

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMPE-2025-26**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DMPE/MH

Tél. : 05 62 25 26 67

Responsable(s) du stage : Ghislain Blanchard,  
Emmanuel Radenac, Philippe Villedieu

Email. : emmanuel.radenac@onera.fr

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Physique du givrage

Type de stage :  Fin d'études bac+5  Master 2  Bac+2 à bac+4  Autres

**Intitulé : Méthode de couche limite 3D pour la simulation de l'accrétion de givre par approche IBM**

Sujet : L'accrétion de givre en vol sur les aéronefs est une problématique importante pour la sécurité dans le transport aérien. L'ONERA développe des modèles et des logiciels permettant aux industriels du secteur aéronautique français de simuler ce phénomène pour le design et la certification de leurs appareils. La méthode consiste à coupler plusieurs codes séquentiellement pour modéliser l'aérodynamique et les transferts de chaleur convectifs autour de l'obstacle givré, l'impact des gouttelettes d'eau sur ce dernier puis la formation du givre. Le couplage devant être réitéré de multiples fois pour faire croître le givre progressivement, le coût de calcul de chacun des solveurs couplés doit être réduit, et leur robustesse doit être assurée.

Dans cette optique, les calculs aérodynamiques peuvent être conduits par un couplage d'une simulation fluide parfait avec une méthode intégrale de couche limite. Des travaux ont été conduits à l'ONERA ces dernières années sur ce sujet (thèses de Charlotte Bayeux en 2017 et de Rémi Harry en 2022) pour mettre en place une méthode intégrale de couche limite innovante, résolue comme un système hyperbolique d'équations aux dérivées partielles. Cette méthode s'intègre dans un cadre plus général pour lequel les simulations de fluide parfait peuvent être conduites par méthode de frontières immergées (Immersed Boundary Method, IBM, thèses de Pierre Lavoie en 2021, et de Pablo Elices Paz en cours).

L'objet de ce stage est de contribuer à la modélisation et aux méthodes numériques dans ce solveur de couche limite. Des simulations seront effectuées pour caractériser plus précisément les difficultés, en particulier celles de robustesse et de calcul du transfert de chaleur convectif. Une revue de littérature sera aussi menée pour alimenter des études théoriques qui conduiront à des développements de solutions dans le solveur.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? **Non**

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation                   |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale        | <input checked="" type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : **Non**

**Durée du stage :** Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : février à septembre 2025

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :  
Mécanique des fluides, CFD, informatique scientifique

Ecoles ou établissements souhaités :  
Université ou grandes écoles

