

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Simulation LES aéroacoustique d'écoulements compressibles à l'aide de méthodes Navier-Stokes.**

Référence : **SNA-DAAA-2024-06**  
(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse** : Octobre 2024

**Date limite de candidature** : 30/6/2024

**Mots clés** : mécanique des fluides numériques ; aéroacoustique ; DNS ; LES, Navier-Stokes ; compressible ; schémas numériques

### Profil et compétences recherchées

**Master de recherche en Mécanique des Fluides**

### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

La simulation des phénomènes de turbulence au riche contenu spectral (**Large Eddy Simulation**) suscite un intérêt croissant dans le monde industriel. Dans le cas de machines tournantes en régime transsonique, ce besoin concerne évidemment les rotors d'[hélicoptères](#), mais aussi l'aviation : pour réduire la consommation des futurs moteurs d'avions, il est envisagé de développer des turbo-réacteurs sans carénage. Cette solution permet d'obtenir un meilleur rendement, mais présente l'inconvénient potentiel de générer davantage de nuisances acoustiques. Un autre besoin concerne l'étude de la [transition](#), entre les états turbulent et laminaire. Dans les deux cas, la méthode numérique doit permettre de garantir la stabilité de la simulation, la précision et un temps de calcul raisonnable. Le schéma doit donc autoriser la capture des instabilités menant à la transition, préserver la dynamique des petites échelles de la turbulence, capturer des chocs éventuels et propager des ondes acoustiques. Pour les applications réalistes, la technique de maillage vient souvent ajouter une contrainte supplémentaire sur la méthode numérique : le recours à une technique chimère de maillages recouvrants et des [maillages cartésiens engendrés automatiquement](#), largement plébiscité par les utilisateurs du fait de leur simplicité, rend encore plus difficile l'obtention d'une méthode de haute précision.

Depuis 20 ans, l'ONERA a développé une méthode numérique dans un [solveur CFD de recherche](#) pour la LES adaptée aux contraintes du calcul haute performance. La méthode est basée sur des schémas volumes finis d'ordre 2 utilisant des maillages structurés. Des calculs récents ont mis en évidence une faiblesse de cette méthode : elle génère parfois des micro perturbations qui peuvent fausser le développement des instabilités de la transition et/ou exciter des ondes acoustiques parasites de faible amplitude. Pour ces dernières, le phénomène est exacerbé dans le cas de l'emploi de maillages cartésiens octree avec des raccords de type 1 point sur 2.

Le principal objectif de la thèse sera de mettre en place un workflow Navier-Stokes capable de simuler l'aéroacoustique générée par un openfan en régime transsonique sur une configuration non confidentielle, bien documentée (expérience), et représentatif des enjeux industriels. La capacité à simuler ce type de configuration représente un enjeu industriel crucial. En effet, l'approche **Lattice Boltzmann Method**, issue de la théorie cinétique des gaz, s'avère adaptée pour ces configurations en régime basse vitesse, mais son application au régime transsonique se heurte encore à des difficultés numériques et de modélisation. L'amélioration des capacités acoustiques d'un solveur Navier-Stokes LES devrait permettre de répondre plus rapidement au besoin industriel. Pour cela, la méthode actuelle sera adaptée (ordre spatial plus élevé) sur des maillages cartésiens octree et curvilignes grâce à des cas tests académiques élémentaires (onde

acoustique, instabilité de transition, advection de tourbillon,...) pour évaluer l'intérêt de l'ordre du schéma en fonction de la physique visée.

Le second objectif sera de comparer sur un cas réaliste OpenFan l'approche NS proposée avec l'approche **Lattice Boltzmann Method** compressible, disponible dans le logiciel ProLB utilisé chez AIRBUS, Safran et à l'ONERA. Cette comparaison apportera des éléments de réponse sur les avantages respectifs des deux modèles, qui demeure une question ouverte aujourd'hui.

#### Collaborations envisagées

##### Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Département d'Aérodynamique Aéroélasticité  
Acoustique

Lieu (centre ONERA) : chatillon

**Contact** :Ivan Mary

Tél. : 0146734269

imary@onera.fr

Email :

##### Directeur de thèse

Nom : I. Mary

Laboratoire :

Tél. :

Email :

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>