

# Centre de Recherche de l'École de l'Air – UR 09.401



**RECRUTE**

**Intitulé du poste :** Post-doctorat : maîtrise du flottement d'ailes très flexibles de drones par ajout d'amortisseurs non-linéaires

**Lieu de travail :** Salon de Provence – Bouches du Rhône - France

**Champ scientifique principal :** Dynamique des structures, aéroélasticité

**Catégorie :** Niveau I

**Type de contrat :** CDD

**Durée du contrat :** 8 mois renouvelables

**Quotité de travail :** Temps complet

**Rémunération :** 2575,37 euros brut mensuel

**Date d'affectation souhaitée :** 01 octobre 2023

## PRÉSENTATION DE L'ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL

L'École de l'air et de l'espace est une grande école militaire (ayant le statut d'EPSCP-GE) implantée à Salon-de-Provence, habilitée à délivrer le titre d'ingénieur. Elle est membre de la Conférence des Grandes Écoles et du groupe ISAE (SUPAERO, ENSMA, ESTACA, École de l'air et de l'espace). Elle est notamment en charge d'assurer la formation initiale de tous les officiers de l'armée de l'Air et de l'Espace.

## PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Le Centre de recherche de l'école de l'air (CREA), est l'unité de recherche pluridisciplinaire de l'École de l'air et de l'espace. Il est en lien étroit avec la Base aérienne 701, ce qui lui offre la capacité rare d'accéder à des moyens aéronautiques comme des avions ou des zones de vol. Il entretient également des partenariats avec de grands acteurs de la défense et de l'aéronautique (DGA, CEA, ONERA, Dassault Aviation, pôle de compétitivité SAFE) mais aussi académiques (Aix-Marseille-Université, écoles du groupe ISAE, IRSEM...).

Le CREA est composée d'une trentaine d'enseignants chercheurs répartis dans de nombreuses disciplines : histoire, sociologie, sciences politiques, mathématiques, mécanique des fluides et des structures, sciences cognitives, informatique, traitement du signal. Ses membres conduisent des recherches académiques ayant un objet commun : les déterminants de l'évolution de l'emploi militaire des systèmes aéronautiques et spatiaux.

## DESCRIPTIF DES ACTIVITES

### Mots clés

Dynamique non-linéaire, aéroélasticité, amortissement, contrôle vibratoire, modélisation, analyse numérique.

### Contexte

Compte tenu de l'ancrage de l'Ecole de l'air et de l'espace dans le milieu aéronautique militaire, et du fait de sa situation géographique au sein de la base aérienne 701 lui offrant un accès privilégié à des moyens d'expérimentation, les travaux de recherche portant sur la conception multidisciplinaire et l'emploi de drones constituent un axe fort de son projet scientifique.

Ce travail postdoctoral s'inscrit d'un projet en collaboration avec l'ISAE-Supaéro, l'ENSTA Paris et l'ISAE-Supméca, et financé par l'AID. Ce projet traite de l'optimisation de la conception de drones de type HALE (*High-Altitude Long-Endurance*). Ces drones solaires jouent le rôle de pseudo-satellite et offrent des capacités de surveillance accrue en limitant les coûts logistiques. La grande envergure (environ 50m) de leur voilure très flexible les rend assujettis aux phénomènes d'instabilités aéroélastiques, tels que le flottement d'aile couplé ou non avec le mouvement de l'aéronef. La figure ci-dessous illustre ce type de drone, dont le prototype Hélios, qui s'est désintégré en vol [1].



*Prototype Hélios (NASA)*



*Projet Hasards (ESA)*

La maîtrise du flottement d'ailes très flexibles de drones HALE est actuellement un verrou crucial qui bride la plage de vol possible. L'objectif du projet est l'étude de systèmes de stabilisation passifs pour atténuer les effets d'instabilités aéroélastiques. Par l'ajout d'amortisseurs passifs sur la structure, il est envisageable de pouvoir contrôler cette instabilité à un niveau vibratoire faible acceptable et d'essayer de repousser son apparition. Dans le travail mené à l'Ecole de l'air et de l'espace, l'axe de recherche choisi sera l'étude d'un contrôle passif structurel par effets non-linéaires (de type pompage énergétique non-linéaire). Ce type de méthode a montré son efficacité sur des modèles simples, mais sa prise en compte dans un modèle structurel de moyenne fidélité et sous chargement aéroélastique non-linéaire est un réel défi.

