



Intensification sous champ électrique des transferts thermiques en caloducs plats

Sujet de thèse :

Les laboratoires SIMAP (Grenoble) et CETHIL (Lyon) proposent un contrat d'ingénieur de recherche (CDD 3 ans) pour réaliser une thèse consacrée aux effets électro-hydrodynamiques (EHD) dans les caloducs plats (échangeurs de chaleur haute performance). Les travaux pourront s'appuyer sur quelques études reportant des tentatives d'utilisation de l'EHD dans des caloducs cylindriques. Le changement de géométrie apporte de nouvelles perspectives :

1- d'une part les effets EHD sont très fortement dépendants de la géométrie ; 2 - d'autre part le travail sur des caloducs plats offre de bien meilleures perspectives de caractérisation expérimentale.

La thèse s'appuiera sur les compétences en EHD et électromouillage du SIMAP ainsi que sur les compétences du CETHIL dans le domaine des caloducs. La force de ce partenariat réside dans l'association des expertises des deux laboratoires, complémentaires et toutes deux reconnues au niveau international. Les deux laboratoires disposent également de moyens expérimentaux et de modélisation complémentaires et ont chacun accès à des plateformes de micro-fabrication ou de caractérisation performantes.

Ce projet ambitionne de démontrer la faisabilité et l'intérêt de l'utilisation de l'EHD pour certaines applications de caloducs, en particulier dans des conditions de gravité réduite (spatial), dans le but de contrôler ou intensifier les performances thermiques associées. Une attention particulière sera apportée à la compréhension fine des couplages entre les phénomènes EHD, de mouillage ou électro-mouillage, de capillarité et de transferts thermiques par changement de phase.

Une première étape, théorique et expérimentale, permettra de définir les conditions optimales d'utilisation de l'EHD en configuration planaire d'électrodes (géométrie d'électrodes, actuation DC et AC, fréquence(s) de l'actuation AC, etc.) pour l'application visée. Elle reposera également sur les modèles en électromouillage simple ou double-fréquence [3] (objectif : contrôle de l'hystérésis de mouillage) ainsi que sur les moyens expérimentaux et numériques du groupe EPM au SIMAP. La deuxième étape reposera sur le couplage avec les modèles phénoménologiques développés par le CETHIL depuis plusieurs années pour les transferts thermiques diphasiques.

Il s'agira ensuite de réaliser quelques prototypes en intégrant le savoir-faire en EHD du SIMAP/EPM aux caloducs plats dont la conception est maîtrisée par le CETHIL.

La caractérisation du prototype sera effectuée au CETHIL grâce aux différents bancs expérimentaux existants (bancs de caractérisation thermique, caractérisation hydrodynamique sous microscope confocal). Les adaptations requises par rapport aux bancs actuels seront inspirés par une analyse des bancs de caloducs conventionnels sous EHD disponibles au Thermofluid Laboratory (Prof. Anthony Robinson, Trinity College Dublin). Une analyse fine du comportement du caloduc intégrant les fonctionnalités EHD sera menée, ce qui devrait permettre de perfectionner les modèles existants, aussi bien localement sur l'interaction entre le champ électrique et l'interface liquide-vapeur que d'un point de vue système sur la modification du pompage capillaire.

Enfin, l'expertise et les connaissances acquises seront mises à profit pour émettre des recommandations en vue de poursuivre le développement de la technologie EHD appliquée aux caloducs en vue d'un transfert industriel. Un partenariat en ce sens est établi avec ATHERM, fabricant Rhône-Alpin de caloducs. Cette étude devrait aussi permettre d'envisager de nouvelles applications de l'EHD pour d'autres types de caloducs, faisant actuellement l'objet de recherches amont (boucles diphasiques capillaires, caloducs oscillants).

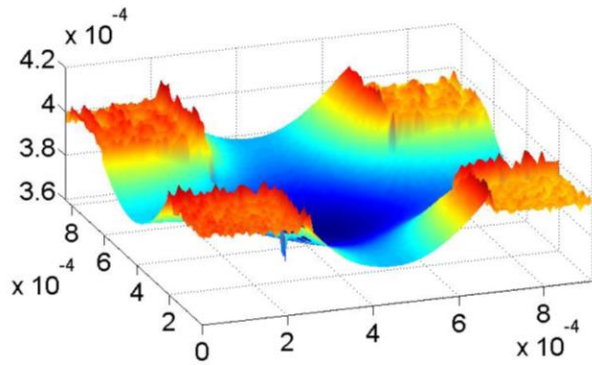


Figure 1 : Mesure de topologie d'interface par microscopie confocale dans un caloduc plat [1]

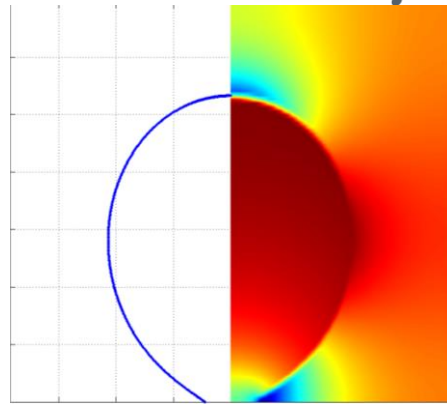


Figure 2: Simulation numérique de la déformation d'une interface liquide/vapeur par EHD (dans le cas d'une bulle) [2]

Références :

- [1] S. Lips, F. Lefèvre and J. Bonjour, Thermohydraulic Study of a Flat Plate Heat Pipe by Means of Confocal Microscopy: Application to a 2D Capillary Structure, Journal of Heat Transfer 132(11), p. 112901, 2010.
- [2] S. Siedel, S. Cioulachtjian, A.J. Robinson and J. Bonjour, Bubble distortion due to EHD stress, International Journal of Plasma and Environmental Science and Technology 7(1), p. 37-43, 2012.
- [3] J. Theisen and L. Davoust, Dual-Frequency Electrowetting: Application to Drop Evaporation Gauging within a Digital Microsystem, Langmuir 28(1), p. 1041-1048, 2012.

Prérequis :

Formation initiale requise pour candidater : Bac+5 (Ingénieur, Agrégation, Master)

Le candidat doit être particulièrement dynamique et motivé par la physique appliquée et expérimentale (transferts thermiques, électrostatique, mécanique des fluides). Il lui faudra développer des compétences technologiques dans le domaine des microsystèmes et interagir avec aisance avec les responsables de plateformes en nanotechnologie ou micro-fabrication. Sa localisation principale pourra être Grenoble ou Lyon.

Encadrement de la thèse :

Encadrement principal et contact : samuel.siedel@simap.grenoble-inp.fr (SIMAP)
 Co-encadrement : laurent.davoust@simap.grenoble-inp.fr (SIMAP), jocelyn.bonjour@insa-lyon.fr et stephane.lips@insa-lyon.fr (CETHIL)

Procédure : Transmettre par e-mail votre CV, votre lettre de motivation ainsi que les noms de références qui pourront vous recommander

Date prévisionnelle de commencement : septembre 2015