

PhD LADDA : Liners Acoustiques pour Drones à Décollage vertical

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

Directeurs de thèse : Franck Simon (ONERA), Romain Gojon (ISAE-SUPAERO)

Encadrants de thèse: Michael Bauerheim (ISAE-SUPAERO), Hélène Parisot-Dupuis (ISAE-SUPAERO), Jean-Marc Moschetta (ISAE-SUPAERO)

Contacts : Frank.simon@onera.fr , Romain.gojon@isae-supaeero.fr , Michael.BAUERHEIM@isae-supaeero.fr , helene.parisot-dupuis@isae-supaeero.fr , jean-marc.moschetta@isae-supaeero.fr

Localisation: ONERA Toulouse et ISAE-SUPAERO, Toulouse

Début de la thèse : Octobre 2021

Financement: ISAE et ONERA

Domaine scientifique : Aéroacoustique

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

De nos jours, les (mini-)drones sont utilisés par exemple pour des missions de reconnaissance, de surveillance tactique, de maintenance d'ouvrages (ponts, édifices, réseaux ferrés) ou encore dans des centres de distribution dans un but de gestion de stocks. Une future étape pourrait être, dans le respect de la législation, d'employer des appareils à faible bruit pour offrir des services à la personne (livraison, transport) au plus près des zones habitées.

Si la plupart des mini-drones sont équipés de moteurs électriques de faible signature acoustique, les hélices constituent par contre une source de bruit tonale, voire large-bande, dans une gamme de fréquences qu'il convient de réduire. De nombreuses études portent ainsi sur l'optimisation de la forme des pales afin d'améliorer la poussée, réduire la traînée, et in fine diminuer la vitesse de rotation ce qui permet de diminuer à la fois l'amplitude du spectre de raies et l'intensité de tourbillons de bout de pales. Cependant, la « maximisation » de l'efficacité du rotor et la minimisation de la signature acoustique peuvent s'avérer contradictoires, et il convient de prendre en compte ces objectifs dans une fonction de coût globale. Afin d'éviter ces compromis entre efficacité aéropulsive et signature acoustique, il peut être pertinent de mettre en œuvre des concepts de réduction de bruit ayant démontré leur efficacité dans le domaine aéronautique comme les liners acoustiques.

L'objectif de cette thèse est ainsi d'étudier la faisabilité et l'influence de résonateurs acoustiques (type liner) intégrés dans les pales du rotor pour agir sur la génération des sources par modification de l'impédance acoustique surfacique (paramètre fréquentiel fixant la réponse d'une paroi à une onde acoustique). Il est à noter que les liners acoustiques sont employés couramment sur des nacelles de moteurs pour réduire en particulier le bruit de soufflante. Cependant, un des enjeux de cette thèse est l'intégration de liner acoustique au sein des pales du rotor. A

l'ONERA/DMPE, les architectures de liner sont basées sur le concept LEONAR, pour lequel les trous de la paroi perforée sont connectés à des tubes débouchant dans la cavité. Un exemple de ce type de liner est donné Figure 1. Ce dispositif permet de réduire les fréquences d'absorption par (i) l'augmentation de longueur de propagation des ondes acoustiques au sein des tubes, et (ii) un couplage avec la cavité environnante. La fréquence de résonance décroît ainsi considérablement comparée à un liner conventionnel de même épaisseur. Inversement, l'épaisseur nécessaire pour une bande de fréquence visée est bien inférieure à celle inhérente à un liner conventionnel. Il s'agit par conséquent d'une solution technique à fort potentiel pour une intégration sur les pales de rotors de drones.

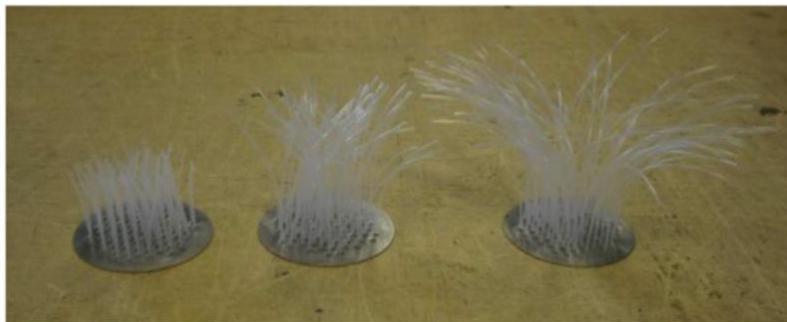


Figure 1 : Exemple de liners acoustique, type LEONAR (ONERA).

La thèse s'appuiera sur des travaux réalisés dans le cadre d'une coopération, mise en place en 2019 entre ONERA et NASA LaRC, portant sur l'étude des caractéristiques de bruit et des technologies de réduction de bruit appliquées aux rotors carénés pour des véhicules à décollage vertical types drones, mais également sur l'expertise acquise par l'ISAE-SUPAERO dans le domaine du bruit des rotors. A cet effet, un dispositif expérimental permettant la caractérisation aéroacoustique d'un rotor en environnement anéchoïque a été mis en place et validé [1,2], et sera utilisé dans cette étude (Figure 2). L'étude comprendra des phases de conception de liners type LEONAR, de simulation de bruit rayonné, de fabrication de prototypes par impression 3D, et enfin d'essais en laboratoire tant à l'ONERA (caractérisation du liner) qu'à l'ISAE (intégration du liner au rotor de drone, et test en chambre anéchoïque) en tirant partie des complémentarités des différentes équipes, notamment dans le domaine de la conception et de la caractérisation des liners acoustiques. L'étudiant sera ainsi amené à partager de façon équilibrée son activité au sein des deux entités de recherche.



Figure 2 : Dispositif expérimental pour l'étude aéroacoustique de rotor de drone dans la chambre anéchoïque de l'ISAE-SUPAERO.

Bibliographie :

- [1] Parisot-Dupuis H., Gojon R., Jardin T., Jo Y., Doué N., and Moschetta J.-M., Experiments on UAV rotor noise at low Reynolds and low Mach numbers, *Quiet Drone conference*, 2020.
- [2] Gojon, R., Jardin, T., and Parisot-Dupuis, H., "Experimental investigation of low Reynolds number rotor noise, Under Review, *JASA*, 2020.
- [3] SIMON, F.. Long elastic open neck acoustic resonator for low frequency absorption. *Journal of Sound and Vibration*, 2018, vol. 421, p. 1-16.