

PROPOSITION DE STAGE – MASTER 2 DET

Dynamique des fluides, Énergétique et transferts

Université Toulouse 3 Paul Sabatier - Toulouse INP - INSA Toulouse - ISAE SUPAERO – IMT Mines Albi

Titre : Écoulement liquide-vapeur en tube en conditions d'apesanteur

Responsable(s) : Colin Catherine, Pr INP/ENSEEIH, Sebilleau Julien, MCF INP/ENSEEIH IMFT, Allée Camille Soula, 31400 Toulouse – catherine.colin@toulouse-inp.fr - Tel 05 34 32 28 25 – julien.sebilleau@toulouse-inp.fr
Tel 05 34 32 28 46

Lieu du stage : **IMFT** – Groupe Interfaces en collaboration avec **Airbus/Defense and Space**

Durée / période : février/mars à septembre 2021

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : catherine.colin@toulouse-inp.fr,
julien.sebilleau@toulouse-inp.fr

Sujet

Les écoulements diphasiques avec ébullition sont présents dans de nombreuses applications terrestres (générateurs de vapeur pour la production d'électricité, contacteurs chimiques, systèmes de refroidissement..) et spatiales (propulsion des lanceurs, refroidissement des composants électroniques des satellites..). La modélisation des pertes de pression et des transferts de chaleur en régime d'ébullition est encore une difficulté majeure et particulièrement dans des conditions d'apesanteur.

L'IMFT effectue depuis de nombreuses années des expériences en vols paraboliques en avion pour obtenir des conditions de micropesanteur et étudier les écoulements liquide-vapeur [1]. Un programme de recherche en collaboration avec Airbus/Defense and Space et l'Agence Spatiale Européenne doit permettre de construire une boucle diphasique qui sera opérée à bord de la Station Spatiale Internationale (ISS). Les contraintes d'espace et de puissance disponibles à l'intérieur de l'ISS a conduit au design d'une boucle diphasique compacte en cours de construction à l'IMFT (Figure 1). Un fluide réfrigérant circule grâce à une pompe et est vaporisé dans un évaporateur. L'écoulement diphasique liquide-vapeur est observé à travers un tube transparent (section d'essai). En fonction du débit du fluide et de la puissance de l'évaporateur différents régimes d'écoulement liquide-vapeur sont observés (Figure 2, de gauche à droite) : écoulements à bulles, à poches/ bouchons et annulaires.

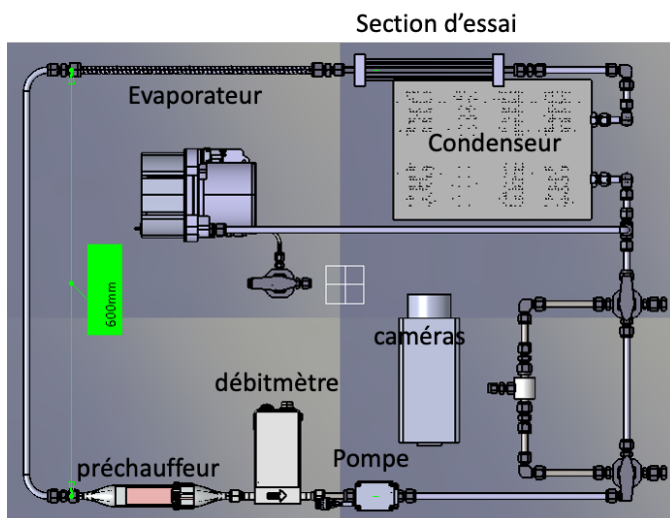


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

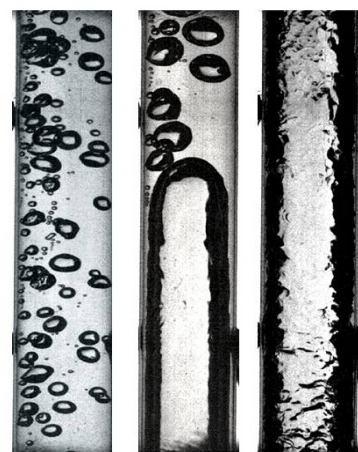


Figure 2 : régimes d'écoulements

L'objectif de ce stage sera de caractériser l'écoulement diphasique au niveau de la section d'essai et d'évaluer l'impact de la pesanteur sur cet écoulement. La section d'essai est un tube de 6mm de diamètre intérieur en verre entouré d'une boîte de visualisation parallélépipédique remplie d'eau afin de limiter la distorsion optique. Deux caméras rapides placées perpendiculairement l'une de l'autre enregistreront des images de l'écoulement. Un programme de traitement d'images

sera développé pour déterminer la distribution spatiale des bulles dans le tube et leur vitesse en écoulement à bulles ou pour mesurer l'épaisseur du film de liquide à la paroi du tube en écoulement annulaire.

Les expériences seront réalisées dans un premier temps au laboratoire avec la section d'essai en position verticale, l'écoulement pouvant être ascendant ou descendant. Des expériences seront ensuite réalisées en microgravité, lors d'une campagne de vols paraboliques à bord de l'avion A310 Zero G en juin 2021. Des études précédentes ont montré que dans des écoulements eau-air la répartition des bulles dans le tube était fortement influencée par la gravité [2] et qu'en microgravité une forte augmentation de la taille des bulles est observée [3], due à un effet de coalescence. La distribution des phases a un effet très important sur le frottement à la paroi du tube et les transferts de chaleur. Nous mesurerons les pertes de pression au niveau de la section d'essai pour caractériser le frottement à la paroi. Ces résultats expérimentaux serviront au développement de modèles théoriques pour prédire l'influence de la gravité sur la vitesse des phases liquide et vapeur et sur leur répartition dans le tube.

Références bibliographiques

- [1] M. Narcy, E. De Malmazet, and C. Colin, "Flow boiling in tube under normal gravity and microgravity conditions," *Int. J. of Multiph. Flow*, vol. 60, pp. 50–63, Apr. 2014. DOI: 10.1016/j.ijmultiphaseflow.2013.11.011
- [2] C. Colin, J. Fabre, A. Kamp, Turbulent bubbly flow in a pipe under gravity and microgravity conditions, *J. Fluid Mech.*, vol. 711, pp. 469-515, 2012
- [4] A. Kamp, A. Chesters, C. Colin, J. Fabre, Bubble coalescence in turbulent flows: a mechanistic model for turbulence induced coalescence applied to bubbly pipe flows under microgravity conditions, *International Journal of Multiphase Flow*, **27**, 1363-1396, 2001.