



Offre de stage niveau M1 ou M2

Vers une prédiction des régimes d'écoulements gaz-liquide par l'intelligence artificielle

Lieu	Laboratoire de Génie Chimique (LGC, Labège)
Encadrants	Rachid Ouaret (rachid.ouaret@toulouse-inp.fr) Hélène Chaumat (helene.chaumat@ensiacet.fr) Anne-Marie Billet Audrey Devatine
Durée	6 mois

CONTEXTE

La distribution des fluides est un enjeu majeur des réacteurs gaz-liquide, notamment pour les réacteurs de structures fines et de type monolithe. En effet, dans ces réacteurs, composés de canaux millimétriques parallèles, aucune redistribution au cœur du réacteur ne peut contrebalancer les défauts d'injection pouvant impacter la conversion et la sélectivité des réactions en présence. Pour faire face à ce problème, des distributeurs innovants, obtenus par impression 3D, ont été brevetés au Laboratoire de Génie Chimique, mais leur validation nécessite de pouvoir caractériser les écoulements dans un grand nombre de canaux simultanément. Un capteur résistif innovant a été mis au point au LGC pour caractériser en temps réel, sans visualisation, des écoulements gaz-liquide dans un grand nombre de canaux millimétriques parallèles. Un traitement de signal spécifique a été développé, mais il nécessite de connaître a priori le régime d'écoulement dans chaque canal interrogé, ce qui s'avère complexe avec les méthodes de traitement du signal classique. Par ailleurs, les signaux de tension délivrés par le capteur regorgent d'informations non encore exploitées, comme l'amplitude du signal ou des variations périodiques secondaires du signal, qui, mises en perspective, peuvent permettre d'identifier le régime d'écoulement. La caractérisation des régimes d'écoulement peut être abordée par les modèles d'apprentissage automatique (machine learning) en mettant en œuvre les méthodes de classification. Ces modèles, de plus en plus utilisés dans la littérature de spécialité,

visent à identifier qualitativement les régimes d'écoulement et/ou quantitativement les débits ou les taux de vide, à partir de données caractéristiques de l'écoulement [1] ou de données indirectes issues des capteurs [2], et ce dans différents types de réacteurs gaz-liquide (voir la revue de Yann et al. 2018 [3]). Face à ces possibilités, ce stage s'inscrit dans le cadre de l'utilisation des outils de l'intelligence artificielle pour la caractérisation des écoulements confinés à bulles.

OBJECTIFS

Ce stage vise à développer des modèles utilisant l'intelligence artificielle pour compléter et améliorer le traitement des informations issues d'un capteur résistif développé au LGC, afin d'étendre sa gamme d'application et d'ainsi caractériser au mieux les écoulements et la maldistribution dans des réacteurs structurés. Le stage s'inscrit dans le volet de modélisation par les modèles d'apprentissage automatique et visera à identifier les critères d'entrée (caractéristiques du signal à exploiter) et à évaluer les performances de différents modèles sur les données recueillies. Ce stage vise à :

- identifier les paramètres d'entrée pertinents (caractéristiques du signal à extraire, ou signal temporel complet) pour alimenter les modèle de l'apprentissage statistique. Ceci nécessite de :
 - collaborer avec un autre stage relatif au volet collecte des données ;
 - tester les outils statistiques classiques permettant de hiérarchiser les variables d'entrée selon leur importance.
- mettre en œuvre les modèle d'apprentissage pour la classification des régimes d'écoulement.
- Prédire les régimes d'écoulement, le taux de vide et/ou la vitesse de bulles.

ÉTAPES DU TRAVAIL ATTENDU

1. Synthèse bibliographique des publications abordant l'identification et la caractérisation des régimes d'écoulement,
2. Élaboration d'une stratégie d'analyse innovante des données issues des capteurs pour les 'écoulements gaz-liquide
3. Mise en œuvre des modèles de données (apprentissage statistique, ...)
4. Rédaction d'un rapport récapitulatif

COMPÉTENCES RECHERCHÉES :

- Niveau master 1 ou 2 (2^e année ou 3^e année en cycle d'ingénieur)
- Connaissances approfondies en apprentissage automatique (Réseaux de Neurones, ...) avec une bonne maîtrise de la programmation (i.e. Python, R et/ou Matlab),
- Bases en science physique sont très appréciées.
- Maîtrise de l'anglais, motivation, persévérance, curiosité.

BÉNÉFICES POUR LE STAGIAIRE :

- Acquisition d'une expérience à la croisée entre ingénierie et recherche sur un sujet d'actualité,
- Appui d'experts en équipe multidisciplinaire (traitement de données, Génie des procédés, ...)
- Encadrement rapproché, environnement de travail agréable.

AUTRES INFORMATIONS :

Le stage se déroulera au Laboratoire de Génie Chimique (LGC) situé à TOULOUSE (31) (<https://lgc.cnrs.fr>), pendant **6 mois**, et sur un rythme hebdomadaire de 35h/semaine. La gratification est de 4,35€ par heure de présence active. Le travail de stage sera directement encadré par le LGC de Toulouse, et fera l'objet de réunions d'avancement hebdomadaires.

PERSONNES À CONTACTER :

Rachid OUARET : rachid.ouaret@toulouse-inpt.fr, +33 (0)5 34 32 37 00

Hélène Chaumat : helene.chaumat@ensiacet.fr

Références

- [1] S. Timung and T. K. Mandal, "Prediction of flow pattern of gas–liquid flow through circular microchannel using probabilistic neural network," *Appl. Soft Comput.*, vol. 13, no. 4, pp. 1674–1685, 2013.
- [2] S. G. Nnabuife, B. Kuang, J. F. Whidborne, and Z. Rana, "Non-intrusive classification of gas-liquid flow regimes in an S-shaped pipeline riser using a Doppler ultrasonic sensor and deep neural networks," *Chem. Eng. J.*, vol. 403, p. 126401, 2021.
- [3] Y. Yan, L. Wang, T. Wang, X. Wang, Y. Hu, and Q. Duan, "Application of soft computing techniques to multiphase flow measurement: A review," *Flow Meas. Instrum.*, vol. 60, pp. 30–43, 2018.