

**Date** : 6 mai 2021 à 15h

**Titre** : Méthode de frontières immergées pour la modélisation du givrage en vol des aéronefs

**Title** : Immersed Boundary Methods for the Modeling of In-Flight Ice Accretion

**Composition du jury** :

Jean-Yves TRÉPANIÉ, Polytechnique Montréal, Canada

Yannick HOARAU, Université de Strasbourg, France

Alberto GUARDONE, Politecnico di Milano, Milan, Italie

Alberto PUEYO, Bombardier Aéronautique, Montréal, Canada

Éric LAURENDEAU, Polytechnique Montréal, Canada

Philippe VILLEDIEU, ONERA Toulouse, France

Emmanuel RADENAC, ONERA Toulouse, France

Ghislain BLANCHARD, ONERA Toulouse, France

**Résumé** :

Des outils numériques sont utilisés dans l'industrie aérospatiale afin de prévoir la formation du givre sur les aéronefs. Ceux-ci peuvent être difficiles à automatiser pour des formes de givre complexes, et ce, plus particulièrement pour des simulations 3D. L'objectif principal de cette thèse est d'évaluer le potentiel des méthodes de frontières immergées (IBMs) afin de faciliter l'automatisation des outils de givrage en éliminant l'intervention de l'utilisateur et en conservant la précision offerte par des approches basées sur des maillages conformes (BFM). Dans cette thèse, une méthodologie est établie pour l'utilisation des IBMs dans une chaîne de calcul 2D (IGLOO2D) et de nouvelles méthodes numériques sont développées et implémentées. Deux méthodes de pénalisation novatrices sont développées pour l'évaluation du champ aérodynamique (équations d'Euler) et la trajectoire des gouttelettes respectivement. Ces approches sont conçues afin d'obtenir une continuité des variables primitives au travers de l'interface glace-air et ainsi permettre une extraction simple des données surfaciques (par interpolation). Une approche *level-set* est aussi implémentée dans le processus de givrage afin de suivre l'interface et gérer automatiquement les situations problématiques rencontrées lors de la mise à jour de la géométrie givrée. Des simulations sont effectuées sur des cas canoniques (cylindre, NACA0012) ainsi que sur une corne de givre et une configuration multi-élément afin de démontrer la flexibilité, robustesse et précision de la méthodologie. Les résultats démontrent la capacité des IBMs à reproduire la même solution qu'une approche de type BFM sans aucune intervention de l'utilisateur, en utilisant cependant un maillage plus raffiné dans certaines situations. De plus, l'approche proposée est facilement applicable aux simulations 3D, une situation dans laquelle les IBMs devraient être encore plus avantageuses.

**Mots-clés** : givrage, aéronefs, frontières immergées, level-set