

Sujet de thèse de doctorat

- **Titre** : Etude des interactions entre un jet et une plaque par simulations des grandes échelles compressibles
- **Encadrement** : Christophe Bogey (DR CNRS, christophe.bogey@ec-lyon.fr)
- **Lieu** : Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, UMR CNRS 5509, Ecole Centrale de Lyon, 69134 Ecully Cedex
- **Financement envisagé** : bourse MESR

Sur les avions, des interactions ont lieu entre les jets issus des moteurs et la voilure, ce qui a pour conséquence d'augmenter les niveaux de bruit rayonné en général. On parle alors d'effets d'installation. Les interactions sont de nature aérodynamique entre le jet et la couche limite sur la paroi, acoustique avec la réflexion et la diffraction des ondes émises par le jet sur la paroi et aéroacoustique lorsqu'une boucle de rétroaction s'établit entre la paroi et la sortie de la buse du jet. Dans ce dernier cas, des composantes tonales de forte amplitude peuvent apparaître dans les spectres acoustiques. Ces phénomènes sont souvent étudiés en considérant des configurations simplifiées jet/plaque plane comme par exemple dans les expériences effectuées à la NASA par Podboy [1] et Zaman *et al.* [2] (cf image Schlieren de la figure 1(a)), ou celles menées il y a quelques années au laboratoire Pprime de Poitiers ou à l'ONERA [3] dans le cadre du projet européen JERONIMO.

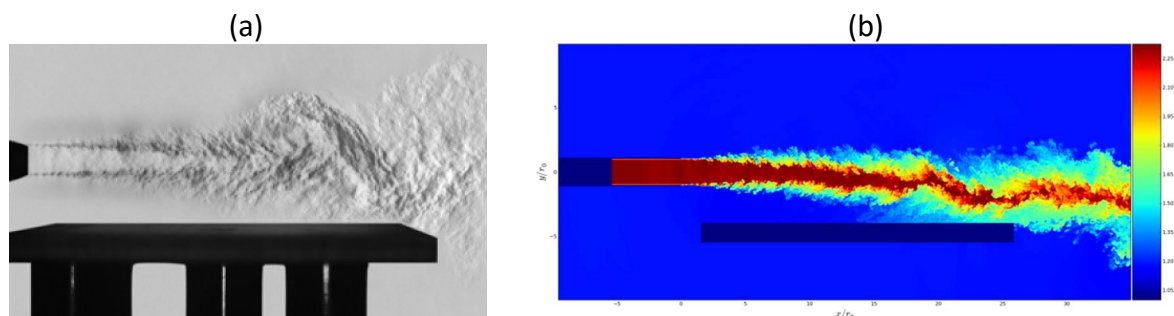


Figure 1. Représentation (a) d'une image Schlieren issue des expériences de Zaman *et al.* [2] pour un jet à Mach 0.96 et (b) du champ de masse volumique obtenu pour le même cas par simulation au LMFA.

Dans le cadre de la thèse, il s'agira d'étudier les interactions entre un jet rond et une plaque par simulations des grandes échelles haute-fidélité. Ces simulations seront réalisées par résolution des équations de Navier-Stokes instationnaires compressibles à l'aide de schémas d'ordre élevé [4] sur des maillages cylindriques contenant de l'ordre de 500 millions de points, afin d'obtenir en même temps les champs aérodynamiques et acoustiques. Cette approche directe de calcul du bruit a été développée au Centre Acoustique du LMFA depuis de nombreuses années et appliquée avec succès à des jets subsoniques et supersoniques, libres [5-7] ou impactant une paroi [8-9] (quelques illustrations sont données sur le site web de l'équipe à l'adresse <https://acoustique.ec-lyon.fr/caaweb.php>). Un calcul préliminaire de jet plan affleurant une plaque a aussi été réalisé il y a 3-4 ans dans le cadre d'un stage post-doctoral (cf exemple de champ de vorticité obtenue sur la figure 1(b)).

Les objectifs de la thèse seront tout d'abord de reproduire avec précision par simulations des grandes échelles les champs turbulents et sonores pour des configurations jet/plaque considérées dans des expériences de la littérature, puis d'analyser les mécanismes d'interactions s'y produisant. La nature et l'importance des différentes interactions, et les propriétés des boucles de rétroaction susceptibles de s'établir entre le jet et la plaque seront discutées en fonction des caractéristiques du jet (nombre de Mach, conditions en sortie de buse ...), de la distance jet/plaque et de la longueur de la plaque. Un autre objectif sera de fournir une base de données de référence, qui servira à l'amélioration de la compréhension et de la modélisation des différents phénomènes aérodynamiques et acoustiques.

Références

- [1] Podboy, G.G., 2013, Jet-surface interaction test : phased array noise source localization results, NASA-TM-2013-218085.
- [2] Zaman, K.B.M.Q., Fagan, A.F., Bridges, J.E & Brown, 2015, An experimental investigation of resonant interaction of a rectangular jet with a flat plate, *J. Fluid Mech*, **779**, 751-775.
- [3] Davy, R., Mortain, F., Huet, M. & Le Garrec, T., 199, Installed jet noise source analysis by microphone array processing, AIAA Paper 2019-2654.
- [4] **Bogey, C.** & Bailly, C., 2004, A family of low dispersive and low dissipative explicit schemes for flow and noise computations, *J. Comput. Phys.*, **194**(1), 194-214.
- [5] **Bogey, C.**, Marsden, O. & Bailly, C., 2011, Large-Eddy Simulation of the flow and acoustic fields of a Reynolds number 10^5 subsonic jet with tripped exit boundary layers, *Phys. Fluids*, **23**, 035104, 1-20.
- [6] **Bogey, C.** & Sabatini, R., 2019, Effects of nozzle-exit boundary-layer profile on the initial shear-layer instability, flow field and noise of subsonic jets, *J. of Fluid Mech.*, **876**, 288-325
- [7] **Bogey, C.**, 2021, Acoustic tones in the near-nozzle region of jets: characteristics and variations between Mach numbers 0.5 and 2, *J. Fluid Mech.*, **921**, A3 1-41. doi:[10.1017/jfm.2021.426](https://doi.org/10.1017/jfm.2021.426)
- [8] **Bogey, C.** & Gojon, R., 2017, Feedback loop and upwind-propagating waves in ideally-expanded supersonic impinging round jets, *J. Fluid Mech.*, **823**, 562—591.
- [9] Varé, M. & **Bogey, C.**, 2021, Generation of acoustic tones in round jets at a Mach number of 0.9 impinging on a plate with and without a hole, to appear in *J. Fluid Mech.*

La liste complète des publications de l'équipe est disponible à l'adresse :

https://acoustique.ec-lyon.fr/publication_fr.php