

**PROPOSITION DE POST-DOCTORAT**

**Intitulé : Analyse des mécanismes de génération du bruit de bec de bord d'attaque par méthodes de stabilité globale**

Référence : **PDOC-DAAA-2021-07**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début du contrat** : A partir du 01/11/2021

**Date limite de candidature** : 31/12/2021

**Durée : 18 mois - Salaire net : environ 25 k€ annuel**

**Mots clés**

Acoustique ; bruit de bec ; profil hypersustenté ; stabilité globale, modes propres ; résolvente

**Profil et compétences recherchées**

Docteur en sciences avec une expérience en simulation numérique. Des connaissances sur les méthodes de stabilité ou l'acoustique sont nécessaires.

Capacité de publication attestée.

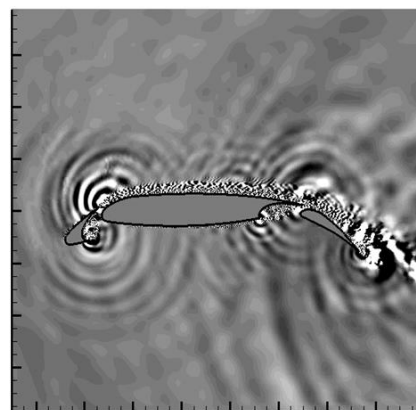
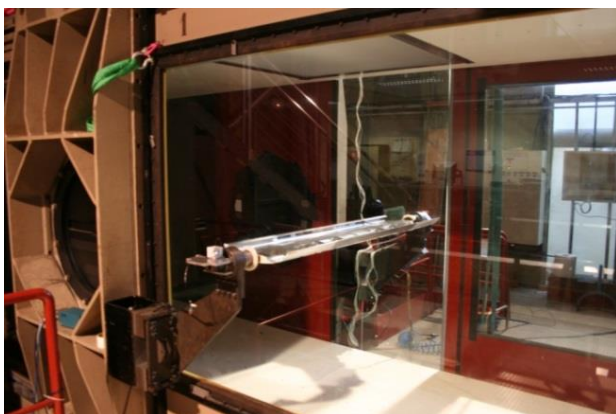
**Présentation du projet post-doctoral, contexte et objectif**

**Contexte**

Le trafic aérien s'est développé rapidement ces dernières décennies et connaît encore une croissance importante de nos jours. Dans le même temps la pression immobilière a conduit à une urbanisation galopante autour des zones aéroportuaires et la population exposée au bruit des aéronefs est toujours plus nombreuse. Afin de protéger ces populations, les normes de certifications acoustiques sont de plus en plus contraignantes et poussent les constructeurs aéronautiques à réduire toujours plus l'empreinte acoustique de leurs nouveaux appareils.

Pendant la phase de décollage, le bruit du système propulsif (soufflante/jet ou hélices) domine tandis qu'en phase d'approche c'est le bruit de cellule (trains d'atterrissage, dispositifs hypersustentateurs, cavités) qui est prépondérant. Plus précisément, sur un avion en phase d'approche les dispositifs hypersustentateurs (becs et volets) contribuent à hauteur de 44% du bruit de cellule. Pendant la descente, lorsque les trains d'atterrissage sont encore rentrés et que le moteur fonctionne à régime réduit, les profils hypersustentés peuvent représenter jusqu'à 75% du bruit perçu au sol. Cette phase du vol peut être assez longue et impacte donc une zone au sol très importante.

Le bruit de ces dispositifs hypersustentateurs est d'origine aérodynamique : la turbulence de l'air est accélérée lorsqu'elle passe autour du profil et induit des fluctuations importantes de la pression locale, ce qui se traduit par du bruit. Ce bruit est d'autant plus important que les singularités géométriques du corps solide sont significatives et que l'écoulement est accéléré.



*Essai aérodynamique/aéroacoustique d'un profil hypersustenté sans flèche (2D) avec bec de bord d'attaque et volet de bord de fuite, en soufflerie (gauche) et sa reproduction numérique (droite)*

En raison de l'importance de ces sources sur le bruit perçu au sol, il est nécessaire de disposer d'outils

performants pour prédire ce bruit dès les premières phases de conception d'un avion. Malgré les efforts importants mis en œuvre au cours des dernières années, les mécanismes physiques de génération du bruit des dispositifs hypersustentateurs ne sont toujours pas tous compris en détail. Cette compréhension est un des objectifs du projet MAMBO, auquel participe l'ONERA, et qui doit permettre de développer de nouveaux modèles semi-empiriques capables de répondre aux besoins actuels des aviateurs lors des premières phases de design. Pour ce faire, des simulations instationnaires haute-fidélité (Airbus), des essais en soufflerie (Ecole Centrale de Lyon) et des calculs de stabilité globale (ONERA) seront notamment réalisés.

