

Etude d'un jet de tuyère double-flux par BOS 2D

David DONJAT¹, Francis MICHELI¹, Violaine TODOROFF¹ et Frédéric LEBRUN²

*Adresse 1 – ONERA Centre de Toulouse, BP74025, 2 avenue Edouard Belin
31055 TOULOUSE CEDEX 4*

Adresse 2 – ONERA Centre de Modane-Avrieux, 73500 MODANE

1 Objectif

Nous décrivons ici une série d'expériences sur l'étude de jets de tuyère mono et double flux par méthode « Background Oriented Schlieren » 2D. L'objectif principal de ces activités est l'expertise de techniques optiques innovantes pouvant être adaptées aux grands moyens d'essais de l'ONERA. A partir des résultats obtenus lors d'une première campagne effectuée sur une petite maquette de tuyère sur un banc d'essai de laboratoire, la technique BOS est mise en place sur le banc de dynalpie de l'ONERA Centre de Modane. Ce banc, appelé BD2, est un banc de mesure classique d'effort d'arrière-corps qui soumet tout moyen de mesure à un environnement difficile (écoulement d'air important générant du bruit et d'importantes vibrations, évolution importantes des conditions de cellule d'essai en terme de température). La définition d'un banc BOS adapté, couplé à des méthodes de post-traitements fonctionnelles, montre que cette technique apporte rapidement une visualisation intéressante de l'écoulement, source d'informations complémentaires pour la validation tant des maquettes testées et que des codes numériques.

2 Moyens et principaux résultats

La technique BOS est une méthode optique qui permet de déterminer le champ instantané de masse volumique à partir de l'analyse de la déviation des rayons lumineux [1]. Celle-ci est due aux gradients d'indice optique de l'écoulement observé. Le résultat direct donné par le post-traitement d'une image BOS par flot optique est donc ce champ de déviation induit. L'obtention à partir de ces données BOS 2D d'informations sur le champ de masse volumique reste difficile puisque la méthode utilisée est une mesure intégrée. Néanmoins plusieurs méthodes peuvent être envisagées. La plus simple reste bien entendu l'approche analytique qui utilise la transformée d'Abel mais cette méthode repose sur des hypothèses strictes et ne peut donc s'appliquer que pour des champs de déplacements moyens caractérisant un écoulement visiblement axisymétrique [2].

La campagne initiale a pour objet l'étude d'une maquette représentant une tuyère générique de circuit primaire avec plug, testée dans des conditions de taux de détente compris entre 1.8 et 3.1. Cette maquette est installée sur un banc de laboratoire et doit permettre de tester la mise au point de la méthode BOS en terme d'éclairage, de cadence des prises de vue, de qualité de prise de vue ainsi que de qualité de réponse des fonds mouchetés (voir figure 1). Le banc BOS est constitué d'un châssis rigide et découplé du sol servant de support à plusieurs caméras disposées en ligne. La synchronisation des images et de l'éclairage s'opère à partir de générateurs de créneaux. Un fond de grande dimension permettant de couvrir l'ensemble du champ visé est installé à l'opposé. Ce fond est un moucheti optimisé pour les mesures BOS. La dimension des points et leur densité respectent des contraintes strictes permettant un post-traitement optimal par méthode flot optique via le logiciel FOLKI GPU [3]. Enfin, la source de lumière permettant une illumination correcte du fond est constituée d'un laser YAG impulsif double cavités générant des illuminations brèves (6 ns par flash) et très intenses ce qui permet de capturer une image de l'« écoulement instantané » (intégration sur 1µs). Un montage optique comportant un guide de lumière par faisceau de fibres optiques (remplacé par la suite par un guide

¹ Correspondant : david.donjat@onera.fr

liquide de lumière au rendement supérieur) couplé à une optique divergente, permet de modifier le rayon en un faisceau de lumière capable d'éclairer une grande surface. Ce montage est utilisé afin de réduire les effets de « speckle » qui ont tendances à dégrader le fond moucheté.

