

**Offre de thèse – LEGI/GIPSA Lab**  
**Université Grenoble Alpes – Grenoble INP**  
**Ecole Doctorale IMEP2**

## **Tomographie ultrasonore pour l'étude des écoulements turbulents diphases**

Laboratoire d'accueil : LEGI (UMR 5519)

Durée - Période : 3 ans (à partir **d'octobre 2018**)

Profil recherché : Ecole d'Ingénieurs, Université Master 2

Compétences attendues : Dynamique des fluides, instrumentation et traitement du signal

Encadrement : Henda DJERIDI (LEGI/ENSE3), Cornel IOANA (GIPSA-Lab/ENSE3)

Contacts : [henda.djeridi@legi.grenoble-inp.fr](mailto:henda.djeridi@legi.grenoble-inp.fr) / 04 76 82 50 63

[cornel.ioana@gipsa-lab.grenoble-inp.fr](mailto:cornel.ioana@gipsa-lab.grenoble-inp.fr) / 04 76 82 64 57

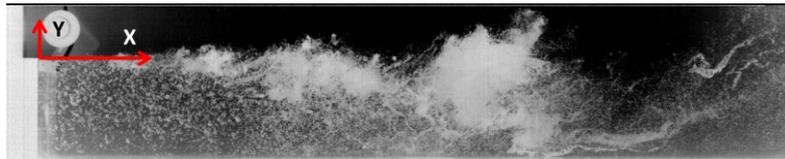
### **Résumé du projet**

La mesure en temps réel et la surveillance des processus instationnaires hydrauliques constituent actuellement un enjeu important à cause de l'exploitation intermittente des équipements hydrauliques. Ce mode de fonctionnement induit de fréquentes procédures d'arrêts/ démarrages ainsi qu'une utilisation des machines en dehors de leur zone de fonctionnement optimal. Ces deux contraintes cumulées imposent de connaître en temps réel le débit de la machine ainsi que son point de fonctionnement. Cependant, en milieu industriel, la nécessité de détecter les dérives de ces machines passe par une connaissance précise des écoulements. Cette précision est limitée lors d'emploi de systèmes non intrusifs en milieu industriel en particulier sur des conduites de grands diamètres. A l'heure actuelle les techniques de mesures sophistiquées et coûteuses telles que la vélocimétrie laser Doppler (LDV) ou la vélocimétrie par image de particule (PIV) nécessitent des accès optiques spécifiques et ne permettent d'obtenir que des champs moyens (la résolution spatio-temporelle ne pouvant être obtenue qu'en installation de laboratoire permettant de coupler ces techniques optiques à des mesures de pression instationnaires et d'utiliser des lasers haute cadence-haute puissance). Pour des mesures en continu, l'incertitude sur la valeur du débit est liée aux hypothèses faites sur la forme du profil des vitesses et à sa variabilité. La technologie de **tomographie ultrasonore** que l'on se propose de développer et de valider dans le cadre du présent projet permettrait d'obtenir une chute drastique du prix de ce type d'installation et donc permettrait de rentrer sur ce marché avec un avantage compétitif conséquent, utile dans le domaine de l'énergie. Le positionnement scientifique de ce projet se situe en amont de thématiques du LEGI relatives à l'instrumentation Avancée Multi-échelles 2D/3D, et du GIPSA-Lab concernant le traitement du signal non-stationnaire pour la connaissance des milieux naturels et industriels. Ce projet se positionne localement entre deux laboratoires (LEGI et GIPSA-Lab) et permet ainsi une synergie transversale des différentes compétences qui seront au centre de l'extension dans le domaine multiphasique des méthodes de tomographie ultrasonore.

La tomographie ultrasonore multivoie consistera à utiliser pour émettre et recevoir les ondes ultrasonores des traducteurs large bande constitués d'un ensemble d'éléments pouvant chacun être piloté de manière indépendante. L'application de lois de phase sur les éléments sera mise en œuvre pour maîtriser les caractéristiques du faisceau scrutateur afin de mieux optimiser la résolution et la couverture spatiale de l'objet (ou phénomène) imagé. Le premier objectif de cette thèse sera ainsi de proposer des nouvelles méthodes de type « *transient adaptive waveform* » parfaitement adaptées aux techniques multiéléments et permettant de s'appliquer à des configurations complexes, en particulier pour ce qui concerne la géométrie de la configuration hydraulique inspectée et/ou la nature transitoire de l'écoulement.

Répondre à cet objectif nécessitera de s'appuyer sur une modélisation directe de la propagation ultrasonore pour la description du phénomène physique de l'interaction onde-fluide prenant en compte toute la complexité d'un écoulement turbulent. L'innovation, consistera à proposer les concepts de formes d'ondes turbulentes (transitoires) avec des éléments discriminants, ce qui conduira à des contributions dans le domaine des séparations de signaux transitoires.

Le sujet de thèse porte sur la contribution au traitement des signaux ultrasonores pour des mesures instantanées du champ de vitesse en écoulement turbulent. Le rôle du doctorant sera de se familiariser avec un écoulement turbulent canonique de type marche descendante présentant différentes formes de structures turbulentes. Il (elle) devra réaliser des mesures fines de champ de vitesse par des techniques optiques bien maîtrisées au LEGI. Il (elle) devra ensuite mettre en place de façon pertinente les capteurs pour la tomographie ultrasonore au sein de l'installation et procéder aux mesures du champ de vitesse. Celles-ci seront comparées à celles obtenues par PIV (PIV stéréoscopique 2D/3C et TRPIV) et LDV pour les champs moyens, les quantités turbulentes, et les densités spectrales de puissance. Cette comparaison permettra d'optimiser la méthode de traitement utilisant le concept de forme d'ondes turbulentes. La dernière partie à laquelle participera le doctorant c'est celle relative à la mesure du champ de vitesse liquide par tomographie ultrasonore en écoulement diphasique. Cette phase novatrice permettra de mettre en évidence les éventuelles limitations de ce type de mesure.



Visualisation de l'écoulement de marche descendante cavitante