



Campagne de recrutement sur contrats doctoraux 2018  
Institut P'

*Développement de nouvelles stratégies numériques pour l'estimation d'état d'écoulements compressibles autour de corps à géométrie complexe*

Institut/Département : Institut Pprime – D2 - ENSMA

Equipe : 2AT, TIC

Directeur(s) de thèse : Marcello MELDI (HDR prévue fin 2018)

Co-encadrant(s) : Laurent CORDIER (HDR), Guillaume LEHNASCH

Contact pour information : marcello.meldi@ensma.fr

Salaires nets mensuels : 1768€ brut / mois, CDD 3ans (*à modifier si co-financement*)

Mot-clés: Assimilation des données, simulation numériques des écoulements compressibles

**Contexte.**

Un des défis les plus importants dans les études en mécanique des fluides est de prédire de manière précise le comportement d'un écoulement en proche paroi de corps immergés. Une simulation haute-fidélité d'écoulement permet d'obtenir une détermination précise des efforts aérodynamiques qui agissent sur les corps immergés, ainsi que l'évolution des champs acoustiques. Une estimation précise du comportement de l'écoulement est également nécessaire pour évaluer les coefficients de sensibilité aux paramètres décrivant l'écoulement. Ces coefficients de sensibilité fournissent des informations fondamentales pour la conception optimale et/ou robuste d'un prototype. Ces aspects sont encore plus pertinents pour les écoulements compressibles, qui sont dominants dans les nouveaux systèmes de transport (écoulements autour d'avions, d'aubes de compresseurs et de turbines, mais également écoulements autour de trains à sustentation magnétique de type Maglev).

En dépit des progrès réalisés, les outils classiques (expérience, simulation numérique) présentent des limites intrinsèques pour prédire de manière robuste et fiable des configurations physiques complexes. Pour cette raison, plusieurs approches issues du domaine de la statistique ont été utilisées dans la dernière décennie pour améliorer la prédiction d'écoulements complexes. En particulier, des méthodes d'assimilation des données (DA) [1,2] ont été appliquées à la prédiction des écoulements d'intérêt industriel. Des études récentes incluant des travaux du porteur du projet [3], montrent que des modèles séquentiels d'ordre réduit peuvent être efficacement utilisés pour analyser des écoulements turbulents.

**Programme de l'étude, moyens mis en oeuvre**

Les premières applications des méthodes séquentielles d'assimilation de données ont permis d'obtenir des résultats encourageants. Toutefois, des développements complémentaires sont nécessaires afin d'obtenir des outils mûrs pour des applications industrielles. En particulier, nous avons identifié deux directions de recherche prioritaires :

1. Étendre la formulation d'assimilation de données précédemment développée au cas des équations de Navier-Stokes compressibles, avec l'utilisation de méthodes multigrille spatiales et temporelles [4]. Différentes stratégies algorithmiques seront



étudiées avec les objectifs de i) réduire au minimum les coûts de calcul demandés et ii) garantir une représentation précise de l'écoulement compressible, en particulier par rapport à sa conservativité.

2. Analyse des configurations d'écoulements compressibles autour de corps à géométrie complexe. Ces corps, qui représentent une première approximation des géométries complexes utilisées pour les moyens de transport, peuvent capturer les caractéristiques essentielles de l'organisation structurelle de l'écoulement réel. Les géométries considérées pourront par ailleurs conduire à la formation de décollements massifs dont la dynamique principale peut être reliée à des fréquences très basses par rapport aux fréquences caractéristiques des structures se développant au sein des couches limites attachées. Ces caractéristiques sont généralement difficiles à capturer pour des méthodes traditionnelles. Ces configurations permettront ainsi de démontrer l'efficacité des nouvelles méthodes d'assimilation pour améliorer la prévision de situations d'intérêt fondamental pour les applications.

### **Profil du candidat, prérequis**

Le candidat doit montrer des fortes compétences dans le domaine de la simulation numérique des écoulements turbulents. Il devra aussi maîtriser des outils d'estimation d'état et d'optimisation afin de réussir dans le travail de thèse.

### **References**

- [1]: Önder, A. & Meyers, J., [Computers & Fluids, 126: 12-24 \(2016\)](#).
- [2]: Suzuki, T., [Journal of Fluid Mechanics, 709: 249-288 \(2012\)](#).
- [3]: Meldi, M. & Poux, A., [Journal of Computational Physics, 347: 207-234 \(2017\)](#).
- [4]: Haut, T. & Wingate, B. A. , [SIAM Journal of Scientific Computing, 36\(2\): A693-A713 \(2014\)](#).