

## 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 : Localisation de sources aéroacoustiques par approches Bayésiennes

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-supaero.fr](mailto:Helene.parisot-dupuis@isae-supaero.fr), 05 61 33 84 28

MERY Fabien, Ingénieur de Recherche en Aéroacoustique

ONERA, 2 Avenue Edouard Belin, 31000 Toulouse

[Fabien.mery@onera.fr](mailto:Fabien.mery@onera.fr), 05 62 25 25 25

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

Durée / période : 6 mois

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

**Mots clés:** Aéroacoustique Traitement du signal, Statistiques, Programmation Matlab

### Sujet

L'expansion économique et démographique mondiale entraîne une croissance des nuisances sonores associées aux transports terrestres et aériens ainsi qu'aux nouveaux développements énergétiques (éolien). Cependant, l'écologie et la notion de développement durable prenant une part de plus en plus importante dans les décisions politiques, les réglementations concernant la limitation de ces nuisances sonores deviennent de plus en plus strictes. La réduction des sources de bruit d'origine aérodynamique, dites aéroacoustiques, constitue donc un défi majeur pour l'industrie. Une meilleure connaissance de ces sources est indispensable pour pouvoir élaborer des stratégies de réduction de bruit efficaces. La caractérisation de sources aéroacoustiques en phase d'avant-projet sur maquettes en soufflerie est une étape importante pour aider à la compréhension de mécanismes de génération de bruit.

Dans ce but, différentes techniques de localisation de sources ont été développées. 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].

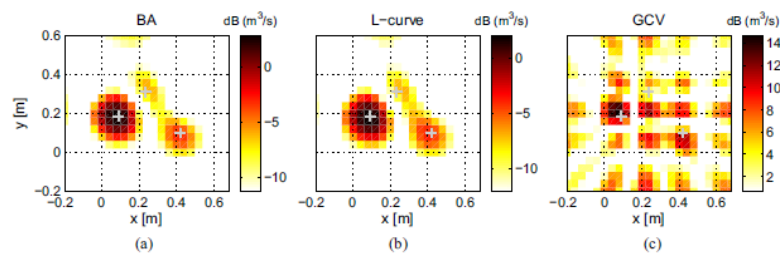


Figure 1: Champs acoustiques reconstruits dans le plan source pour différentes méthodes de régularisation: a) Bayésienne, b) L-curve et c) GCV [5].

Plus récemment, des techniques de localisations de sources basées sur la statistique bayésienne ont également vu le jour [4]. Ces techniques proposent une solution originale de résolution du problème inverse que constitue la

localisation de sources acoustiques. Les approches bayésiennes présentent notamment l'avantage de permettre une évaluation de la précision associée à la méthode de localisation ainsi que l'optimisation du dispositif de localisation. Des travaux ont été réalisés ces dernières années pour évaluer le potentiel de ces méthodes sur des cas tests simples ([5], [6]). Cette technique paraît particulièrement prometteuse pour la localisation de sources aéroacoustiques en soufflerie.

L'objectif de ce stage est développer un algorithme de localisation de sources aéroacoustiques inspiré de la statistique bayésienne. Dans un premier temps l'étudiant mènera une étude bibliographique sur le sujet et prendra en main les techniques de localisation de sources en implémentant un algorithme d'antennerie qui reste la technique de référence dans ce domaine. Ensuite il implémentera un algorithme de localisation de sources basé sur les approches bayésiennes sélectionné suite à l'étude bibliographique. Ces algorithmes seront alors validés sur des champs synthétiques de référence (monopoles, dipôles...) et leurs performances respectives seront évaluées. Enfin l'application de ces outils à la localisation de sources aéroacoustiques en soufflerie sera abordée en cherchant notamment à tirer parti des spécificités de l'approche bayésienne pour optimiser la répartition des microphones de l'antenne pour une configuration d'essai donnée. Un exemple d'antenne de localisation de sources utilisée dans la Soufflerie AéroAcoustique de l'ISAE-SUPAERO est présenté Figure 2.

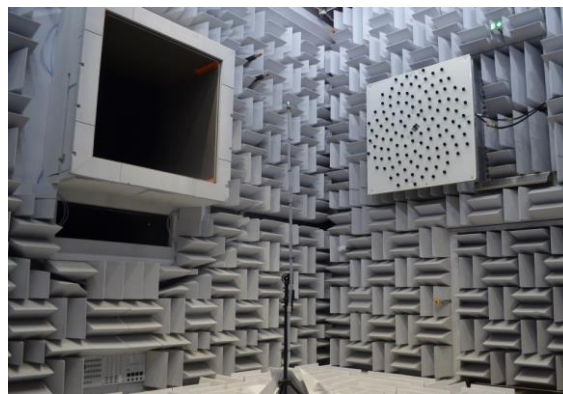


Figure 2: Antenne de localisation de 120 microphones dans la Soufflerie AéroAcoustique de l'ISAE-SUPAERO.

## 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] J. Antoni, « A Bayesian approach to sound source reconstruction : Optimal basis, regularization, and focusing », J. of the Acoustical Soc. of America, 131, 2873-2890 (2012).
- [5] A. Pereira, J. Antoni, Q. Leclère, "Empirical bayesian regularization of the inverse acoustic problem", Applied Acoustics 97, 11-29 (2015).
- [6] L. Gilquin, S. Bouley, J. Antoni, T. Le Margueresse, C. Marteau, "Sensitivity analysis of two inverse methods: beamforming and bayesian focusing", J. Sound Vib. 455, 188-202 (2019).

## Profil souhaité et conditions de stage

Formation en Mécanique des Fluides ou Mathématiques Appliquées. Le stagiaire devra prendre en main des outils de programmation de type Matlab. 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.