### Travail à réaliser

Un simulateur numérique basé sur un modèle structurel relativement précis de l'aile, avec prise en compte des non-linéarités géométriques et des efforts aéroélastiques est en cours de développement dans l'équipe [2]. Celui-ci s'appuie sur des travaux réalisés précédemment utilisant des modèles de poutre non-linéaire [3]. Le modèle utilisé est une extension du modèle de Hodges [4] de poutre vrillée et pré-courbée incluant le gauchissement des sections droites. Pour étendre ce simulateur à un simulateur de vol HALE, la difficulté principale sera d'intégrer au modèle existant des efforts aéroélastiques non linéaires ainsi que le couplage avec la dynamique de vol de l'aéronef.

On s'attardera ensuite sur l'étude de l'apport potentiel de l'amortissement passif non-linéaire. La physique non-linéaire qui rentre en jeu devra être d'abord maîtrisée (voir [5] par exemple). L'absorbeur non-linéaire sera intégré au simulateur HALE afin de faire des études paramétriques et investiguer l'influence à la fois de la masse ajoutée et des capacités d'amortissement accrues sur le contrôle du flottement.

La rédaction d'articles scientifiques mettant en valeur les recherches effectuées est également attendue.

- [1] T.E. Noll *et al.* : Investigation of the Helios prototype aircraft mishap Volume I: Mishap report (techreport No. 64317). NASA, 2004. [https://www.nasa.gov/pdf/64317main\\_helios.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/64317main_helios.pdf)
- [2] R. Alcorta, B. Chouvion, G. Michon and O. Montagnier: On the use of frictional dampers for flutter mitigation of a highly flexible wing, submitted for journal publication, 2023. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4412811>
- [3] N. Di Palma, B. Chouvion, and F. Thouverez : Parametric study on internal resonances for a simplified nonlinear blade model. International Journal of Non-Linear Mechanics, 141:103941, 2022. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03353678>
- [4] D.H. Hodges and E.H. Dowell : Nonlinear Equations of Motion for the Elastic Bending and Torsion of Twisted Nonuniform Rotor Blades, NASA communication, 1974. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19750005242>
- [5] Y. Starosvetsky, O. Gendelman : Vibration absorption in systems with a nonlinear energy sink: Nonlinear damping. Journal of Sound and Vibration, 324(3–5):916-939, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2009.02.052>

### **PROFIL RECHERCHÉ / COMPÉTENCES REQUISES**

- Personne titulaire d'un doctorat en mécanique des structures, ou en mécanique des fluides avec idéalement une composante en aéroélasticité.
- Compétences importantes requises en développement informatique et dans l'utilisation d'outils de calcul numérique (Matlab ou équivalent).
- Appétence particulière pour la communication et la rédaction d'articles scientifiques.

### **INFORMATIONS PRATIQUES**

Restauration sur place. Crèches et écoles à proximité. Accès aux installations sportives de l'École de l'air et de l'espace. Club sportif et artistique : nombreuses activités pour cadre et famille. Comités social et des fêtes très actifs.

Les pièces listées ci-dessous devront être transmises uniquement aux contacts figurant dans la fiche de poste :

- Un CV académique,
- Une lettre de motivation,
- Une lettre de recommandation (si possible),
- Le procès-verbal de la soutenance.

La première prise de contact se fera en envoyant simplement un CV au référent scientifique.



**CONTACTS POUR LE DÉPÔT DES CANDIDATURES :**

- **Référent scientifique** : Benjamin Chouvion – Maître de conférences détaché au CREA  
Email : [benjamin.chouvion@ecole-air.fr](mailto:benjamin.chouvion@ecole-air.fr)
  
- **Supérieur hiérarchique direct** : Cdt Jérôme Mistretta – Directeur du CREA  
tél. : 04 13 93 83 30 - Email : [jerome.mistretta@ecole-air.fr](mailto:jerome.mistretta@ecole-air.fr)
  
- **Bureau Gestion Collective RH PC**  
tél : 04.13.93.85.14 ou 04.13.93.84.88  
Email : [recrutement@ecole-air.fr](mailto:recrutement@ecole-air.fr) et/ou [ea-dgs-srh.recrutement.fct@intradef.gouv.fr](mailto:ea-dgs-srh.recrutement.fct@intradef.gouv.fr)

**Date de fin de dépôt des candidatures : 1<sup>ER</sup> septembre 2023**