

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Investigation du bruit de train d'atterrissage multi-essieux via des approches d'aéroacoustique numériques et expérimentales**

Référence : **MFE-DAAA-2026-17**

(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse : Oct 2026**

**Date limite de candidature :**

### Mots clés

Bruit aérodynamique, avion, train d'atterrissage, méthode lattice-Boltzmann, mesures aérodynamiques, mesures acoustiques, analogie acoustique, soufflerie

Airframe noise, landing gear, lattice-Boltzmann method, aerodynamic measurements, acoustic measurements, acoustic analogy, wind tunnel

### Profil et compétences recherchées

École d'ingénieur ou Universitaire (M2).

Bonnes connaissances en aérodynamique et en aéroacoustique

Expérience en simulation numérique (CFD)

Goût pour l'expérimental

Bon niveau d'anglais oral/écrit.

### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La réduction du bruit des avions de transport civil au voisinage des aéroports est un objectif permanent de l'industrie aéronautique. Le bruit de propulsion a accompli ces dernières décennies des progrès spectaculaires, notamment grâce aux dernières générations de turbofan à très haut taux de dilution, et toutes les autres sources de bruit liées à la cellule requièrent à leur tour des efforts de réduction.

Parmi ces sources, le train d'atterrissage est particulièrement présent, mais son design doit satisfaire des contraintes fonctionnelles et structurales très fortes, de sorte qu'il est très difficile de le modifier en vue de réduire son bruit. Sur les avions gros porteurs « double-aisle » (et certains appareils « single-aisle ») le constructeur doit recourir à des trains à 4 (voire 6) roues (Figure 1), qui comportent des sources de bruit spécifiques liées à des interactions entre roues, interactions qui sont fortement dépendantes de paramètres géométriques comme la distance entre les roues et l'incidence du bogie par rapport à la direction de l'écoulement moyen.



Figure 1 : Atterrisseur principal de l'Airbus A380(2 x 4 + 2 x 6 roues)

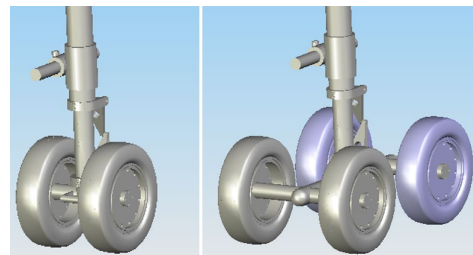


Figure 2 : Atterrisseur simplifié LAGOON configurations à 2 (gauche) et 4 (droite) roues

L'objectif de la thèse est d'investiguer la physique de ces mécanismes générateurs de bruit, en vue de proposer des designs innovants à faible bruit, tout en respectant les contraintes évoquées ci-dessus.

Cette investigation s'appuiera dans un premier temps sur des simulations numériques aéroacoustiques d'une géométrie académique de train d'atterrissage à 4 roues appelée LAGOON (« Landing Gear nOise database and CAA validation », projet Airbus-DLR-ONERA, 2007-2012 [1]) (Figure 2). Ces simulations seront conduites avec le code ProLB basé sur la méthode lattice-Boltzmann (LBM) (Figure 3).

Elles seront par la suite validées grâce à des essais dédiés conduits en collaboration avec l'ISAE-SUPAERO avec une maquette existante de ce train d'atterrissage à 4 roues LAGOON, construite en 2008 en même temps que la maquette homonyme à 2-roues, mais jamais testée. Cette maquette va être l'objet d'essais acoustiques dans la soufflerie SAA de l'ISAE-SUPAERO [3] (Figure 4), idéalement complétés par des mesures aérodynamiques (PIV, LDV) dans la soufflerie F2 de l'ONERA (Figure 5). L'ensemble viendra compléter la base de données LAGOON 2-roues qui continue à être utilisée partout dans le monde [4].

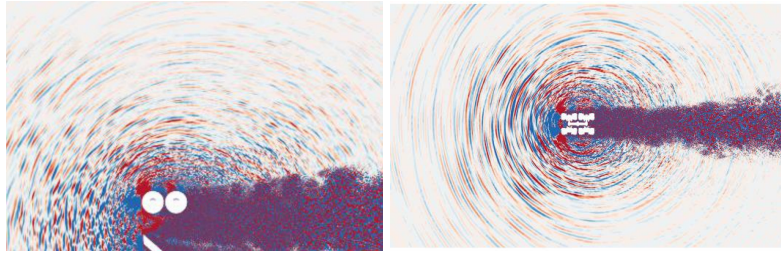


Figure 3 : Simulation numérique par méthode LBM du bruit rayonné par un atterrisseur principal réaliste à 4 roues. Plans vertical (gauche) et horizontal (droite) [2]

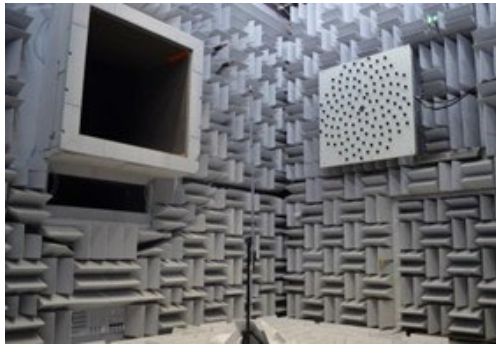


Figure 4 : Antenne de localisation de sources acoustiques de 120 microphones installée dans la soufflerie SAA de l'ISAE-SUPAERO.



