



## **DEPARTEMENT MULTI-PHYSIQUE POUR L'ENERGETIQUE (DMPE)**

### **Soutenance de thèse de Lorenzo LANZILLOTTA**

**Mercredi 13 janvier 2021 à 14 h 00 – Salle des thèses de l'ISAE/Toulouse**

**Titre** : Application de la BOS3D à l'étude des instationnarités de jets chauds et sous-détendus

#### **Composition du jury** :

- Markus RAFFEL, Professeur au DLR Göttingen
- Peter JORDAN, Directeur de Recherche à PPrime Chasseneuil-du-Poitou
- Didier SAURY, Professeur à l'ENSMA Chasseneuil-du-Poitou
- Guillaume POLIDORI, Professeur à l'Université de Reims
- Guy LE BESNERAIS, Directeur de Recherche et Directeur de thèse à l'ONERA/Palaiseau
- David DONJAT, Ingénieur et Recherche à l'ONERA/Toulouse
- Frédéric CHAMPAGNAT, Ingénieur de Recherche à l'ONERA/Palaiseau
- Pierre MILLAN, Directeur de Recherche à l'ONERA/Toulouse

#### **Résumé** :

Les travaux menés durant cette thèse s'inscrivent dans le cadre du développement d'instruments de métrologie pour la mécanique des fluides, notamment dans le domaine de la visualisation des écoulements.

La BOS3D (pour Background Oriented Schlieren 3D) est une technique capable de fournir des champs 3D instantanés de densité ou de température. Développée à l'ONERA au cours des thèses de V. Todoroff et F. Nicolas, cette technique se base sur l'exploitation de la déviation des rayons lumineux à travers un milieu d'indice optique non homogène.

Elle consiste ainsi comparer l'image d'un motif texturé placé derrière un écoulement avec l'image de ce même motif en absence d'écoulement. Les variations de l'indice optique au sein de ce dernier dues aux fluctuations de masse volumique (induites par des variations de température et/ou de pression) courbent le trajet des rayons lumineux. Un déplacement apparent de la texture de l'arrière-plan est observé et calculé par des techniques de corrélation d'images numériques telles que celles couramment utilisées en PIV. En faisant une acquisition simultanée suivant différents points de vue, il est possible de reconstruire le champ de masse volumique associé en résolvant un problème inverse régularisé.

Afin de poursuivre le développement de cette technique, nous avons étudié différentes solutions techniques permettant l'amélioration de la résolution spatiale sans dégrader la sensibilité de la mesure. Parmi les solutions étudiées figurent les fonds rétro-réfléchissants, les objectifs télécentriques et l'utilisation du speckle pour la génération des fonds texturés utilisés en BOS.

Une première campagne expérimentale sur un jet supersonique sous-étendu a, dans un premier temps, validé les améliorations apportées par les solutions proposées sur la résolution spatiale. D'autre part, l'application de la technique BOS3D sur ce type d'écoulement, nous a permis de détailler une partie de la dynamique du phénomène aéro-acoustique de screech qui lui est associé. Ainsi, grâce à des acquisitions BOS3D couplées à des mesures acoustiques, nous avons reconstitués la dynamique de deux modes caractéristiques.

Une deuxième campagne effectuée dans la soufflerie F2 de l'ONERA, avait pour objet l'étude d'un jet chaud débouchant dans un écoulement transverse. L'utilisation de la méthode BOS3D dans ce cadre a montré les limites actuelles de la technique pour le traitement d'écoulements complexes en soufflerie, comme par exemple les contraintes imposées sur la disposition des caméras. Néanmoins, à partir de l'étude de la reconstruction

tomographique sur une simulation numérique de l'écoulement, nous discutons de différentes voies d'amélioration permettant à l'avenir l'utilisation pratique de la technique BOS3D en soufflerie.

**Mots-clés** : BOS, masse volumique, Schlieren, Speckle, Tomographie, Jet sous détendu, Screech, Résolution spatiale, Fond rétro réfléchissant, Objectif télécentrique, POD, Mesures acoustiques.