

Sujet de master M2

Analyse de la dynamique de solidification d'un matériau à changement de phase à l'aide de la fluorescence induite par laser

Contacts : Stiti, Mehdi mehdi.stiti@imft.fr, Julien, Sebilleau, julien.sebilleau@imft.fr

Lieu du stage : Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT UMR 5502)

Durée / période : 5-6 mois

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : mehdi.stiti@imft.fr et julien.sebilleau@imft.fr

Contexte :

Le réchauffement climatique se profile comme l'un des défis les plus pressants de notre époque, nécessitant des actions profondes pour en atténuer les impacts sur l'environnement et la société. Parmi les principaux facteurs de cette crise, la consommation d'énergie fossile joue un rôle central. En réponse, de nombreux efforts sont consacrés à la mise en œuvre de stratégies de conservation et d'utilisation efficace des ressources énergétiques. Bien que des avancées significatives aient été réalisées dans l'exploitation d'énergies renouvelables, telles que le solaire et l'éolien, l'énergie thermique demeure un pilier essentiel pour de nombreuses industries. Dans ce contexte, l'optimisation de la préservation et de l'utilisation de l'énergie thermique est devenue une priorité. L'exploitation efficace des sources d'énergie thermique renouvelables, comme l'énergie solaire, l'électricité en heures creuses, ou la chaleur des déchets industriels, est au cœur des préoccupations actuelles. Pour permettre l'application pratique de ces sources, il est essentiel de développer des matériaux et fluides caloporteurs capables de stocker et de transférer cette énergie thermique efficacement. Parmi les nombreuses technologies de stockage disponibles, le stockage de la chaleur latente, utilisant des matériaux à changement de phase (MCP), se distingue par son efficacité. Ces MCP présentent des avantages considérables, notamment (i) une densité de stockage élevée, (ii) la possibilité d'ajuster la température de transition de phase en mélangeant différents MCP, et (iii) une grande stabilité chimique, garantissant leur réutilisation.

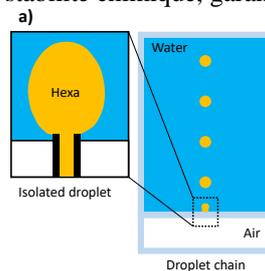


Figure 1 Solidification d'une goutte d'hexadécane injecté dans l'eau

Cependant, pour maximiser le potentiel des MCP, il est nécessaire de mieux comprendre les transferts de chaleurs et de masse lors de la solidification de gouttes de MCP en mouvement dans un liquide.

Objectifs du stage

L'objectif principal de ce stage sera d'améliorer notre compréhension des phénomènes de transfert de chaleur et de masse au sein des gouttelettes de MCP en cours de solidification. Une attention particulière sera portée au développement de diagnostics optiques permettant de résoudre le champ de température à l'intérieur des gouttelettes et du liquide environnant.

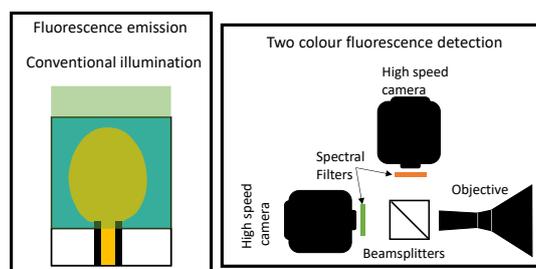


Figure 2 Developed measurement technique for temperature field measurement in isolated droplet.

L'hexadécane sera utilisé comme MCP pour les expériences. La première phase du stage consistera à développer la méthode de fluorescence induite par laser pour la mesure du champ de température dans l'hexadécane et l'eau. Les premières études porteront sur des gouttes isolées avant de s'étendre à des chaînes de gouttelettes en interaction. Ensuite, le focus sera mis sur l'étude des caractéristiques de transfert de chaleur et de masse des gouttelettes d'hexadécane solidifiées, alors qu'elles s'écoulent dans l'eau à une température inférieure à leur point de solidification (18.5°C). La méthode de fluorescence induite par laser, combinée à l'imagerie de nappe laser, permettra d'observer en détail la température au sein des gouttelettes et dans la couche limite thermique environnante.

Par ailleurs, des expériences seront menées pour observer la solidification de gouttelettes périodiquement générées avec une taille contrôlée, offrant des informations précieuses sur l'interaction entre les gouttelettes, phénomène crucial dans les émulsions réelles. Les techniques d'imagerie seront adaptées pour observer simultanément plusieurs gouttelettes.

Profil recherché

L'étudiant(e) devra avoir des connaissances solides en mécanique des fluides, transfert de chaleur et de masse, ainsi qu'un goût prononcé pour le travail expérimental.