

## 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 :** Mise en place d'un outil expérimental de détermination de la résistance d'interface au transfert de chaleur liquide-vapeur

### Responsable(s) :

Nom Prénom : Lavieille Pascal

Laboratoire : LAPLACE UMR 5213

Adresse email : [pascal.lavieille@laplace.univ-tlse.fr](mailto:pascal.lavieille@laplace.univ-tlse.fr)

Tel : 05 61 55 68 31

Nom Prénom : Rojas-Cárdenas Marcos

Laboratoire : ICA UMR CNRS 5312

Adresse email : [marcos.rojas@insa-toulouse.fr](mailto:marcos.rojas@insa-toulouse.fr)

Tel : 05 61 17 10 70

**Lieu du stage :** Aux laboratoires LAPLACE et ICA

**Durée / période :** février à juillet

**Candidature** [CV, lettre de motivation, références] **à envoyer à :** [pascal.lavieille@laplace.univ-tlse.fr](mailto:pascal.lavieille@laplace.univ-tlse.fr)  
et [marcos.rojas@insa-toulouse.fr](mailto:marcos.rojas@insa-toulouse.fr)

### Sujet

Face aux besoins croissant de refroidissement, de contrôle de température, d'intégration et de réduction des consommations, il existe un intérêt indéniable à développer de nouvelles solutions de refroidissement performantes. Le plus efficace - généralement utilisé - est le changement de phase liquide-vapeur en espace confiné. Dans cette configuration, l'interface, dont la température est *a priori* constante, est à proximité immédiate de la surface à refroidir et les résistances au transfert de chaleur dans le liquide sont alors réduites. Lorsque le confinement devient extrême, les transferts sont particulièrement intenses mais sont toutefois limités par la résistance aux transferts de chaleur et de masse induite par l'interface. Cette résistance est encore mal connue de nos jours. Elle est en effet très difficile à mesurer expérimentalement du fait de sa faible valeur [1]. Des modèles basés sur la théorie cinétique ont été proposés mais font apparaître un paramètre ajustable qui reste très peu documenté [2].

L'objectif du stage est ainsi de faire un état de l'art des connaissances sur ces résistances d'interface et de définir une procédure expérimentale permettant d'y accéder avec une précision satisfaisante. L'expérience qui sera définie devra intégrer autant que possible les métrologies spécifiques à chacun des deux laboratoires partenaires, à savoir l'interférométrie en lumière blanche [3], le marquage moléculaire [4] et l'utilisation de micro-thermocouples [5,6] (Figures). Des expérimentations simples pourront être réalisées si nécessaire.

Ce travail s'inscrit dans la continuité d'un long travail de recherche, sur les systèmes diphasiques pour le laboratoire LAPLACE et sur caractérisation expérimentale de micro-écoulements gazeux pour l'ICA. Pour s'appropriier les différentes techniques de mesures

développées dans les deux laboratoires, le candidat travaillera sur les deux sites à part a priori égale. La modulation du temps entre les deux laboratoires s'ajustera en fonction des besoins. Le candidat sera aussi amené à travailler en collaboration avec un troisième laboratoire (IUSTI, Marseille), experts en théorie cinétique des gaz [2], pour avoir une meilleure compréhension des besoins théoriques sur le sujet.

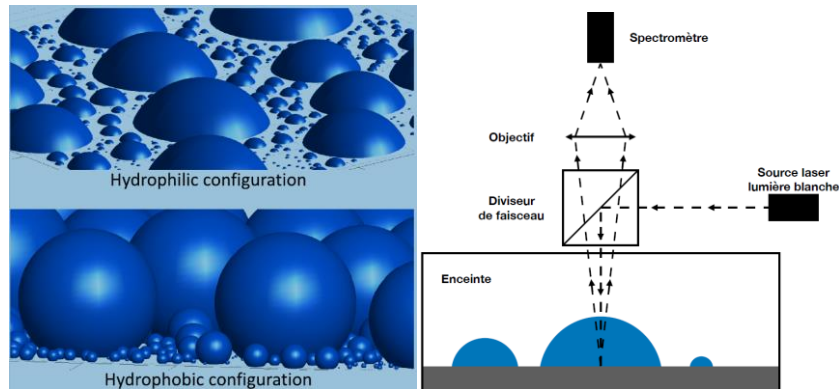


Figure 1. Expérience d'Interférométrie pour la mesure de taille de micro et nano gouttes, LAPLACE

