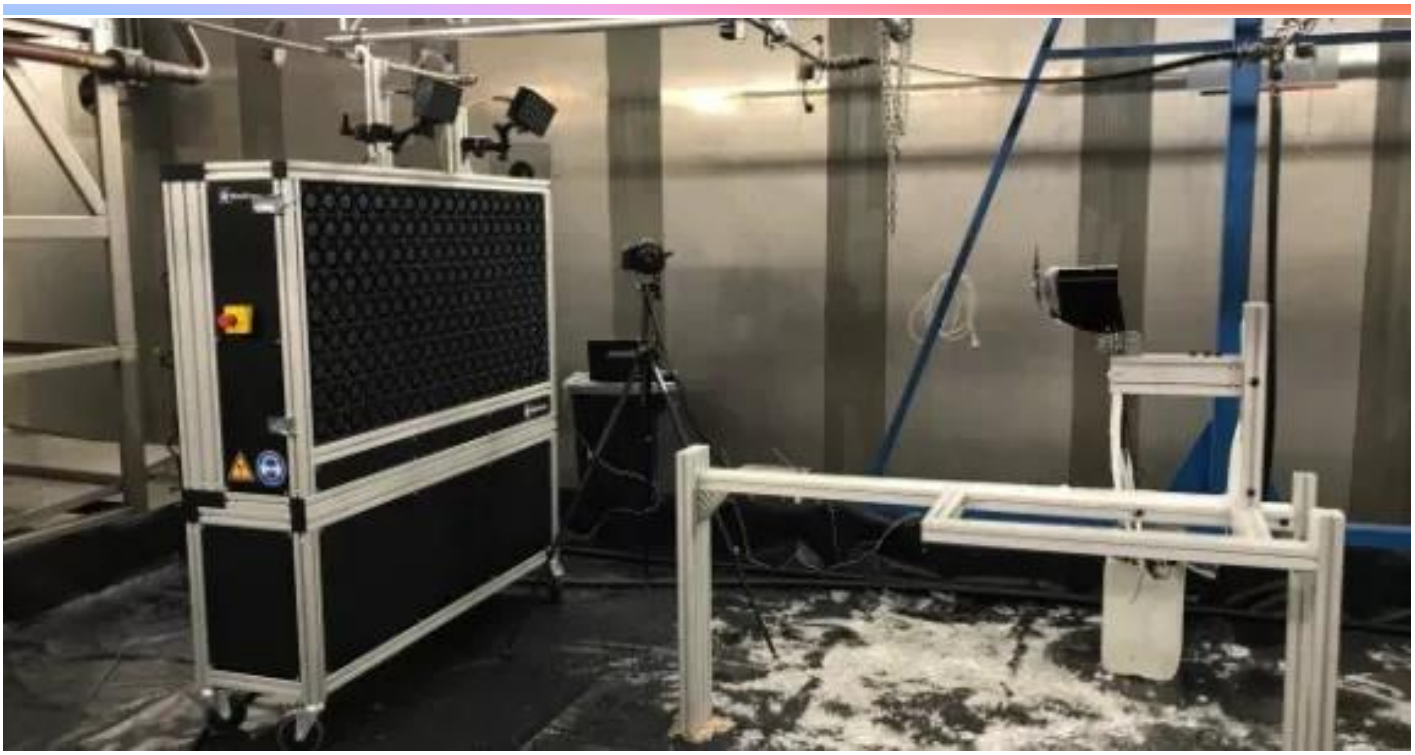


Configuration d’essai exclusive pour l'analyse des performances de drones dans des conditions de givrage et de vent

01 mars 2022, 01:00

La compréhension du comportement et des performances des drones en conditions climatiques défavorables et en environnements de vol difficiles est une condition préalable pour l'élaboration de protocoles d’essai rigoureux destinés à valider et certifier ces systèmes de vol. Une étude s'est intéressée à l’élaboration d’une méthode de caractérisation des performances de pales en conditions givrantes en laboratoire, qui sont considérées les plus critiques. Ce projet de recherche a utilisé une chambre climatique comportant un ensemble de buses d’eau. Il a ainsi été possible de recréer des conditions givrantes, en combinaison avec un windshaper.

