

## **Etude du bruit et des vibrations générés par un jet d'écoulement en conduit cylindrique - application à la quantification de fuite**

*Proposition de sujet de thèse CIFRE avec l'entreprise Chpolansky, le von Karman Institut (VKI) et le Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine (LAUM)*

### **Partenaires**

- **Chpolansky**, entreprise spécialisée dans la robinetterie industrielle, Marcoussis, (France), <http://www.chpolansky.fr/>.
- **Von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI)**, Environmental and Applied Fluid Dynamics, Bruxelles (Belgique), <https://www.vki.ac.be/>.
- **Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans (LAUM)**, UMR CNRS 6613, Le Mans (France), <http://laum.univ-lemans.fr/fr/index.html>.

**Contacts** : F. Cartier - [florian.cartier@chpolansky.fr](mailto:florian.cartier@chpolansky.fr),  
C. Schram - [christophe.schram@vki.ac.be](mailto:christophe.schram@vki.ac.be),  
C. Pézerat - [charles.pezerat@univ-lemans.fr](mailto:charles.pezerat@univ-lemans.fr).

**Encadrement** : C. Pézerat (directeur), C. Schram (co-directeur),  
F. Gautier (co-encadrant), F. Cartier (suivi industriel)

**Lieux** : la thèse se déroulera essentiellement à Bruxelles chez VKI et à Marcoussis chez Chpolansky. Quelques missions courtes sont à prévoir au Mans.

**Date de démarrage** : dès l'acceptation de l'ANRT (maximum trois mois après le dépôt du dossier CIFRE)

### **Sujet**

**Contexte** : L'apparition de fuites de fluide (gaz, liquide ou diphasique) dans des circuits industriels représente un coût financier dû aux pertes de matière, un problème de sûreté lié notamment à des risques d'explosion et de contamination et un problème de pollution environnementale lorsque des produits chimiques sont déversés dans la nature. Les secteurs concernés par cette problématique de fuite au niveau des organes de robinetterie sont multiples : l'industrie nucléaire avec les réacteurs à eau pressurisée ([Boulanger, 1993](#) ; [Lee et al., 2003](#)), l'industrie du transport du gaz naturel ([Meng et al., 2012](#)), l'industrie automobile avec l'apparition des voitures à hydrogène ([Dubois, 2011](#)), l'industrie pétrolière et les entreprises ou services d'état en charge d'alimenter les villes en eau potable ([Muggleton et al., 2002](#) ; [Beck et al., 2005](#)). Chpolansky a développé un dispositif basé sur la mesure de l'Emission Acoustique (EA) générée par un écoulement de fuite (gaz, liquide ou diphasique). Pour ce faire, les EA sont mesurées à l'aide de capteurs piézoélectriques et un traitement numérique permet d'apprécier de l'inétanchéité d'un organe de robinetterie. L'objectif de cette thèse est d'obtenir, en plus de la détection, une information quantitative sur le débit de fuite à partir d'une mesure non-intrusive des vibrations de la paroi du conduit.

**Descriptif** : une fuite est un jet d'écoulement produit par une différence de pression de part et d'autre d'un orifice qui lui procure une vitesse d'éjection. L'écoulement est de nature turbulente et comprend de fortes fluctuations de pression qui peuvent exciter directement la paroi d'un conduit ou indirectement par les ondes acoustiques générées par ces fluctuations de pression. La source vibratoire

contient ainsi deux composantes, la première est dite hydrodynamique ou aérodynamique alors que la deuxième est acoustique [Lecoq \(2014\)](#). Pour exploiter la mesure de vibration afin d'en quantifier le débit de fuite, il est nécessaire de bien comprendre les phénomènes de couplage entre la pression pariétale à l'intérieur de la conduite et la dynamique vibratoire de cette dernière. L'importance des deux composantes dépendra du type de fuite et des caractéristiques mécaniques du conduit.

Les défis scientifiques majeurs de cette thèse consistent à :

- développer une compréhension physique fine de la structure hydrodynamique et acoustique du champ exciteur sur la paroi intérieure de la conduite, en fonction de la distance à la fuite, de sa forme et de son débit ;
- déterminer expérimentalement les paramètres influençant ces champs hydrodynamiques et acoustiques ;
- définir la meilleure stratégie de développement d'une technique vibratoire inverse permettant d'identifier la source vibratoire en fonction de la nature et de la zone d'excitation, du comportement vibratoire de la conduite, de la fréquence et de la complexité géométrique locale de la structure industrielle ;
- coupler ensemble des modèles reliant les phénomènes hydrodynamiques, acoustiques et structuraux pour en déduire une approche applicable industriellement afin de déterminer le débit de fuite par mesure non-intrusive des vibrations de la conduite.

Afin de mieux comprendre ces phénomènes dans le cas d'un jet confiné, des mesures expérimentales d'écoulements d'air contrôlés — sur la base de paramètres clés que sont par exemple les pressions absolues, la géométrie de la brèche ou les nombres de Reynolds et de Mach — seront effectuées en laboratoire. Un banc expérimental, composé d'une veine aéraulique et d'opercules simulant des fuites parfaitement calibrées, est actuellement mis en place dans les locaux de VKI en Belgique. Afin d'étudier les détails de l'écoulement et valider certaines hypothèses sur sa physique, des mesures acoustiques à l'aide de microphones et des mesures de vitesse d'écoulement par anémométrie à fil chaud ou PIV (*Particle Image Velocimetry*) sont envisagées. Ces travaux apporteront une compréhension fine des mécanismes en jeux qui sont, par ailleurs, étudiés sur deux autres bancs expérimentaux : un localisé dans les locaux de Chpolansky à Marcoussis ([Rondeau et al., 2018](#)) et un autre situé dans les bâtiments du CETIM à Nantes. De plus, des mesures sur des sites industriels compléteront les mesures en laboratoire et permettront d'évaluer leurs représentativités — notamment au regard du bruit environnant inhérent à une installation industrielle en fonctionnement.