

PROPOSITION DE STAGE – MASTER 2 DET

Dynamique des fluides, Énergétique et transferts

Université Toulouse 3 Paul Sabatier - Toulouse INP - INSA Toulouse - ISAE SUPAERO – IMT Mines Albi

Titre : Evaluation des performances de différentes méthodes de localisation de sources aéroacoustiques

Responsable(s) :

PARISOT-DUPUIS Hélène, Enseignante-Chercheuse en Aéroacoustique
ISAE-SUPAERO, 10, avenue Edouard Belin - BP 54032, 31055 Toulouse Cedex 4

Helene.parisot-dupuis@isae-supaeero.fr, 05 61 33 84 28

MERY Fabien, Ingénieur de Recherche en Aéroacoustique

ONERA, 2 Avenue Edouard Belin, 31000 Toulouse

Fabien.mery@onera.fr, 05 62 25 25 25

Lieu du stage : Département Aérodynamique, Énergétique et Propulsion (DAEP), ISAE-SUPAERO

Durée / période : 6 mois, année 2023

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : Helene.parisot-dupuis@isae-supaeero.fr et Fabien.mery@onera.fr

Mots clés : Aéroacoustique Traitement du signal, Programmation, Post-traitement de données d'essai

Sujet

Dans le contexte de la réduction des émissions associées aux activités aéronautiques, la réduction de l'empreinte acoustique des avions et des drones est désormais une préoccupation centrale. La caractérisation et la compréhension des mécanismes physiques en jeu dans la génération des nuisances sonores est donc de première importance. Particulièrement, les drones présentent des configurations de génération de bruit complexes car les champs acoustiques et aérodynamiques créés par les voilures tournantes sont en interactions avec le carénage ou les éléments de structures. Il est alors nécessaire de développer des outils de mesure, permettant de comprendre les phénomènes physiques à l'origine du bruit rayonné. Le projet de recherche LOCALISATION de Sources Aéroacoustiques complexes (LOSAX) est un projet en collaboration entre l'ISAE-SUPAERO et l'ONERA visant à mettre au point les moyens métrologiques indispensables à l'étude des sources de bruit d'origine aérodynamique, dites aéroacoustiques, rayonnées dans ces configurations particulières.

Le sujet de stage présenté ici est la première brique nécessaire au développement de méthodes d'imagerie acoustiques appliquées à des configurations de type drone où l'incertitude est correctement évaluée. Ces méthodes permettent de réaliser des cartographies des sources aéroacoustiques, et donc d'en déduire les origines et les mécanismes physiques responsables du rayonnement, à partir de mesures réalisées par une antenne de microphones. La plus connue est l'antennerie (beamforming en anglais) développée par Billingsley et Kinns [1] en 1974. Cette technique est basée l'hypothèse que le champ acoustique rayonné par les sources étudiées suit un certain modèle de source (généralement monopolaire). Il est alors possible de localiser les sources acoustiques à partir de mesures microphoniques effectuées en champ lointain en interprétant les retards de propagation mesurés entre chaque microphone de l'antenne et en connaissant la distance source-antenne. Cependant l'utilisation de méthodes inverses est requise pour l'évaluation du niveau sonore des sources étudiées. Différentes méthodes basées sur des algorithmes de déconvolution ont alors été développées : CLEAN [2], DAMAS [3], CLEAN-SC [4].

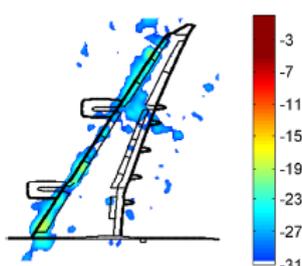


Figure 9: Source plot at 12360 Hz, CB, after coherent source removal, peak at -15.5 dB.

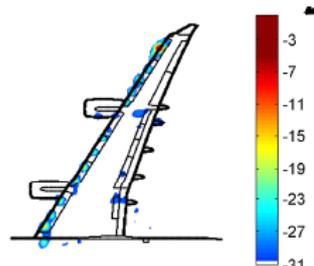


Figure 10: Source plot at 12360 Hz, CLEAN-SC.

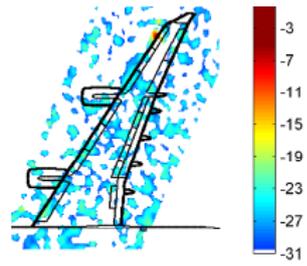


Figure 11: Source plot at 12360 Hz, CLEAN-PSF.

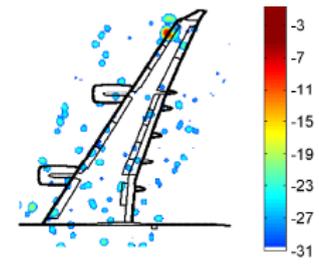


Figure 12: Source plot at 12360 Hz, DAMAS.

Figure 1: Champs acoustiques reconstruits dans le plan source pour différentes méthodes d'antennerie: antennerie conventionnelle, CLEAN-SC, CLEAN-PSF et DAMAS [4].

L'objectif du stage sera de réaliser l'évaluation de différentes méthodes d'antennerie acoustique issues de codes commerciaux (MicrodB) et de codes open source (Acoular). Une méthodologie d'évaluation systématique avec la création de critères décisifs permettra d'évaluer et de hiérarchiser plusieurs approches en fonction du type de sources acoustiques considéré. Des bases de données numériques (sources synthétiques) et expérimentales (haut-parleurs ou hélices en chambre anéchoïque) permettront d'alimenter le processus d'évaluation des méthodes d'antennerie acoustique. Dans une première partie, le stagiaire réalisera un travail de synthèse des différentes méthodes de traitement du signal pour l'imagerie acoustique. Il utilisera ensuite les bases de données pour tester et mettre en œuvre différentes stratégies de traitement du signal. Enfin, il déterminera un certain nombre de critères permettant de comparer les méthodes entre elles. L'objectif étant de créer des critères quantitatifs permettant une sélection avisée de l'utilisateur en fonction de son besoin. Une attention toute particulière sera accordée à la notion de quantification d'incertitude.



Figure 2: Mesure du bruit rayonné par une hélice de drone dans la chambre anéchoïque de l'ISAE-SUPAERO.

Références

- [1] J. Billingsley and R. Kinns, « The acoustic telescope », *J. Sound Vib.* 48 (4), 485-510 (1976).
- [2] R. P. Dougherty and R. W. Stoker, « Sidelobe suppression for phased array aeroacoustic measurements », In 4th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, AIAA 1998-2242 (1998).
- [3] T. F. Brooks and W. M. Humphreys Jr, « A Deconvolution Approach for the Mapping of Acoustic Sources (DAMAS) Determine from Phased Microphone Arrays », In 10th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, AIAA 2006-2654 (2006).
- [4] P. Sijtsma, CLEAN based on spatial source coherence, In 11th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, AIAA 2007-3436 (2007).

Profil souhaité et conditions de stage

Formation en Mécanique des Fluides, Physique ou Mathématiques Appliquées, bases d'acoustique et de traitement du signal appréciées. Le stagiaire devra prendre en main des outils de programmation de type Matlab et Python. Il peut être étudiant en Master 2 ou en École d'Ingénieurs. Le stage se déroulera à l'ISAE-SUPAERO au sein du Département Aérodynamique Énergétique et Propulsion. Le montant de l'indemnité prévu est la gratification légale.