

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMPE-2025-19**

(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DMPE/HEAT

Tél. : 52808

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, Milieux diphasiques, Développement de diagnostics optiques, Experimental

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

### Intitulé : Caractérisation d'injecteurs aéronautiques par Background Oriented Schlieren (BOS)

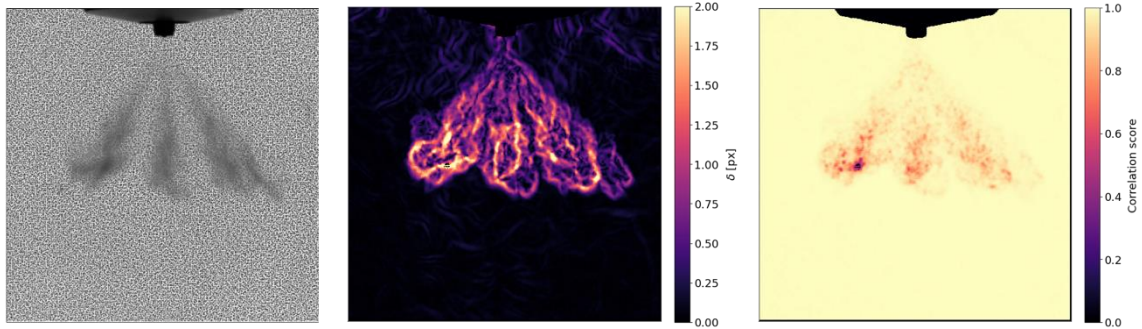
Sujet : L'analyse expérimentale de la distribution et de la vaporisation du liquide de pulvérisation joue un rôle crucial dans l'amélioration de l'efficacité des processus industriels dans diverses applications, notamment la suppression des incendies, le séchage par pulvérisation dans la production alimentaire et pharmaceutique, l'irrigation agricole et les traitements chimiques, le refroidissement des systèmes électroniques et les traitements laser médicaux. , et la gestion du cœur nucléaire. Dans les systèmes de combustion, en particulier, un mélange efficace et une évaporation rapide du carburant liquide injecté conduisent à des taux de dégagement de chaleur volumétriques plus élevés, à un allumage plus facile, à une plage de combustion étendue et à une réduction des émissions d'échappement telles que le CO<sub>2</sub>, la suie et les NO<sub>x</sub>. Par conséquent, les progrès dans la caractérisation expérimentale des mélanges diphasiques peuvent apporter des avantages mondiaux significatifs, notamment une réduction de la consommation d'énergie et d'eau, une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> et de polluants et une sécurité accrue. Récemment, l'imagerie Background Oriented Schlieren (BOS) a connu d'importants progrès et se positionne comme l'une des méthodes expérimentales les plus récentes et prometteuses pour répondre à ces besoins.

L'imagerie Background Oriented Schlieren (BOS) est une technique expérimentale non intrusive permettant de quantifier à grande échelle les variations de masse volumique dans un écoulement transparent par la mesure de la déflexion des rayons lumineux le traversant. La mesure de ces déflexions 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 due à l'écoulement est alors enregistré par la caméra et comparé à une image de référence, enregistré généralement sans écoulement. Le post-traitement de ces images permettra ensuite de déterminer le champ de déflexion des rayons lumineux et donc la variation de l'indice de réfraction causée par l'écoulement, lui-même reliée à la variation de masse volumique au sein de celui-ci.

Par sa simplicité de mise en œuvre et son caractère non-intrusif, la BOS a été utilisée dans de nombreuses et diverses configurations pour donner une résolution spatiale et parfois temporelle d'un écoulement. Elle a été déployée dans des écoulements transsoniques/supersoniques/hypersoniques pour caractériser les fortes variations de masse volumique due à des chocs ou des explosions. Elle a aussi servi pour caractériser les transferts thermiques en cartographiant les gradients de températures d'écoulements chauds. Récemment, le mélange entre deux écoulements de composition distinctes a pu être aussi étudié en s'intéressant à la concentration locale des espèces en jeu.

Dans un contexte diphasique (gaz + liquide), la BOS a été utilisée de manière assez marginale et principalement pour caractériser les reliefs de l'interface gaz-liquide. La présence d'une autre phase présente en général de nombreuses difficultés pour effectuer des diagnostics optiques à cause de l'importante diffusion et obstruction de la lumière causée par les zones denses de la phase liquide. Cependant, dans le cadre de milieux dilués, comme des sprays dans des chambres de combustion, ces difficultés peuvent être levées. Utilisée jusque là pour la visualisation de l'évaporation de spray, l'application de BOS pour de tels milieux reste alors ouverte pour quantifier celle-ci en donnant les concentrations locales des espèces. Ces

informations seraient d'une importance primordiale pour valider les codes de calculs d'écoulements diphasiques et pour les essais d'injecteurs.



La figure ci-dessus est un exemple d'application de la technique BOS sur un spray multipoint dédié à une application automobile. Le spray est observé devant le fond texturé (à gauche). Le traitement par intercorrélacion permet de détecter les variations d'indices induites par la phase vapeur (au centre). La partie dense est déterminée à partir d'un score de corrélation révélant la phase liquide (à droite). Ces résultats sont issus d'une collaboration de l'ONERA avec FAU Erlangen.

Ainsi, ce stage vise à caractériser l'évaporation d'un spray monocomposant en appliquant la BOS dans un cadre 2D. La première partie du stage sera consacrée à la familiarisation avec la littérature et les moyens expérimentaux liées à la BOS. La deuxième partie sera dédiée à la mise en œuvre de la mesure BOS sur un banc expérimental déjà existant. Le dispositif expérimental consiste en un atomiseur injectant un spray axisymétrique dans un écoulement d'air. Ayant la possibilité de changer la température et la nature du liquide, plusieurs conditions d'évaporations seront étudiées. Les données expérimentales seront ensuite post-traitées par le stagiaire pour obtenir les champs de concentration massiques de l'espèce évaporée, qui seront ensuite comparées à des simulations numériques. Ces travaux pourront donner suite à une thèse dans l'hypothèse où un financement est obtenu pour celle-ci.

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

**Méthodes à mettre en œuvre :**

- |   |  |
|---|--|
| <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 octobre 2025

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mécanique des fluides, milieux diphasiques, optique géométrique, niveau B2 anglais	Ecoles ou établissements souhaités : Master 2 recherche ou 3 <sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur
--	--