

*Stage D'une durée minimum de 45 jours et maximum 132 jours*

**RENSEIGNEMENT ORGANISME**

Unité « AIR » (ou service) dans lequel le stage sera effectué : CREA 09.401

Adresse : BA 701 13661 Salon Air

Département/service : S/O

Courriel (adresse fonctionnelle uniquement) : contact-crea@ecole-air.fr

**Tuteur du stagiaire**

**Grade :** MCF                      **NOM :** LEROY                      **PRENOM :** Annie

annie.leroy@ecole-air.fr                      PTT : 04 13 93 82 59

**Conditions matérielles du stage :**

**Restauration :**     NON                       OUI, mais aux frais du stagiaire

**Hébergement :**     NON                       OUI, mais aux frais du stagiaire

**Période :** 6 mois du 01/03/2022 au 31/08/2022

**Nombre de jours de présence effective :** 120 jours

**RENSEIGNEMENTS SUR LE STAGE**

**Intitulé du stage :** *Modélisation aéroélastique d'une voilure composite flexible à grand allongement*

**Niveau d'étude demandé :** Stage de fin d'étude ingénieur ou Master 2 à dominante Mécanique des fluides

**Description de la mission :**

L'objet du stage est de contribuer au développement d'une modélisation aéroélastique adaptée aux phases de préconception d'une voilure de très grand allongement, très flexible et conçue avec des matériaux composites. Ce modèle de voilure est étudié en particulier pour l'étude et le développement de drones HALE (Haute Altitude Longue Endurance) solaires qui font partie des concepts innovants pour des applications notamment dans le domaine de l'observation et des télécommunications [1,2]. Cette activité au CREA a démarré par des travaux sur l'optimisation multidisciplinaire basée sur des modèles simplifiés de la structure et des efforts aérodynamiques. Ils ont déjà permis de développer un code de calcul pour la simulation d'une voilure souple composite anisotrope (appelé GEBTAero), permettant notamment de déterminer les vitesses critiques d'instabilités (divergence et/ou flottement). Le code est basé sur un couplage fort d'une théorie de poutre anisotrope, en grands déplacements et rotation, à un modèle aérodynamique instationnaire analytique bidimensionnel basé sur le modèle de Peters [3]. Récemment, la thèse de Bertrand Kirsch [4] a permis de se concentrer sur un point particulier qui est l'apport de l'anisotropie des composites sur les voilures. Les modèles de calcul structural et calcul aérodynamique sont implémentés en langage Fortran. Un pré/post-processeur, codé en langage Python, permet entre autres l'homogénéisation des sections droites composites, le calcul des vitesses critiques et la visualisation des modes aéroélastiques. L'ensemble est conçu de manière à contenir le coût de calcul tout en étant modulaire, et de manière à faciliter son implémentation au sein d'une plateforme d'optimisation multidisciplinaire, comme par exemple openMDAO. L'objectif de ce stage Master est de proposer une amélioration du modèle aérodynamique en étudiant plus particulièrement la possibilité d'implémenter un modèle de décrochage du profil afin d'améliorer la simulation des cycles limites en particulier.

Le stage peut se décomposer selon les différentes tâches suivantes :

-Etude bibliographique sur les modèles aérodynamiques de décrochage. L'étude bibliographique pourra être élargie aux modèles analytiques existant et en cours de développement pour l'étude des

performances aéroélastiques des pales d'éoliennes de grande capacité (>10MW, diamètre rotor > 120 m) aujourd'hui à l'étude pour la construction de fermes offshore entre autres.

- Prise en main du code GEBTAero
- Définition et étude de cas tests
- Implémentation d'un modèle dans le code GEBTAero puis calculs de validation.

Références :

[1] CESTINO Enrico, *Design of solar high altitude long endurance aircraft for multi payload & operations. Aerospace science and technology*, 2006, vol. 10, no 6, p. 541-550.

[2] NOLL, Thomas E., BROWN John M., PEREZ-DAVIS Marla E., ISHMAEL Stephen D., TIFFANY Geary C. & GAIER Matthew, *Investigation of the Helios Prototype Aircraft Mishap - Volume I*, NASA, 2004.

[3] David A. PETERS David A, ARUNAMOORTHY Swaminathan K et CAO Wen-Ming, *Finite state induced flow models. I-Two-dimensional thin airfoil. Journal of Aircraft*, 32(2):313–322, 1995.

[4] KIRSCH Bertrand, MONTAGNIER Olivier, BÉNARD Emmanuel, FAURE Thierry, *Tightly coupled aeroelastic model implementation dedicated to fast aeroelastic tailoring optimisation of high aspect ratio composite wing, Journal of Fluids and Structures*, Volume 94, April 2020, 102930, 2020.

Candidature recherchée : Le candidat ou la candidate doit avoir des connaissances/compétences en aérodynamique, ainsi qu'une appétence pour les approches interdisciplinaires et pour le développement d'outils de simulations numériques avec approche open source.

#### Description de la structure d'accueil :

L'Ecole de l'air et de l'espace, établissement de formation de tous les officiers de l'armée de l'air et de l'espace a pour mission la formation militaire, au combat et au commandement, ainsi que l'enseignement académique au profit des élèves officiers (EO). Notamment leur formation initiale en sciences de l'ingénieur, sciences humaines et sociales ou langues vivantes. Cette mission de formation est adossée à une activité de recherche académique, orientée vers la Défense aérospatiale, réalisée au sein du CREA.

Le CREA est l'unité de recherche pluridisciplinaire regroupant l'ensemble des enseignants-chercheurs de l'Ecole, tant dans le domaine des sciences de l'ingénieur que dans celui des sciences humaines et sociales.