

**PROPOSITION DE SUJET DE THESE**

**Intitulé : Développement et analyse du couplage aéroélastique de structures aéronautiques élancées avec des méthodes rapides**

Référence : **MAS-DAAA-2024-12**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse :** Octobre 2024

**Date limite de candidature :** Mai 2024

**Mots clés**

Aéroélasticité, Modèles d'ordre réduit, Vortex Particle Method (VPM), Interaction aéroélastique, Voilures à grand allongement, Open Rotor And Stator (ORAS)

**Profil et compétences recherchées**

En dernière année de Master Recherche ou d'École d'Ingénieur, vous avez des notions en mécanique des structures et en mécanique de fluides et idéalement en aérodynamique. Vous manifestez un intérêt pour l'aéronautique, la recherche et l'innovation. Vous éprouvez un goût pour la programmation et avez des compétences dans le langage de programmation Python. Doté-e d'excellentes qualités interpersonnelles, vous n'hésitez pas à communiquer avec des experts au sein de l'ONERA. Vous faites preuve d'un bon sens d'analyse critique et d'une autonomie vous permettant de vous adapter rapidement à un environnement de travail techniquement exigeant.

**Contexte**

Le secteur de l'aéronautique est de plus en plus impliqué dans la diminution de l'empreinte carbone des avions. Les nouvelles configurations de moteurs à fort taux de dilution (UHBR) et les hélices rapides type ORAS (Open Rotor And Stator) ont des performances améliorées pour une réduction de 20% de l'empreinte carbone. Cependant, la physique de ces nouvelles configurations devient plus complexe et nécessite des outils avancés pour leur conception et analyse.



Figure 1 (G) Diamètre Open Rotor Vs moteurs actuels ©Safran; (C) Open Rotor installé ©Safran; (D) Pathfinder ©NASA.

Aujourd'hui, il existe des méthodes à haute-fidélité qui sont capables d'étudier ce comportement couplé, cependant, leur coût de calcul peut être très important pour des activités d'analyse et design dans un environnement industriel. C'est pourquoi, l'utilisation de méthodes rapides à la fois pour l'analyse aérodynamique et l'analyse structurelle est complémentaire aux méthodes haute-fidélité.

**Objectif de la thèse**

L'objectif principal de la thèse est le développement d'un couplage aéroélastique avec des méthodes « rapides » pour la prise en compte des vibrations non linéaires de structures aéronautiques élancées (e.g. voilure à grands allongement, hélices type Open Rotor And Stator (ORAS)).

Pour cela, le ou la doctorant-e sera amené-e à réaliser une revue de la littérature existante afin de comprendre les bases théoriques du couplage fluide/structure, des modèles poutre non linéaire et modèles réduits (ROM) par projection de base pour la modélisation structurelle et des méthodes

rapides pour l'analyse aérodynamique des hélices (e.g. méthode des anneaux, Vortex Particle Method (VPM)). Ensuite, une analyse théorique de la Vortex Particle Method permettra de prendre en compte la vitesse de la structure afin d'élargir son application aux calculs aéroélastiques instationnaires (vibrations).

En fonction de l'avancement de la thèse, d'autres techniques pour la modélisation aérodynamique ou structurelle pourront être prises en compte (e.g. modélisation aérodynamique par termes source, paramétrisation des modèles réduits, symétrie cyclique).

Les travaux de cette thèse permettront de mûrir les méthodes pour le couplage fluide/structure pour la conception et l'analyse de nouvelles configurations de moteurs aéronautiques.

## Références

[1] Nicolas Di Palma, Benjamin Chouvion and Fabrice Thouverez, Parametric study on internal resonances for a simplified nonlinear blade model. *International Journal of Non-Linear Mechanics* 141 (2022) 103941.

[2] Reduced-order model for large amplitude vibrations of flexible structures coupled with a fluid flow, ECCOMAS 2022, 5-9 June 2022, Oslo, NRW, T. Flament, A. Placzek, J-F. Deü, M. Balmaseda, D.-M. Tran

[3] Mikel Balmaseda, Georges Jacquet-Richardet, Antoine Placzek, and D-M Tran. Reduced order models for nonlinear dynamic analysis with application to a fan blade. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 142(4), 2020.

[4] Alessandra Vizzaccaro, Yichang Shen, Loïc Salles, Jiří Blahoš, and Cyril Touzé. Direct computation of nonlinear mapping via normal form for reduced-order models of finite element nonlinear structures. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 384 :113957, 2021.

[5] Eric Kurstak, Ryan Wilber, and Kiran D'Souza. Parametric reduced order models for bladed disks with mistuning and varying operational speed. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 2018.

[6] Chloé Mimeau and Iraj Mortazavi. A review of vortex methods and their applications : From creation to recent advances. *Fluids*, 6(2) :68, 2021.

[7] Savino, A., Cocco, A., Zanotti, A., Tugnoli, M., Masarati, P., & Muscarello, V. (2021). Coupling Mid-Fidelity Aerodynamics and Multibody Dynamics for the Aeroelastic Analysis of Rotary-Wing, Vehicles. *Energies*, 14(21), 6979.

## Collaborations envisagées

### Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Aérodynamique, Aéroélasticité et Aéroacoustique

Lieu (centre ONERA) : Meudon

**Contact** : Mikel Balmaseda

Tél. :

Email : mikel.balmaseda@onera.fr

### Directeur de thèse

Nom : Fabrice Thouverez

Laboratoire : LTDS (EC Lyon)

Tél. :

Email :

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