

Stage : Prise en compte des incertitudes dans la détection de la vitesse critique de flottement

Début du stage : printemps 2026

Durée : 5 ou 6 mois

Lieu : Ecole de l'Air et de l'Espace (EAE), Salon-de-Provence, Bouches du Rhône

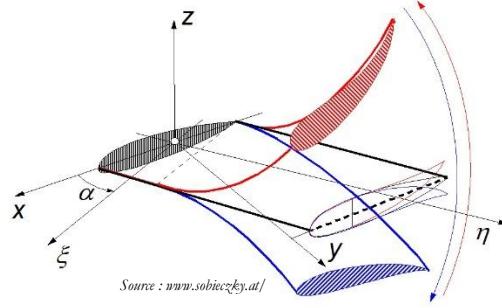
Encadrement : Benjamin Chouvion, en collaboration avec Enora Denimal Goy de l'INRIA

Contexte

Dans le cadre du développement et de l'exploitation sécurisée de drones HALE (High Altitude Long Endurance) ou HAPS (High Altitude Pseudo-Satellite) tels que le drone Helios développé par la NASA, la maîtrise des phénomènes d'instabilité aéroélastique constitue un enjeu majeur. Parmi ceux-ci, le flottement aéroélastique — résultant du couplage entre la dynamique structurelle et les forces aérodynamiques — peut entraîner des défaillances structurelles sévères s'il n'est pas prédict avec une précision suffisante.



Drone HELIOS



Flottement : couplage flexion-torsion

Les méthodes classiques de prédition de la vitesse critique de flottement reposent généralement sur des modèles déterministes, alors que de nombreuses sources d'incertitudes existent en pratique, liées notamment aux propriétés aérodynamiques, aux caractéristiques mécaniques des structures ou aux conditions opérationnelles. La prise en compte explicite de ces incertitudes est donc essentielle pour améliorer la fiabilité et la robustesse des prédictions.

Objectifs du stage et méthodologie

L'objectif du stage est de développer et d'évaluer une méthodologie permettant d'intégrer les incertitudes dans l'estimation de la vitesse critique de flottement d'un drone HALE.

Le ou la stagiaire sera amené(e) à :

- réaliser une revue bibliographique sur la modélisation du flottement aéroélastique ainsi que sur les méthodes d'analyse de sensibilité et de quantification des incertitudes (*Uncertainty Quantification*)
- identifier et caractériser les principales sources d'incertitudes influençant la prédition du flottement
- mettre en œuvre une approche de modélisation stochastique (par exemple : méthodes de Monte Carlo, collocation stochastique, polynômes du chaos) appliquée à un modèle aérodynamique et structurel simplifié ou réduit
- intégrer ces incertitudes dans un processus de détection ou de prédition de la vitesse critique de flottement
- proposer des indicateurs de robustesse ou de fiabilité de la prédition
- valider les méthodes développées sur un cas test représentatif.

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet ANR FlexHALE, mené en partenariat avec plusieurs laboratoires de recherche français. L'un des objectifs du stage est également de préparer le terrain pour le recrutement d'un post-doctorant qui poursuivra ces travaux.

Profil recherché / Compétences spécifiques

Le stage s'adresse à un(e) étudiant(e) de niveau M2 ou dernière année d'école d'ingénieur, avec un profil orienté mécanique ou mathématiques appliquées.

Compétences et connaissances souhaitées :

- bases solides en mécanique des structures et/ou en aéroélasticité ;
- bonnes compétences en analyse numérique ;
- maîtrise d'outils de calcul scientifique (Matlab et/ou Python) ;
- intérêt pour la modélisation, la simulation numérique et les méthodes probabilistes ;
- rigueur scientifique, autonomie et goût pour la recherche.

Candidature

Le stage se déroulera au centre de recherche de l'Ecole de l'Air et de l'Espace, sur la base aérienne 701 de Salon-de-Provence. Il devra être relativement long (5 ou 6 mois).

Les candidatures (comportant un CV, un relevé de notes et une lettre de motivation) doivent être envoyées, par email à Benjamin Chouvion (benjamin.chouvion@ecole-air.fr) et Enora Denimal Goy (enora.denimal-goy@inria.fr).