

PROPOSITION DE STAGE – MASTER 2 / Ingénieur

Titre : Analyse expérimentale haute fréquence d'un coup de bélier

Responsables :

- Franck Plouraboué, DR CNRS, IMFT fplourab@imft.fr

- Xavier Jacob MDC UPS, IMFT, xavier.jacob@imft.fr

Lieu du stage : Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT UMR 5502, www.imft.fr)

Durée / période : 5-6 mois

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : fplourab@imft.fr & xavier.jacob@imft.fr

Sujet

Contexte, motivations : Les ondes de pression se propageant dans des tubes rigides ou élastiques présentent la même phénoménologie connue depuis près d'un siècle [1]: des ondes de chocs peuvent se produire, se propager et être responsables de dégradation. Dans les réseaux de distribution hydrauliques ces ondes sont appelées ondes de « coup de bélier » (water-hammer waves en anglais). Elles se propagent à grande vitesse dans les conduites d'eau potable (à environ 1000 m/s) et ce réfléchissent en différents points du réseau. Les signaux acoustiques et vibratoires qui en résultent renseignent sur le réseau et son état [2,3] Les modèles développés permettent de traiter ces informations. . Pour mesurer ces signaux transitoire rapide, et caractériser les fréquences propres de réponse du réseau, une métrologie originale est actuellement en développement en collaboration avec le laboratoire LAAS dans le cadre du projet ANR EchoUrbanNet : une mesure de pression optique interférométrique large bande [4].

Une première version du capteur est actuellement déployée sur un banc expérimental fonctionnel. Dans le cadre de ce stage une seconde version (développée au LAAS) sera mise en place. Elle devrait permettre de découpler, dans le signal recueilli, la contribution des variations temporelles de pression et celles des vibrations de la structure du tuyau.

Objectif :

Mener une campagne de mesure et le traitement du signal associé permettant de caractériser le fonctionnement des capteurs optiques

Analyser la réponse d'une onde de coup de bélier (water-hammer) en utilisant les différentes contributions (pression dans le fluide et vibration dans le solide) pour la comparer aux modélisations.

Programme de recherche : Dans un premier temps le travail se focalisera sur l'analyse des composantes fréquentielles du signal recueillies sur les différents capteurs de pression (optique et piézoélectriques) afin de les comparer aux prédictions théoriques que l'on sait évaluer dans la configuration expérimentale choisie. Cette étape permettra de tester la pertinence et/ou les biais de mesures de la nouvelle métrologie optique. Dans un second temps le stage consistera à analyser les différentes composantes du signal optique afin de confirmer que la séparation des sources vibrationnelles/pression est fidèle aux attendus théoriques. Enfin, dans une dernière partie, en fonction de l'avancée des travaux de l'équipe, un nouveau générateur de pression rapide sera testé sur le dispositif qui devrait permettre de s'affranchir en grande partie des effets de convolution temporels produits par la loi de fermeture de vanne.

Compétences attendues : Mécanique des fluides, Acoustique, Traitement du signal, Métrologie/Instrumentation , programmation (Python / Matlab)

Bibliographie

[1] F. Plouraboué, Review on water-hammer waves mechanical and theoretical foundations, *European Journal of Mechanics-B/Fluids*, **108**, 237-271, (2024).

[2] A. Bayle, F. Plouraboué, Spectral properties of Fluid Structure Interaction pressure/stress waves in liquid filled pipes, *Wave Motion*, **116**, 103081, 2022,

[3] A. Bayle, F. Plouraboué, Laplace-Domain Fluid-Structure Interaction Solutions for Water Hammer Waves in a Pipe, *Journal of Hydraulic Engineering*, **150**, 2, 04023062, 2024,

[4] S. Maquéda, J. Perchoux, C. Tronche, J.L. Imas Gonzales, M. Lavayssière and Y. Barbarin, "Demonstration of pressure wave observation by acousto-optic sensing using a Self-Mixing Interferometer", *Sensors* 2023, **23**(7), 3720