

## Soutenance de thèse

**Éric NGUYEN VAN** soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA CSDV et intitulée «*Stabilité et contrôle latéral d'un aéronef à petite dérive par utilisation différentielle des systèmes de propulsion. Utilisation de méthodes de co-design*»

**Le 23 octobre 2020 à 10h00, salle des thèses ISAE-SUPAERO**

devant le jury composé de

M. Daniel ALAZARD	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
M. Franck CAZAURANG	Professeur Université Bordeaux	Rapporteur
M. Mark LOWENBERG	Professeur Bristol University	Rapporteur
Mme Isabelle FANTONI	Directrice de recherche LS2N	
M. Carsten DÖLL	Ingénieur de recherche ONERA	Co-directeur de thèse
M. Philippe PASTOR	Professeur Associé ISAE SUPAERO	

**Résumé :** Cette thèse étudie la possibilité d'améliorer les performances d'un avion de transport à travers un relâchement de la stabilité de route et une réduction de l'empennage vertical. L'idée principale est une utilisation active de la poussée différentielle, rendu possible grâce au changement de paradigme apporté par la propulsion électrique distribuée. Ce moyen de contrôle supplémentaire et la réduction de l'empennage vertical sont étudiés en trois axes principaux. L'objectif de la première partie est l'évaluation de la stabilité de route ainsi que la contrôlabilité directionnelle de l'avion afin d'identifier les conditions de vol dimensionnantes pour l'empennage vertical. Une contribution est apportée afin de prendre en compte l'aspect non-conventionnel de la propulsion électrique distribuée. Des outils mathématiques sont développés pour trimmer l'avion utilisant la poussée différentielle comme moyen de contrôle et des outils aérodynamiques sont développés afin de modéliser un empennage vertical de taille variable ainsi que les interactions apéro-propulsives apparaissant sur une voilure soufflée par des hélices. Cette analyse permet d'isoler des conditions dimensionnantes, particulièrement en cas de pannes moteur au décollage et conduit à une réduction significative de la taille de l'empennage pour des cas statiques. De plus, il est montré que la gouverne de dérive peut être remplacée par la poussée différentielle. Dans une seconde partie, les aspects dynamiques d'un avion utilisant la poussée différentielle à la place d'une dérive sont abordés. Une méthode est proposée afin de répondre au questionnement suivant : comment l'empennage vertical et les systèmes de propulsion devraient être dimensionnés afin de satisfaire un ensemble imposées de qualités de vol ? Une architecture de contrôle automatique et une méthode de co-design se basant sur la norme H-infinie et sur des outils d'optimisation non convexe sont utilisées pour gérer le compromis entre la taille de l'empennage vertical et la bande passante des moteurs. Cet ensemble d'outils est ensuite mis à contribution pour étudier l'avion dans les conditions définies dans la première partie et notamment en présence de pannes moteur. Dans une dernière partie, un moyen de recherche expérimentale est développé afin de contribuer à un effort de production de donnée sur la propulsion électrique distribuée. Ce démonstrateur de vol est spécifiquement orienté vers l'étude de la mécanique de vol latérale d'un avion possédant une aile soufflée. Il a été possible d'identifier depuis les mesures réalisées en vol, les dérivées aérodynamiques de l'avion ainsi que leur dépendance à la poussée. Cela a ensuite permis d'illustrer les particularités de la dynamique de vol d'un à propulsion distribuée et aile soufflée.

**Mots-clés :** Propulsion électrique distribuée, Mécanique de vol, Conception aéronautique, Automatique, Co-design

**Summary:** The search for lighter aircrafts and their aerodynamics performances optimization can drive us to question the rule of conception which imposes that an aircraft is naturally stable in yaw by weather vane effect. The development of innovative concepts of actuators and/or control laws could allow us to decrease the vertical tail or to eliminate it.

**Keywords:** Distributed electrical propulsion, Flight mechanics, Aircraft design, Automatic, Co-design