Les aéronefs à voilure tournante, communément appelés drones ou UAV, continuent de susciter l’intérêt. Leurs possibilités et leurs performances ne cessent en effet de s’accroître d’année en année. Une des limites de leur utilisation dans des applications commerciales est l'absence d’une régulation clairement établie. Ainsi, il n’existe pas encore de solution de validation de ces aéronefs dans des configurations vent/météorologiques bien définies. Par conséquent, les fabricants n’ont d’autre choix que de tester leurs véhicules volants en extérieur, ce qui rend le processus de validation inefficace, voire impossible. La méthode d’essai pâtit de nombreux désavantages : faible précision, manque de reproductibilité, dépendance jour après jour des prévisions météorologiques, conditions d’essai inconnues, voire incontrôlables, temps d’essai courts, et grande distance entre

le drone et le testeur. En outre, il est malaisé, si l'on veut tester des drones dans un environnement spécifique, d'atteindre les conditions météorologiques et climatiques adéquates, telles que les conditions givrantes. C’est pourquoi il reste compliqué d’évaluer la navigabilité des drones, alors que cette procédure devient nécessaire afin de permettre de nouvelles applications commerciales.

Une des difficultés liées à l’évaluation des performances d’un drone consiste à comprendre son comportement dans des conditions de vent défavorables. WindShape a mis au point le *windshaper* , un nouveau type d’équipements capable de générer du vent. Composé d'un vaste ensemble de petits ventilateurs (*wind-pixels*), il génère une infinité de profils de vent variables dans l’espace et le temps, afin d’étudier le comportement des drones en vol libre dans des situations climatiques et de vent reconstituées. Une autre difficulté réside dans la possibilité de tester et de valider des drones en conditions de froid, et plus particulièrement là où du givrage peut survenir. Le givrage peut rapidement devenir fatal. Il ne sera possible de certifier des drones pour voler dans de telles conditions que lorsqu'il existera une méthode d’essai établie.

Ces dernières années, plusieurs groupes par le monde se sont attaqués au problème du givrage des pales d’UAV dans les tunnels aérodynamiques climatiques. Sirris assure l’exploitation d’une des chambres climatiques les plus grandes d’Europe, dotée d'un ensemble unique d’injecteurs d’eau qui y recréent des conditions givrantes. En combinant les deux fonctions par l'installation d'un *windshaper* à l’intérieur de la chambre climatique, il est possible de tester des drones en vol libre dans n’importe quelle situation souhaitée.

Essai en conditions réalistes

Dans l’étude actuelle, les auteurs présentent une méthode d’analyse qui se limite aux performances des systèmes de propulsion des drones. 21 essais ont été réalisés au total. Les paramètres soumis à variation pendant ces essais étaient la vitesse de la pale (3 500 tr/min et 5 000 tr/min), la vitesse du vent (3,2 m/s, 6 m/s et 9 m/s) et la pression de l’eau projetée (2 bars et 8 bars avec des diamètres de gouttes de respectivement 300 µm et 800 µm environ). Les essais ont été réalisés à l’aide d’une pale en plastique brut et d’une pale similaire revêtue d’un matériau antigivrage.

Les expériences se sont déroulées dans la grande salle d’essais climatiques de Sirris, où un dispositif d’essai de givrage, consistant en un ensemble de 25 buses, a été construit récemment. Un *windshaper* a été utilisé afin de générer le vent relatif sur la pale. Les groupes propulseurs à tester étaient montés sur un banc d’essai. Ce banc consiste en une balance de force à deux axes capable de mesurer la poussée de propulsion jusqu’à 50 N et le couple moteur jusqu’à 1,5 Nm. Un système de capture d’images automatique et précis a été conçu pour visualiser la formation de glace sur la pale.

