

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 : 24 mois

Quotité de travail : Temps complet

Rémunération : jusqu'à 3000 euros brut

Date d'affectation souhaitée : 01 mars 2022

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 du CREA 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 dans le projet HALION, projet en collaboration avec ISAE-SUPAERO et financé par l'AID. L'ISAE-SUPAERO envisage de concevoir et de fabriquer un démonstrateur de vol haute altitude longue endurance (de type HALE) alimenté principalement à l'énergie solaire. La structure très flexible qui en résulte pose de nombreux défis. L'objectif du projet HALION est l'étude de systèmes de stabilisation actifs et passifs pour atténuer les effets d'instabilités aéroélastiques.

La maîtrise du flottement d'ailes très flexibles de drones HALE est actuellement un verrou crucial qui bride la plage de vol possible. 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 au CREA, 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

La première étape consistera à développer 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. Les développements envisagés s'appuieront sur des travaux réalisés précédemment utilisant des modèles de poutre non-linéaire [1]. Le modèle utilisé est une extension du modèle de Hodges [2] 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 les effets aéroélastiques prépondérants (modèle d'état de Peters [3]). Une validation par comparaison avec le code GEBTAero [4] développé actuellement à l'École de l'air et de l'espace sera effectuée. Il est également attendu de collaborer avec des chercheurs de l'ISAE-SUPAERO de façon à implémenter leur développement en termes de commande active de stabilisation du flottement au sein du simulateur HALE.

Après validation du modèle structurel de l'aile sous chargement aéroélastique, on s'attardera 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). Ensuite, 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] Di Palma, N., Chouvion, B. and Thouverez, F., 2022. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03353678>

[2] Hodges, D.H., Dowell, E.H., 1974. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19750005242>

[3] Peters, D. A., Karunamoorthy, S., and Cao, W. M., 1995. <https://doi.org/10.2514/3.46718>

[4] Kirsch, B., Montagnier, O., Bénard, E. and Faure, T.M., 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2020.102930>

[5] Y. Starosvetsky, O. V. Gendelman, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2009.02.052>

Centre de Recherche de l'École de l'Air 09.401



RECRUIT

Job title: Postdoctoral position: Flutter control of very flexible drone wings by adding nonlinear absorbers.

Workplace: Salon de Provence – Bouches du Rhône - France

Main scientific domain: Structural dynamics, aeroelasticity

Category: Level I

Type of contract: CDD fixed-time contract **Period of the contract:** 24 months

Amount of work: full time

Remuneration: up to € 3000 gross

Desired date of assignment: 01 March 2022

PRESENTATION OF THE PROFESSIONAL ENVIRONMENT

The Air and Space Academy is a major military school (with EPSCP-GE status) located in Salon-de-Provence, authorized to deliver the title of engineer. It is a member of the Conference des Grandes Écoles and the ISAE group (SUPAERO, ENSMA, ESTACA, The Air and Space Academy). It is responsible for the initial training of all Air Force and Space Force officers.

PRESENTATION OF THE HOST STRUCTURE

The Centre de Recherche de l'École de l'Air (CREA) is the multidisciplinary research unit of the Air and Space Academy. It is closely linked to the 701 Air Force Base, which gives it the rare ability to access aeronautical resources such as aircraft or flight zones. It also maintains partnerships with major players in the defence and aeronautics sectors (DGA, CEA, ONERA, Dassault Aviation, SAFE competitiveness cluster) as well as academics (Aix-Marseille University, ISAE group schools, IRSEM, etc.).

The CREA is composed of about thirty research professors from many disciplines: history, sociology, political science, mathematics, fluid and structural mechanics, cognitive science, computer science, signal processing. Its members conduct academic research with a common object: the determinants of the evolution of the military use of aeronautical and space systems.

DESCRIPTION OF ACTIVITIES

Key words

Nonlinear dynamics, aeroelasticity, damping, vibration control, modelling, numerical analysis.