### **Objectifs du post-doctorat**

Dans le cadre du projet MAMBO, le/la post-doctorant/e contribuera à identifier les mécanismes physiques de génération du bruit de bec de bord d'attaque d'un profil hypersustenté. L'approche retenue consiste à exploiter des techniques et outils d'analyse moderne pour expliquer les mécanismes physiques associés aux structures cohérentes de grande taille qui se développent dans l'écoulement. Les outils d'analyse de stabilité globale des écoulements disponibles à l'ONERA, basés sur le calcul des modes propres des équations de Navier-Stokes linéarisées ou des modes singuliers de la résolvante seront appliqués à des géométries de dispositifs hypersustentateurs pour lesquels existent des bases de données expérimentales aérodynamiques et acoustiques.

### **Organisation des travaux de recherche**

Après une étude bibliographique sur le bruit des profils hypersustentés et la stabilité globale des écoulements et la prise en main des outils ONERA, le/la post-doctorant/e réalisera des calculs stabilité globale sur les configurations retenues dans le projet MAMBO : profil sans flèche (voir Figure) et avec flèche (calculs 2D et 2.5D), afin de proposer une interprétation physique des composantes de bruit tonal dont l'existence et les caractéristiques dépendent de nombreux facteurs (échelle, flèche, envergure, écoulement).

Des champs aérodynamiques instationnaires (simulations numériques ou mesures) fournis par les partenaires du projet seront également exploités et comparés aux calculs de stabilité afin d'évaluer la pertinence de ces derniers et d'en compléter les résultats.

Selon l'avancement des travaux, des calculs de stabilité 3D pourront également être réalisés afin de prendre en compte toute la complexité géométrique de vrais profils hypersustentés : section variable en envergure, attaches de becs, extrémité latérale de bec ou de volet... Des stratégies de modifications de formes (modes adjoints ou forçage optimal) et de prise en compte de métriques associées au bruit rayonné dans le champ lointain pourront également être mises en place afin de proposer de nouvelles géométries réduisant le bruit perçu.

Le/la post-doctorant/e travaillera dans l'unité SN2A (Simulation Numérique AéroAcoustique) du DAAA et bénéficiera du soutien des aérodynamiciens de ce département pour l'utilisation des outils de stabilité et l'exploitation des résultats.

### **Bibliographie**

- [1] E. Manoha, M. Pott-Pollenske, *LEISA2: an experimental database for the validation of numerical predictions of slat unsteady flow and noise*, 21st AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, Paper AIAA 2015-3137 (2015)
- [2] E. Manoha, R. Davy, M. Pott-Pollenske, S. Barré, *SWAHILI: an experimental aerodynamic and acoustic database of a 2D high lift wing with sweep angle and flap side edge*, 24th AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, Paper AIAA 2018-3459 (2018)
- [3] S. Yamouni, D. Sipp, L. Jacquin, *Interaction between feedback aeroacoustic and acoustic resonance mechanisms in a cavity flow: a global stability analysis*, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 717, pp. 134-165 (2013)
- [4] S. Beneddine, D. Sipp, A. Arnault, J. Dandois, L. Lesshaft, *Conditions for validity of mean flow stability analysis*, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 798, pp. 485-504 (2016)
- [5] F. Plante, J. Dandois, S. Beneddine, E. Laurendeau, D. Sipp, *Link between subsonic stall and transonic buffet on swept and unswept wings: from global stability analysis to nonlinear dynamics*. Journal of Fluid Mechanics, Vol. 908, A16 (2021)

### **Collaborations extérieures**

Collaboration avec les partenaires du projet MAMBO : Airbus, Ecole Centrale de Lyon, MSC Software

### **Laboratoire d'accueil à l'ONERA**

Département : Aérodynamique, Aéroélasticité, Acoustique

Lieu (centre ONERA) : Châtillon

Contact : Maxime Huet

Tél. : 01 46 73 42 28

Email : maxime.huet@onera.fr