

Soutenance de thèse

Emmeline FAÏSSE soutiendra sa thèse de doctorat préparée au sein de l'ICA et intitulée «*Conception intégrée de structure et de lois de contrôle pour un contrôle actif du flottement*»

**Le 10 juin 2022 à 14h00,
Salle des thèses – ISAE-SUPAERO**

devant le jury composé de

M. Joseph MORLIER	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
Mme Sihem TEBBANI	Professeure Centrale Supélec	Rapporteuse
M. Roeland DE BREUKER	Professeur associé TU Delft	Rapporteur
M. Daniel ALAZARD	Professeur ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse
M. Jean Camille CHASSAING	Professeur Sorbonne Université	

Résumé : La conception de la prochaine génération d'avions se doit d'être plus efficace dans sa consommation de carburant. Ces dernières années, la masse structurelle des ailes a été réduite grâce à l'usage de matériaux composites ce qui a entraîné une augmentation de leur flexibilité. Simultanément, le rapport longueur/largeur des ailes a augmenté. Ces évolutions tendent à augmenter le risque d'apparition du phénomène de flottement. Pour enrayer ce problème, des méthodes actives sont étudiées, et en particulier des lois de suppression active de flottement. Cette thèse de doctorat étudie donc deux sujets. Le premier est le développement d'une loi de contrôle actif du flottement pour un modèle d'avion de recherche. Le deuxième est l'application du co-design, soit l'optimisation simultanée de la structure et des lois de contrôle, pour un aile avec un dispositif de contrôle du flottement. Les méthodologies pour la conception de la loi et le co-design sont d'abord testées sur un modèle aéroélastique à deux degrés de liberté. L'élaboration de la loi de suppression du flottement est faite en utilisant une synthèse H-infini structurée. Les résultats sur le modèle 2D montrent qu'une augmentation de 31% de la vitesse de flutter en boucle fermée est possible en utilisant un capteur d'accélération placé sur l'axe élastique du modèle. La position du capteur peut aussi être optimisée vis à vis de sa position sur la corde de l'aile, ce qui permet 6% de gain en vitesse supplémentaire. En utilisant la même méthode, une loi pour supprimer le flutter sur le modèle XRF1 est ensuite étudiée. Le modèle XRF1 est un modèle industriel multi-disciplinaire de recherche qui est représentatif d'un avion commercial long courrier moderne. Dans cette étude, un dérivé du XRF1 avec une aile allongée est utilisé. Il est plus sensible au flottement que le modèle initial et intègre des surfaces de contrôle sur le bord de fuite sur toute l'envergure de l'aile. Une étude poussée du choix de capteurs et d'ailerons sur l'aile est proposée. Une augmentation de 11% de la vitesse de flutter en boucle fermée est obtenue en utilisant le contrôleur conçu.

Mots-clés : aéroélasticité, optimisation, commande automatique, co-design, optimisation de structure, conception avion

Summary: An integrated design approach aims to achieve the best possible system performance that considers all aspects of system design simultaneously. In this case, such an approach aims to optimize simultaneously some mechanical sizing parameters and the control gains of an aircraft in the same procedure to meet some specifications at the whole system level. This thesis will first try to establish the connection between Co-Design references methods and Multidisciplinary Design Optimization references algorithms in order to converge to a novel approach. The novel co-design method (combined structural/aeroelastic/control law/sensors /actuators design) will help to reduce the complexity of the system design process, and to add new system capabilities that were impossible previously. It can also give guidelines for future actuators or system architecture and highlight trade-off. This methodology shall be applied to design a robust active control of flutter in a full flexible aircraft where the flutter initiation is really fast, which leads to unfeasible early detection algorithms. The method means to design an aircraft structure in an integrated multidisciplinary approach allowing maximizing aircraft performance (such as aerodynamic performance, structural specific rigidity, flutter criteria etc...).

Keywords: aeroelasticity, optimization, control design, co-design, structural optimization, aircraft design