Context

Considering CREA anchorage in the military aeronautical environment, and its geographical location within the 701 air base, which gives it privileged access to experimental facilities, research work on the multidisciplinary design and use of UAVs is a major focus of its scientific project.

This postdoctoral research project is part of the so-called HALION project, carried out in collaboration with ISAE-SUPAERO and funded by the French Innovation Defense Agency. ISAE-SUPAERO plans to design and manufacture a high-altitude long endurance drone demonstrator (called HALE drone) powered mainly by solar energy. The resulting very flexible structure leads to many technical challenges. The objective of the HALION project is to study the possibility of using active and passive stabilization systems to mitigate the effects of flutter that is currently an important cause of flight range limitation. By adding passive dampers to the structure, it may be possible to control this instability at an acceptable low level of vibration and/or to push back its occurrence in the flight range.

In the work planned at CREA, the researcher will focus on the use of a structural nonlinear absorber to control the global vibrational amplitude. This type of method has shown its efficiency on simple models, but its integration in a structure showing geometric nonlinearities and under nonlinear aeroelastic loading is a real challenge.

Work to be done

The first step will be to develop a numerical simulator based on a relatively accurate structural model of the wing, considering both geometric nonlinearities and aeroelastic forces. The proposed developments will be built on previous work focused on nonlinear beam models [1]. The approach used is an extension of Hodges [2] twisted and pre-bent beam model that includes the warping of cross-sections. To extend this simulator to a HALE flight simulator, the main difficulty will be to integrate the predominant aeroelastic effects into the model (see [3]). A validation by comparison with the GEBTAero code [4] currently being developed at CREA will be done. It is also expected to collaborate with researchers from ISAE-SUPAERO in order to implement their development in terms of active control of flutter stabilization within the HALE simulator.

After validation of the structural model of the wing under aeroelastic loading, the potential contribution of nonlinear passive damping will be studied. The nonlinear physics involved will first have to be mastered (see [5] for example). Then, the nonlinear absorber will be integrated into the HALE simulator to perform parametric studies and investigate the influence of both the added mass and the increased damping capabilities on flutter control.

Publication of scientific articles highlighting the innovative results is also expected.

[1] Di Palma, N., Chouvion, B. and Thouverez, F., 2022. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03353678>

[2] Hodges, D.H., Dowell, E.H., 1974. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19750005242>

[3] Peters, D. A., Karunamoorthy, S., and Cao, W. M., 1995. <https://doi.org/10.2514/3.46718>

[4] Kirsch, B., Montagnier, O., Bénard, E. and Faure, T.M., 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2020.102930>

[5] Y. Starosvetsky, O. V. Gendelman, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2009.02.052>

PROFILE / SKILLS REQUIRED

- Doctorate in structural mechanics, or in fluid mechanics with a component in aeroelasticity.
- Strong skills in numerical analysis tools (Matlab or equivalent) are required.
- Particular interest in communication and writing scientific articles.
- The applicant must be of European nationality.

PRACTICAL INFORMATION

Restaurant on site. Nurseries and schools in the area. Access to the sports facilities of the Air and Space Academy. Sports and arts club: many activities for executives and families. Very active social and festival committees.

To apply

The documents listed below should only be sent to the contacts listed in the job description:

- An academic resume
- A cover letter
- A letter of recommendation (if possible),
- The report of the defence.

The first contact will be made by simply sending a CV to the scientific referent.



CONTACTS FOR THE SUBMISSION OF APPLICATIONS:

- **Scientific advisor** : Benjamin Chouvion – Maître de conférences détaché au CREA
Email : benjamin.chouvion@ecole-air.fr
- **Direct supervisor** : LCL Bertrand Viaud – Directeur du CREA
tél. : 04 13 93 83 30 - Email : bertrand.viaud@ecole-air.fr
- **Collective Management Office HR PC**
tél : 04.13.93.85.14 ou 04.13.93.84.88
Email : recrutement@ecole-air.fr et/ou ea-dgs-srh.recrutement.fct@intradef.gouv.fr

Deadline for applications: 15 january 2022