Figure 5 : Atterrisseur simplifié LAGOON à 2 roues dans la soufflerie F2 de l'ONERA [1].

En termes d'analyses, la partie numérique de cette thèse sera articulée autour des thèmes suivants :

- D'une part, une analyse fine de l'écoulement sera menée. L'asymétrie de l'écoulement autour des roues, l'instabilité des points de décollement, l'effet de blocage, les interactions entre sillage turbulent et parois solides sont autant de mécanismes à prendre en compte.
- D'autre part, l'antennerie acoustique numérique est aujourd'hui un outil en plein essor [5] et son application à la localisation en 3D des sources de train d'atterrissage dont la directivité est mal identifiée nécessite des développements qui pourront être validés expérimentalement par la suite.
- Enfin, les travaux de thèse d'Antoine Hajczak à l'ONERA ont montré l'importance des sources quadripolaires aux plus hautes fréquences pour une roue isolée de train d'atterrissage [6]. Dans la suite de ces travaux, on cherchera à quantifier les sources quadripolaires par rapport aux sources dipolaires pour différentes vitesses d'écoulement sur la géométrie de train d'atterrissage étudiée.
- Si l'avancée des travaux le permet, une étude numérique comparative des configurations d'essais en veine ouverte (SAA) et en veine fermée (F2) pourra être également menée.

Ces analyses et développements seront validés et complétés par l'exploitation des campagnes d'essais en souffleries (auquel le doctorant pourra contribuer si le calendrier le permet) :

- Analyse des mesures aérodynamiques (PIV, LDV) pour caractériser la topologie de l'écoulement (asymétrie, instabilités...).
- Analyse des mesures acoustiques (directivité 3D, antennes 2D) et applications des méthodologies de localisation de source les plus adaptées [7] pour caractériser le rayonnement acoustique et hiérarchiser les différentes sources de bruit.
- Mise en place d'une méthodologie de comparaison des essais veine ouverte et fermée [8] (en fonction de l'avancée de la thèse).

La thèse s'achèvera par un travail de synthèse sur la physique des sources de bruit d'un train d'atterrissage à 4 roues et l'influence de paramètres géométriques (distance entre roues, incidence bogie) et, enfin proposer des concepts de train d'atterrissage à faible bruit.

### Bibliographie :

- [1] Sanders, L., Manoha, E., Ben Khelil, S., François, C., "LAGOON : CFD/CAA Coupling for Landing Gear Noise and Comparison with Experimental Database", 17th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, AIAA 2011-2822.
- [2] Sanders, L., "4-Wheels Landing Gear Noise Impact Assessed by LBM Simulation", CEAS Workshop on Airframe Noise Reduction, Oct. 2024, Bucarest, Romania.
- [3] Parisot-Dupuis, H., Bury, Y., Barricau, P., Mellot, B., Characterization of ISAE-SUPAERO Aeroacoustic Wind Tunnel, 10th Convention of the European Acoustics Association, 2023.
- [4] Eric Manoha, Jean Bulté and Bastien Caruelle, "LAGOON : An Experimental Database for the Validation of CFD/CAA Methods for Landing Gear Noise Prediction", 29th AIAA Aeroacoustics Conference), AIAA-2008-2816.
- [5] Bouley, S., Chambon, J., Minck, O., Enhancement of array processing techniques for CAA-based acoustic imaging, AIAA AVIATION 2023 Forum, AIAA 2023-3819.
- [6] Hajczak, A., Sanders, L., Vuillot, F., Druault, P., "A comparison between off and on-body control surfaces for the FW-H equation: Application to a non-compact landing gear wheel", Journal of Sound and Vibration, 2020.
- [7] Parisot-Dupuis, H., Jomain, J., Mellot, B. and Méry, F., Systematic analysis of acoustic source localization maps for performance assessment, INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, 2024.
- [8] Fleury, F. and Davy, R., Beamforming-Based Noise Level Measurements in Hard-Wall Closed-Section Wind Tunnels, 18th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, AIAA 2012-2226

### Collaborations envisagées

Ce travail de thèse se déroulera dans le cadre d'une coopération entre l'ONERA et l'ISAE-SUPAERO.

#### Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Aérodynamique, Aéroélasticité, Acoustique

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

**Contact** : Laurent SANDERS / Renaud DAVY

Tél. : +33 1 46 73 38 37 / +33 1 46 73 48 08

Email : [laurent.sanders@onera.fr](mailto:laurent.sanders@onera.fr), [renaud.davy@onera.fr](mailto:renaud.davy@onera.fr),

#### Co-directeurs de thèse

Hélène Parisot-Dupuis (ISAE-SUPAERO)

Fabien Méry (ONERA)

Tél. :

Email :

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