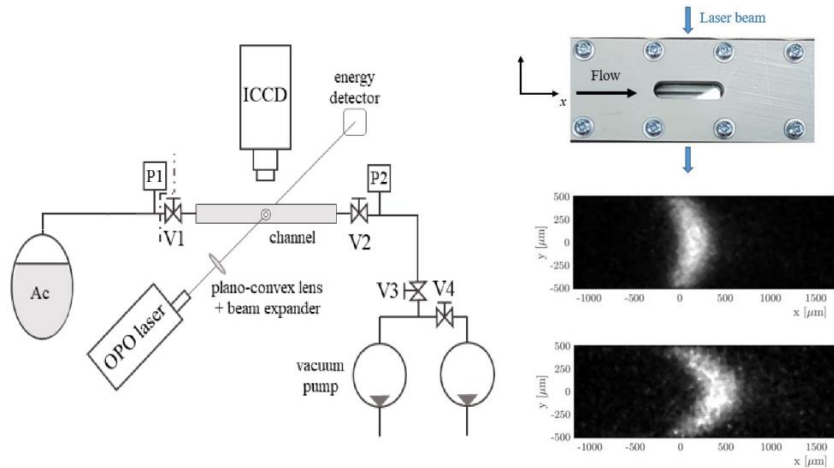


Figure 2. Expérience de Marquage Moléculaire à l'ICA : montage et résultats [4].

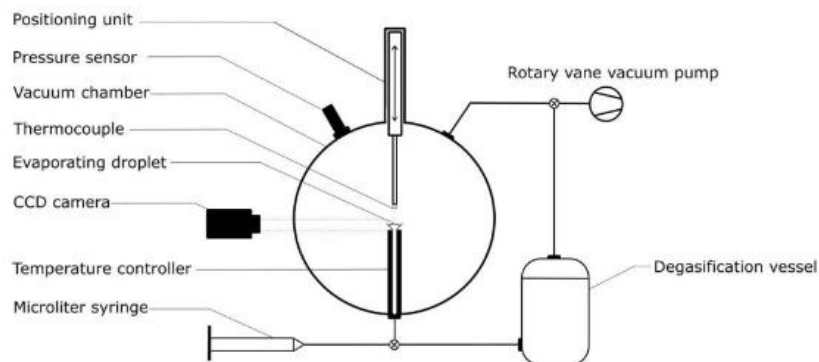


Figure 3. Exemple d'expérience de mesure de saut de température à l'interface liquide/vapeur par moyen de microthermocouples [6].

[1] Lethuillier J., Lavieille P., Topin F., Miscovic M., Chapitre 4: "About phenomenology and modeling of dropwise condensation" pages 69 à 104 du livre "The Surface Wettability Effects on Phase Change" Springer.

[2] E. Y. Gatapova, I. A. Graur, F. Sharipov and O. Kabov, "The temperature and pressure jumps at the vapor-liquid interface: Application to a two-phase cooling system," International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 83, pp. 235-243, 2015.

- [3] Laura Fourgeaud, Vadim Nikolayev, Eric Ercolani, Jérôme Duplat, Philippe Gully. In situ investigation of liquid films in pulsating heat pipe. *Applied Thermal Engineering*, Elsevier, 2017, 126, pp.1023 - 1028.
- [4] Fratantonio, D., Rojas-Cárdenas, M., Barrot, C., Baldas, L. and Colin, S., 2020. Velocity measurements in channel gas flows in the slip regime by means of molecular tagging velocimetry. *Micromachines*, 11(4), p.374.
- [5] M. A. Kazemi, D. S. Nobes and J. A. W. Elliott, "Experimental and Numerical Study of the Evaporation of Water at Low Pressures," *Langmuir*, vol. 33, no. 18, pp. 4578-4591, 2017.
- [6] Betsema, R., Nedeá, S. and Frijns, A. Measurement of the interfacial temperature jump during steady-state evaporation of a droplet. In *Proceedings of the International Symposium on Thermal Effects in Gas flows In Microscale*. 2019.