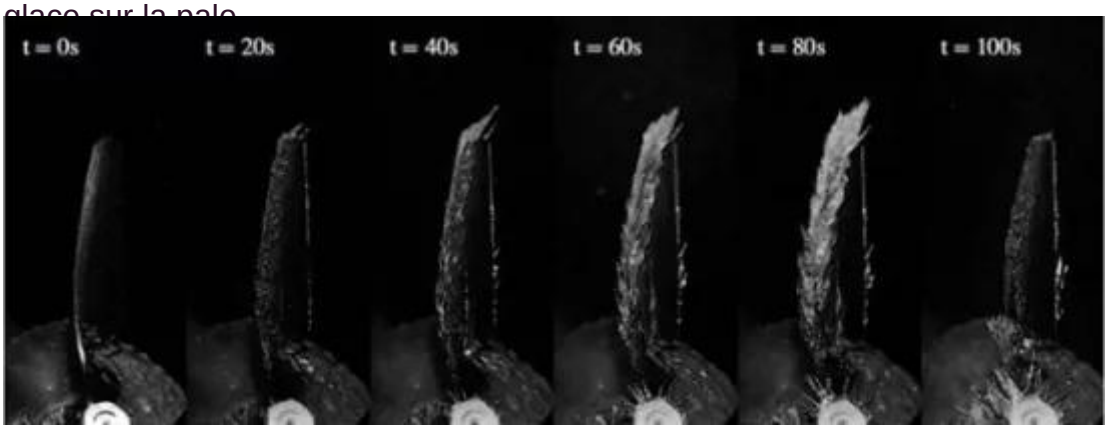


Figure 1 : Formation de glace au fil du temps visible sur une pale non revêtue. (@ vitesse du vent de 6 m/s et 3 500 tr/min)

Conclusions

Une méthode de caractérisation des groupes propulseurs en combinant des conditions givrantes et de vent a été mise au point et testée. Même si le nombre d'essais était limité, on peut en tirer les conclusions et observations suivantes :

- La configuration actuelle permet une variété de situations pour que des structures de glace se développent sur les pales d'hélice.
- La conception du système de visualisation permet de filmer l'évolution de l'accrétion de la glace sur les pales d'hélice.
- Le banc d'essai des pales permet une mesure précise des performances du groupe propulseur : poussée, couple, poids de la glace et rendement mécanique de la pale.
- L'emploi du *windshaper* dans la chambre climatique est une bonne option dans l'optique de combiner des conditions de vent et de froid.
- Cette configuration a permis de tester en un rien de temps des pales recouvertes et non recouvertes pour différentes conditions givrantes, grâce à une moindre complexité des opérations par rapport aux souffleries de givrage. Parmi les avantages de la configuration, citons la facilité d'accès aux éléments d'essai, un grand espace de travail, etc.
- Des bénéfices évidents du revêtement antigivre sur les pales ont été observés (Figure 2) : la pale revêtue a produit une poussée presque quatre fois plus longue dans des conditions

