

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMPE-2025-20**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DMPE/HEAT

Tél. :

Responsable(s) du stage : T.Morinière, D.Donjat,
O. Léon

Email : [david.donjat, olivier.leon,
titouan.moriniere]@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : mécanique des Fluides, pratique expérimentale, calculs numériques, reconstruction tomographique, développement de diagnostics optiques

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

Intitulé : Amélioration de la reconstruction tomographique BOS par analyse d'incertitudes: application au cas d'un jet chaud

Sujet : La technique d'imagerie appelée Background Oriented Schlieren (BOS) s'impose depuis plusieurs années comme une technique expérimentale incontournable pour la caractérisation des écoulements. En plus de permettre de visualiser la structure d'un écoulement, deux atouts majeurs distinguent la BOS de la strioscopie classique: 1) sa facilité de mise en œuvre et 2) sa capacité de quantifier à grande échelle les champs de masse volumique. La BOS a ainsi été utilisée dans de nombreuses et diverses configurations pour donner une restitution spatiale et parfois temporelle d'un écoulement. L'amélioration de cette technique récente, peu coûteuse, constitue alors un enjeu majeur pour rendre plus accessible aux laboratoires et aux industriels du monde entier la compréhension de divers phénomènes physiques et favoriser le développement de systèmes performants et durables.

La technique BOS consiste à mesurer la déviation des rayons lumineux traversant un écoulement transparent. La mesure de ces déviations optiques est réalisée par l'intermédiaire d'un fond avec une certaine répartition de points, appelé mouchetis. Le mouchetis est placé de telle façon qu'il puisse être observé par une caméra à travers l'écoulement. Le déplacement apparent des points dû à l'écoulement est alors enregistré par la caméra et comparé à une image de référence, enregistrée généralement sans écoulement. Le post-traitement de ces images permettra ensuite de déterminer le champ de déviation des rayons lumineux et donc la variation de l'indice de réfraction associée à l'écoulement, indice lui-même relié à la variation de masse volumique au sein de celui-ci.

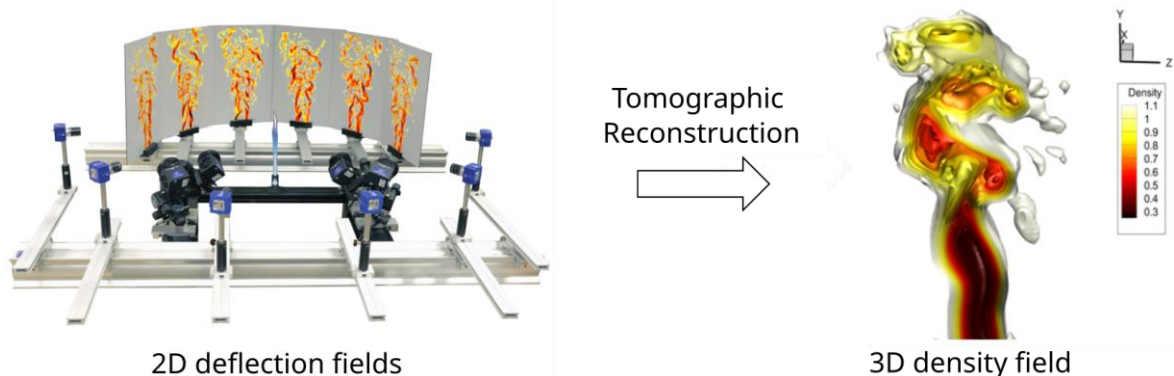


Figure 1- Illustration du principe de la 3D BOS

Dans la majorité des cas étudiés en mécanique des fluides, il est crucial de pouvoir caractériser un écoulement tridimensionnel. Comme montrée en Figure 1, la technique se heurte alors à une difficulté majeure : reconstruire un champ de masse volumique en 3D à partir de plusieurs champs de déviations mesurées en 2D. Cette reconstruction est réalisée à l'aide d'un modèle de régression linéaire, en appliquant la méthode des moindres carrés. Deux problématiques fondamentales émergent alors : la sous-

détermination du problème (c'est-à-dire, un nombre d'inconnues supérieur à celui des données disponibles) et l'adéquation du modèle de régression linéaire (c'est-à-dire, la capacité du modèle à relier de manière fiable les déviations des rayons lumineux à la masse volumique). Ces défis sont omniprésents dans toute mesure dite 3D ou tomographique, indépendamment du domaine d'application. Le stage se propose de se concentrer particulièrement sur ce second aspect, à savoir l'amélioration de l'adéquation du modèle de régression linéaire.

L'utilisation d'un modèle de régression linéaire repose sur plusieurs hypothèses, dont la validité de chacune d'entre elles est nécessaire pour considérer que les résultats aient un sens. Si une seule s'avère ne pas être respectée, le modèle est considéré comme inadéquat pour problème traité. Si cette inadéquation est trop forte, le modèle peut alors fournir des résultats qui ne correspondent pas à la réalité (biais élevé) et/ou devenir instable au point qu'entre deux échantillons semblables, on obtient des résultats complètement différents qui peuvent aboutir à des conclusions opposées (variance élevée). Ainsi, sans la garantie d'un modèle adéquat, les résultats issus d'une reconstruction tomographique sont inutilisables. Cependant, bien que la reconstruction tomographique de la BOS ait été plusieurs fois utilisée dans la littérature, ce problème n'a jusque-là jamais été complètement examiné.

L'objectif de ce stage est d'optimiser la reconstruction tomographique BOS développée à l'ONERA en améliorant la précision du modèle de régression linéaire utilisé jusqu'à présent. Le stagiaire devra en particulier quantifier les incertitudes liées aux mesures des déviations optiques et les intégrer au modèle de régression linéaire employé dans l'algorithme de reconstruction. Pour évaluer la performance de ce nouvel algorithme, le stagiaire l'appliquera à un cas d'étude portant sur un jet d'air chaud se développant dans l'air ambiant, en régime laminaire et turbulent. Ce cas est couramment étudié pour étudier l'échange de chaleur dans de nombreuses applications industrielles, telles que le séchage de textiles et de métaux ou le chauffage des bâtiments. En parallèle, le stagiaire mènera une étude expérimentale sur ce jet. Il effectuera des mesures BOS et comparera les résultats issus de la reconstruction tomographique avec des résultats de simulations numériques.

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

Méthodes à mettre en oeuvre :

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

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

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

Période souhaitée : entre janvier et août 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mécanique des fluides, optique géométrique, niveau B2 anglais	Ecoles ou établissements souhaités : Master 2 recherche ou 3 ^{ème} année d'école d'ingénieur
--	--