

PROPOSITION DE THESE :

Ebullition nucléée : cartographie des transferts de chaleur et étude des mécanismes aux interfaces paroi-fluide

Unité de recherche/Etablissement : thèse en codirection entre l'Université de Bourgogne Franche-Comté et l'Université d'Aix-Marseille :

- [Institut FEMTO-ST](#), 15 B avenue des Montboucons, 25030 BESANCON cedex (Université de Bourgogne Franche-Comté)
- [Laboratoire IUSTI](#), 5 rue Enrico Fermi, 13453 MARSEILLE Cedex 13 (Université d'Aix-Marseille).

Mots clés : Ebullition nucléée, transferts de chaleur, micro-fabrication, capteurs.

Encadrement de la thèse :

- Pr. Lounès TADRIST, IUSTI
- Dr. Magali BARTHES, FEMTO-ST
- Dr. Maxime CHINAUD, IUSTI
- Pr. François LANZETTA, FEMTO-ST

Contact : magali.barthes@femto-st.fr

Financement :

Durée de 3 ans, financement ANR (Agence Nationale de la Recherche)

Contexte :

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet TraThI (Transfert Thermique aux Interfaces) labellisé par l'ANR en 2021. Il a pour but d'étudier les transferts thermiques à la transition entre les régimes d'ébullition convective et nucléée, aux micro et macro échelles. Cette ANR est un partenariat entre les instituts IUSTI, FEMTO-ST et IMFT (en France) et le LTT-UL (Slovénie). L'objectif du projet est de comprendre finement les mécanismes aux interfaces paroi-fluide afin de développer de nouvelles stratégies pour améliorer le transfert de chaleur entre un fluide et une paroi. Le projet anticipe les défis à relever dans les domaines des technologies de l'énergie et de l'industrie du futur, où les densités de flux sont d'un ordre de grandeur supérieures à celles accessibles par les techniques actuelles.

Présentation détaillée du sujet :

La thèse, principalement expérimentale, portera sur la réalisation d'expériences d'ébullition nucléée (Tadrist et al., 2020). L'objectif de la thèse sera d'étudier les mécanismes aux interfaces solide-liquide-vapeur dans le but de proposer de nouvelles stratégies aptes à augmenter substantiellement les densités de flux de chaleur entre une paroi et un fluide. Des solutions capables de renouveler en permanence la couche de fluide (quelques micromètres d'épaisseur) adjacente à la paroi permettraient d'augmenter substantiellement le transfert de chaleur. L'étude des transferts de chaleur en présence de nucléation en paroi permettra d'évaluer les flux de chaleur transférés et d'identifier les mécanismes à l'origine de l'intensification des transferts de chaleur dans ce régime.

Une partie du travail de thèse concernera la structuration des surfaces et le développement de capteurs de température et de flux. En effet, afin de contrôler la nucléation et de quantifier les échanges de chaleur, la surface de nucléation sera contrôlée et instrumentée par des capteurs grâce à des procédés de micro-fabrication en salle blanche (Zribi et al., 2018, Mokadem et al. 2019). Plusieurs approches pour la texturation de surface seront envisagées (gravure chimique, dépôt chimique en phase vapeur...) dont certaines ont déjà montré des résultats prometteurs (Zakšek et al., 2020). Par ailleurs, des micro-capteurs de température (Lanzetta et al., 2011), associés à des mesures optiques (Carvalho et al., 2014), permettront de cartographier les vitesses et les températures dans le liquide (notamment au voisinage de la surface). Les mesures obtenues permettront de créer une base de données. Celle-ci servira au développement d'un code numérique effectué par un collaborateur (post-doctorant) recruté dans le cadre du projet TraThI. Une étude expérimentale complémentaire (ébullition convective) sera menée par un autre doctorant avec les autres partenaires du projet (IMFT/LTT-UL). La personne

recrutée sur cette thèse aura donc à travailler en étroite collaboration avec les différents partenaires du projet TraThI.

Objectifs de valorisation :

Les résultats escomptés étant totalement originaux seront valorisés, au travers de communications orales (présentations des résultats lors de conférences nationales ou internationales) et de publications dans des journaux internationaux à comité de lecture.

Au plan de la valorisation ces travaux pourraient donner lieu à des brevets dans le domaine de l'intensification des transferts de chaleur et de masse, de l'instrumentation et des traitements de surface.

Conditions scientifiques et matérielles :

Accompagnement et environnement de la thèse dans le cadre de l'ANR TraThI (Transfert Thermique aux Interfaces). Pour la partie microfabrication en salle blanche, l'institut Femto-st bénéficie d'une centrale de Microtechnologie ([MIMENTO](#)) qui fait partie du réseau RENATECH des grandes centrales technologiques. Le laboratoire [IUSTI](#) et l'institut [Femto-st](#) sont équipés de bancs expérimentaux et de matériels de caractérisation. Collaborations/interactions avec d'autres instituts de recherche (dans le cadre de l'ANR : [IMFT](#) à Toulouse, France et [LTT-UL](#) à Ljubljana, Slovénie).

Profil et compétences recherchées :

- Niveau Master II ou Ingénieur
- Compétences scientifiques :
 - o Très bonnes compétences en transfert thermique ★★★★★
 - o Bonnes compétences en changement d'état/changement de phase liquide-vapeur (nucléation, ébullition...) ★★★★★☆
 - o Bonnes compétences en capteurs et en traitement du signal ★★★★★☆
 - o Compétences/connaissances en simulation numérique (type Fluent, COMSOL...) ★★★★★☆
 - o Compétences/connaissances en matériaux ★★★★★☆
 - o Des connaissances/compétences en micro-fabrication seraient un plus ★★★★★☆
- Autres critères :
 - o Bon niveau d'anglais exigé
 - o Savoir faire preuve d'esprit d'initiative et d'autonomie
 - o Avoir un goût prononcé pour l'expérimental
 - o Être mobile géographiquement (thèse à cheval entre Marseille et Besançon ; partenaires de l'ANR à Toulouse et en Slovénie...)

Début de la thèse:

La thèse pourra démarrer le **5 septembre 2022** (possibilité de démarrage jusqu'au 1^{er} octobre 2022)

Date limite de candidature et pièces à fournir : 30/04/2022

Lors de la soumission de candidature par email, les candidats doivent fournir :

- une lettre de motivation précisant leur intérêt pour le sujet et la recherche
- un curriculum vitae complet
- la copie des notes obtenues niveau Bac +4 et Bac +5
- des certificats/copies des diplômes obtenus
- une attestation de stage de master ou ingénieur avec si possible une lettre de recommandation et les coordonnées des encadrants du stage.

Références :

Barthes et al. (2007) *Europhysics Letters (EPL)*, 10.1209/0295-5075/77/14001
Carvalho et al. (2014) *Mechanics & Industry*, 10.1051/meca/2014021
Lanzetta et al. (2011) *CRC Press, Taylor and Francis*, 95-142, 10.1201/b10918
Mokadem et al. (2019) *Proc. of 19th International Metrology Congress, Paris* hal-02366775
Tadrist et al. (2020), *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.119388
Zakšek et al., (2020) *Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering*, 10.1080/15567265.2019.1689590
Zribi et al. (2018) *European Physical Journal Applied Physics*, 10.1051/epjap/2018170295