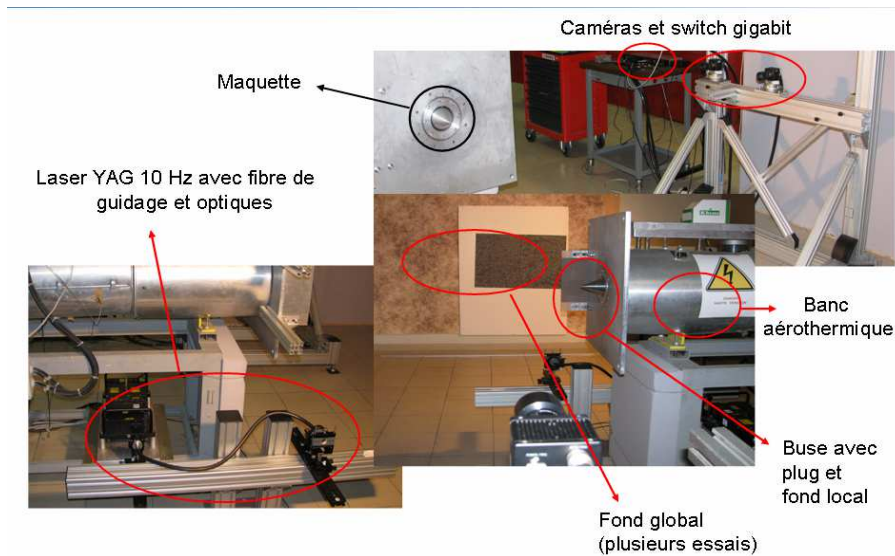


Figure 1 – Ecoulement mono-flux - Mesures BOS 2D

La seconde partie de cette étude est une adaptation du banc BOS ainsi constitué aux contraintes du banc BD2. La tuyère utilisée est une tuyère bi-flux de référence ne fonctionnant qu'avec un écoulement froid et dans une plage bien particulière définie par une dizaine de points de mesures qui permettent néanmoins de tester une gamme de conditions intéressantes. La figure 2 donne un exemple de champs de déviation optiques obtenus par BOS.

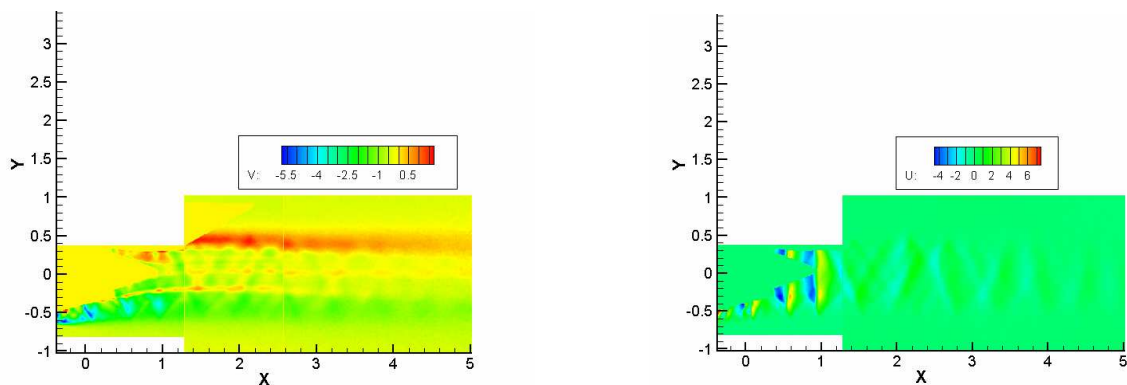


Figure 2 – Champs de déplacements les deux directions (en pixel) – Ecoulement double flux avec conditions de détente pour le primaire de 1.9 et pour le secondaire de 2.6 (dimensions arbitraires)

3 Références

- [1] Richard H., Raffel M., Meier G.E.A., « Demonstration of the application of a BOS method », Symposium on Application of Laser Techniques to Fluid Mechanics, Lisbonne, 2000
- [2] Barthe C., Micheli F., Millan P., « Etude aérothermique de jets supersoniques chauds », 10^{ème} CFTL, Toulouse, 2007
- [3] Champagnat F., Plyer A., Le Besnerais G., Leclaire B., Davoust S., Le Sant Y., « Fast and accurate PIV computation using highly parallel iterative correlation maximization », Experiments in Fluids, Vol 50, 2011