine turbulent wake of the fan, known to be a dominant sound source. The candidate will simulate full 3D configurations of the rotor/stator stage, such as the NASA's generic engines like ANCF (see Figure) or SDT, in the presence of noise reduction concepts (rotor with "serrations", blades without/with sweep angle, porous materials, acoustic liners ...).

Beyond Onera (host laboratory), the candidate will interact with the "LaBS Group" which gathers the co-owners of the ProLB solver (Airbus, Renault, CS, Aix-Marseille University and Ecole Centrale de Lyon), as well as with the other partners involved in the BALBUZARD project (Safran Aircraft Engines and Cerfacs). The thesis work will be the subject of international publications and will extend the scope of Onera's numerical tools to deal with increasingly complex industrial configurations (including future turbofan engines with Ultra High By-pass Ratio).

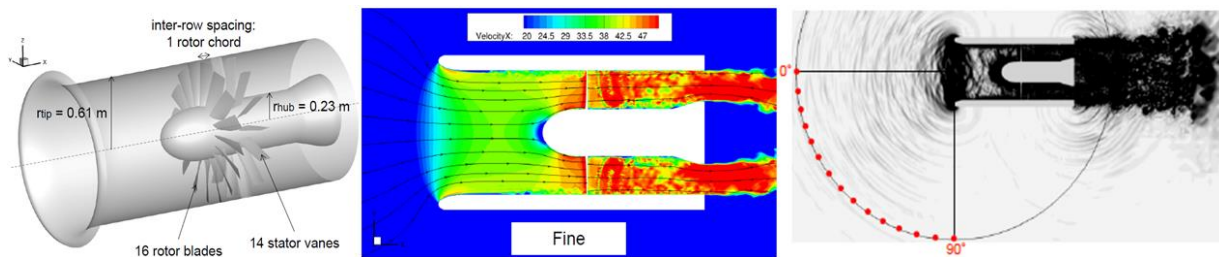


Figure : Simulation aéroacoustique avec ProLB du turbofan générique ANCF de la NASA
NASA's generic turbofan ANCF – ProLB aeroacoustic computations

Collaborations envisagées/Considered collaborations : Partenaires du projet BALBUZARD/
BALBUZARD project partnerships: Airbus, CS, Aix-Marseille University, Ecole Centrale de Lyon, Safran Aircraft Engines and Cerfacs / BALBUZARD

Laboratoire d'accueil à l'ONERA/Host laboratory at ONERA

Département/Department :
Aérodynamique, Aéroélasticité, Acoustique/
Aerodynamics, Aeroelasticity, Acoustics
Lieu/place: ONERA Châtillon

Contact :

Thomas Le Garrec
Tél. : 01 46 73 48 56 Email : thomas.le_garrec@onera.fr

Directeur de thèse/Thesis Director

Nom/name : Pierre Sagaut
Laboratoire/Laboratory : AMU/M2P2
Tél. : 06 43 14 64 22
Email : pierre.sagaut@univ-amu.fr

Pour plus d'informations/More info : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>