

Invitation à la soutenance de thèse

Etude expérimentale et modélisation numérique des phénomènes d'accrétion de particules de neige sur des structures aéronautiques ou de génie civil.

Boris Aguilar

19 Janvier 2024 à 9h
ONERA Toulouse, Auditorium

Devant le jury composé de :

Aurore Naso	Directrice de recherche	Examinatrice
Alfons Schwarzenboeck	Professeur d'université	Rapporteur
Stephan Bansmer	Professeur associé	Rapporteur
Christophe Josserand	Professeur d'université	Président
Fabien Dezitter	Ingénieur	Examineur
Philippe Delpech	Ingénieur	Co-directeur
Philippe Villedieu	Professeur associé	Encadrant
Pierre Trontin	Professeur d'université	Directeur

Résumé

Pour garantir la sécurité des vols dans des conditions de neige, les constructeurs d'aéronefs doivent démontrer que chaque moteur et son système d'admission d'air peuvent fonctionner sur toute la plage de puissance de vol du moteur (y compris au ralenti) dans des conditions neigeuses. Cette étude fait partie d'un effort visant à développer des modèles pour l'accumulation de neige.

Pour établir le cadre de départ de ce travail sur la modélisation du givrage de la neige, le chapitre 1 est consacré à une revue de la littérature organisée en trois parties. Dans la première partie, les différents processus de création de neige dans l'atmosphère sont détaillés afin de définir la neige qui sera étudiée ici. Dans une deuxième partie, une revue de la littérature sur la modélisation du givrage des cristaux de glace est réalisée et constitue le point de départ de ce travail du point de vue de la modélisation. Enfin, une troisième partie présente les moyens expérimentaux actuels pour mesurer les conditions de neige et les avantages et inconvénients associés.

Dans le chapitre 2, nous étudions les modèles de traînée adaptés au cas des flocons de neige pour calculer les trajectoires des particules. Comme mentionné dans l'état de l'art, les modèles classiques développés pour les particules non-sphériques s'avèrent suffisamment précis pour les cristaux de glace.

L'objectif est double. D'une part, il s'agit de vérifier que les modèles valables pour les cristaux de glace le sont également pour les flocons de neige, qui sont en fait des agrégats de particules, beaucoup plus grands et de forme géométrique complexe. D'autre part, les modèles de traînée proposés doivent être compatibles avec le type de données d'entrée. Par exemple, à la fin d'une campagne d'essais en vol, les particules ne peuvent être décrites qu'à l'aide d'images 2D, ce qui est loin d'une description 3D complète et détaillée du flocon de neige. Compte tenu du niveau de précision des données d'entrée utilisées pour décrire la particule, l'objectif de ce chapitre est de proposer des modèles de traînée basés sur une description géométrique simple et limitée des flocons de neige. Ce chapitre a été publié dans une revue à comité de lecture.

Le chapitre 3 est l'équivalent du chapitre 2 pour l'adaptation des modèles de transfert de chaleur et de masse aux flocons de neige. Le processus de fusion d'un flocon de neige transporté par un flux d'air chaud est étudié. Une fois de plus, l'exigence est double. D'une part, il s'agit de vérifier si les modèles développés pour les cristaux de glace peuvent être facilement étendus au cas des flocons de neige. D'autre part, proposer des modèles pour lesquels la complexité des données d'entrée est compatible avec le niveau de précision des bases de données. Pour rappel, les descriptions 3D des flocons de neige sont rares et difficiles à obtenir. Dans de nombreux cas, une seule image 2D de la particule issue d'une campagne d'essais en vol est disponible. Dans ce chapitre, l'accent est mis sur la description de la densité apparente de la particule, et en particulier sur son évolution au cours du processus de fusion. En effet, la densité apparente peut varier considérablement, de quelques kg/m³ pour la particule sèche à 997 kg/m³ pour la gouttelette d'eau résultant du processus de fusion. Ce chapitre a été publié dans une revue à comité de lecture.

A l'issue des chapitres 2 et 3, des modèles ont été proposés pour la trajectoire des paillettes et pour le suivi du processus de fusion. Il est ainsi possible d'estimer la localisation de l'impact et la quantité d'eau transportée par les flocons. L'étape physique suivante concerne l'accrétion des particules de neige. Les données expérimentales seront utilisées pour valider ou améliorer les modèles d'accrétion des cristaux de glace. A notre connaissance, aucune base de données traitant de l'accrétion de la neige dans des conditions aéronautiques n'a été mise à disposition jusqu'à présent dans la littérature. C'est dans cette optique que ce chapitre traite de la conception et de la réalisation de ces essais d'accrétion de neige. Une première comparaison avec les simulations numériques du code de givrage IGLOO2D de l'ONERA sera également proposée.

Mots clés

Givrage, accrétion de neige, agrégat, traînée, fonte, reconstruction de la densité apparente.