

Invitation à la soutenance de thèse

Étude de faisabilité de liners acoustiques sur pales de drones à décollage vertical

MONTOYA-OSPINA Santiago

**7 Avril 2025
14h00**

ISAE-SUPAERO, Amphi 1
10 av Marc Pégélin
31000 Toulouse

Devant le jury composé de :

Jury :

M. Gwénaél GABARD	Rapporteur	Professeur	Le Mans Université
M. Stéphane MOREAU	Rapporteur	Professeur	Université de Sherbrooke
M. Eric GREENWOOD	Examineur	Professeur associé	Pennsylvania State University
M. Benjamin COTTE	Examineur	Professeur associé	ENSTA Paris
M. Frank SIMON	Directeur de thèse	Directeur de recherche	ONERA, Toulouse
M. Romain GOJON	Co-directeur thèse	de Professeur associé	ISAE-SUPAERO

Invités :

Mme Hélène PARISOT-DUPUIS	co-encadrante	Enseignante-chercheuse	ISAE-SUPAERO
M. Nikolas ZAWODNY		Ingénieur de recherche	NASA Langley

Résumé

Dans cette thèse, nous répondons à la demande croissante d'avancées technologiques dans le domaine des aéronefs à hélice en proposant le concept de liners acoustiques intégrés dans les pales ou sur les surfaces environnantes, dans le but principal de réduire le bruit de l'ensemble propulsif. Notre étude est structurée autour de deux cas d'étude : l'un impliquant un rotor isolé et l'autre avec un rotor en conditions installées, où un bras simule le support entre le système propulsif et la partie

centrale d'une architecture classique de drone. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la faisabilité de ces liners intégrés en tant que stratégies passives de réduction du bruit et d'analyser leur impact sur les performances aérodynamiques des hélices. Notre recherche repose sur une combinaison de modèles analytiques, de simulations numériques et de mesures expérimentales. Pour le liner intégré à l'intérieur des pales, un modèle analytique a été développé, intégrant la théorie du bruit tonal des hélices et une fonction de Green adaptée qui satisfait la condition limite d'impédance, simulant ainsi l'impédance du liner sur les pales du rotor. Les prévisions préliminaires obtenues avec ce modèle ont indiqué une réduction du bruit aux harmoniques de la fréquence de passage des pales, mettant en évidence l'influence significative de la surface du liner sur les pales. À partir de ce modèle, un prototype de rotor intégrant le liner a été conçu afin de valider le modèle et le concept proposés. Toutefois, bien que la validation expérimentale ait confirmé la réduction du bruit aux harmoniques de la BPF, cette évolution a été attribuée à la transition forcée de la couche limite par la rugosité introduite par la présence du liner à la surface des pales. Pour approfondir l'analyse de l'impact de ces éléments de rugosité, nous avons mené une étude de sensibilité évaluant les effets de défauts négatifs (entailles, cavités) et positifs (bosses) sur l'aéroacoustique des rotors à faibles nombres de Reynolds. Les résultats ont montré que ces défauts peuvent réduire ou supprimer l'influence de la bulle de séparation laminaire et des instabilités associées de la couche limite, améliorant ainsi potentiellement les performances aérodynamique et atténuant le bruit aux harmoniques de la BPF lorsqu'ils sont correctement conçus. Enfin, il est démontré à l'aide du modèle analytique que l'intégration du liner à l'intérieur des pales pourrait être bénéfique pour des hélices de plus grande taille, avec une portion plus importante de la surface des pales traitée.

L'étude sur les liners intégrés dans le bras support a été purement expérimentale, avec trois prototypes testés : deux intégrant des liners conçus pour absorber le bruit à deux fréquences tonales différentes et un intégrant un métamatériau poreux. Les résultats se sont révélés efficaces pour réduire le bruit aux harmoniques de la BPF, qui est particulièrement important en conditions installées. Le modèle développé, la conception des prototypes et la méthodologie expérimentale visent à contribuer au domaine de l'aéroacoustique des rotors et à soutenir le développement de nouvelles technologies ou approches permettant d'atténuer ou d'éliminer le bruit produit par les aéronefs à hélice.

Lien Zoom : <https://isae-superaero-fr.zoom.us/j/97622243263>

Mots clés

Liner acoustique, impédance, drone, hélice, bruit d'épaisseur, bruit de charge