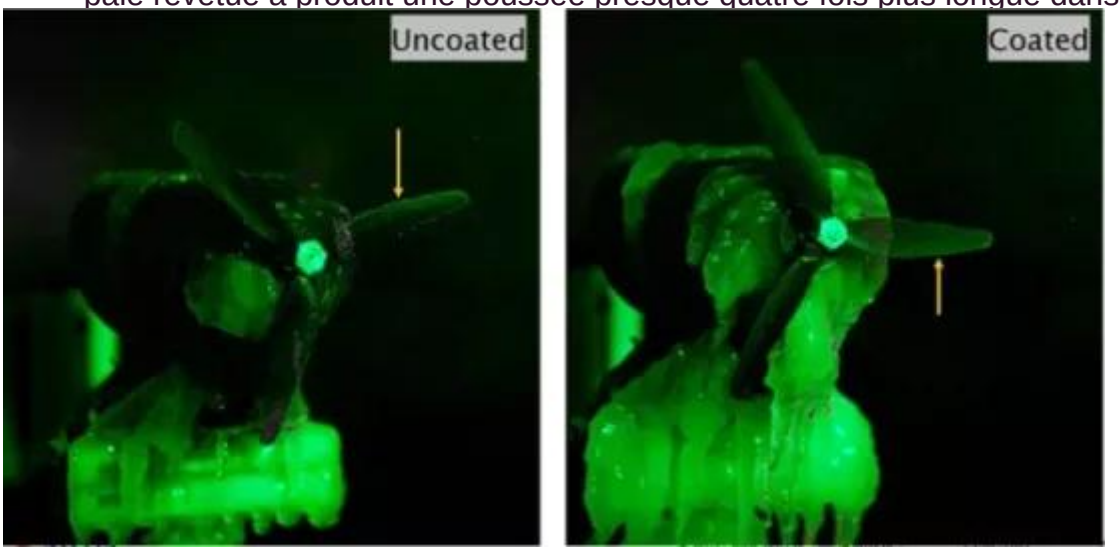


Figure 2 : Visualisation de formation de glace sur une pale non revêtue et revêtue

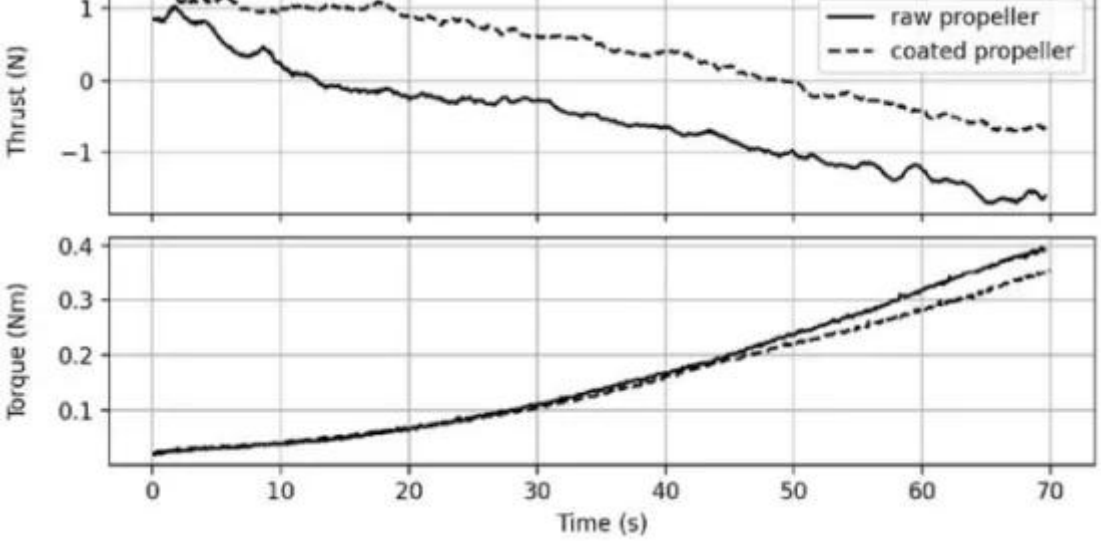


Figure 3 : Comparaison de poussée de propulsion et de couple pour la pale revêtue et la pale (brute) non revêtue. La poussée de propulsion de la pale non revêtue tombe à zéro à t = 12 s, tandis que la poussée de la pale revêtue reste supérieure à zéro jusqu'à t = 50 s.

L'étude exploratoire montre déjà que la combinaison du *windshaper* avec un ensemble de buses dans une salle climatique peut constituer une méthode viable afin de quantifier les performances des groupes propulseurs de drones dans des conditions givrantes.

Ce blog a été résumé à partir de l'article publié à l'occasion du AIAA Aviation Forum qui s'est tenu en août 2021. L'article complet est téléchargeable ici.

Le givrage est la cause de nombreux problèmes et de nombreux risques au quotidien lors d'activités ou du fonctionnement de machines. Chez Sirris, plusieurs de nos experts ont commencé à étendre leurs connaissances du givrage atmosphérique et ont élaboré des méthodes de limitation du givrage. Ces activités font partie des projets COOCK Fighting Icing et NewSkin. Les connaissances que nous avons acquises ont été rassemblées dans trois livres blancs, que vous pouvez télécharger gratuitement..
]]>

Auteurs