

PROPOSITION DE STAGE IMFT/EDF Labcom 2023-2024

Titre : Modélisation de la propagation d'ondes de coup de bélier dans une singularité

Responsable(s) : [Plouraboué Franck (DR CNRS), Frédéric Daude (Chercheur, EDF) (fplourab@imft.fr, frederic.daude@edf.fr)]

Laboratoire(s) : IMFT, UMR 5502 Allées du Pr Camille Soula, 31400 Toulouse,

Sujet du stage

Les ondes de coup de bélier sont un phénomène connu et complexe se produisant dans les conduites sous-pression. Bien, que peu fréquents, lorsque de tels transitoires se produisent dans les conduites des centrales nucléaires de productions d'électricité, ils peuvent affecter la disponibilité de ces dernières..

Ces ondes se déclenchent lors de variations brusques de débit liées à des manipulations sur les réseaux (ouverture de vanne, démarrage de pompe, fermeture de clapets, etc...) et sont associées à de (faible) effets de compressibilité des liquides pour compenser les variations de débit. Elles sont aussi associées au couplage entre la déformation élastique de la paroi de la conduite et la surpression fluide de l'onde acoustique se propageant au cœur des conduites (Tijsseling 1996). Elles peuvent causer des dégâts importants sur les installations associées. C'est pourquoi leur compréhension et leur modélisation est importante et elles sont souvent étudiées à l'aide de calcul numériques (Daude et al, 2019). Des travaux récents dans l'équipe ont permis d'améliorer la compréhension théorique du couplage fluide-structure dans ces ondes (Bayle & Plouraboué, 2023a,2023b,2023c,2023d). Dans ce cadre, des méthodes analytiques ont été développées et les solutions numériques associées codées sous python.

Le stage a pour but d'analyser la propagation d'une onde de coup de bélier avec prise en compte de l'interaction fluide/structure dans une singularité de type diaphragme ou clapet. Ce type de géométrie est rencontré dans les circuits des centrales et peut donner lieu à des échanges d'énergie entre l'onde de pression et les ondes élastiques solides.

Le stage poursuivra des méthodes théoriques maîtrisées au sein de l'IMFT et codera ses solutions sous python afin d'étudier l'effet du confinement de la singularité sur les caractéristiques de l'onde (en négligeant les effets de frottements dans les couches limites) et les transferts d'énergie mécanique de l'onde.

Ce stage pourra déboucher sur une thèse projet ANR en cours de demande.

Profil recherché : Etudiant en mécanique des fluides, ou mathématiques appliqués. Expériences en programmation. Goût pour la modélisation numérique.

Références :

A. S. Tijsseling, Fluid-structure interaction in liquid-filled pipe systems: a review, *J. Fluids Struct.* 10, 109 (1996)

A. Bayle, F. Plouraboué, Spectral properties of Fluid Structure Interaction pressure/stress waves in liquid filled pipes, *Wave motion*, 116, 103081, (2023)a.

A. Bayle, F. Rein, F. Plouraboué, Frequency varying rheology-based fluid-structure-interactions waves in liquid-filled visco-elastic pipes, *J. Sound. Vib.*, (2023)b

A. Bayle, F. Plouraboué, Laplace domain fluid structure interaction solutions for water hammer waves in a pipe, doi :10.1061/JHEND8/HYENG-13781, *J. Hydraul. Eng.*, (2023)c.

A. Bayle, F. Plouraboué, Low-Mach number asymptotic analysis of fluid-structure-interaction (FSI) pressure waves inside an elastic tube, *Eur. J. Mech. B/Fluids.*, (2023)d, doi: [10.1016/j.euromechflu.2023.04.014](https://doi.org/10.1016/j.euromechflu.2023.04.014)

F. Daude, R. A. Berry, & P. Galon, P. A Finite-Volume method for compressible non-equilibrium two-phase flows in networks of elastic pipelines using the Baer-Nunziato model, *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, **354**, pp.820-849 (2019).

