

Proposition de stage de master

PROMES CNRS UPR8521

7 rue du Four Solaire, Odeillo, France



Analyse expérimentale de la dynamique d'un fluide soumis à un gradient de température volumique

Présentation du laboratoire :

Le laboratoire PROMES concentre ses recherches sur l'énergie solaire et ses applications à haute température. Il est réparti sur trois sites : Odeillo-Font Romeu, Targasonne et Perpignan, et regroupe environ 150 personnes. Ses travaux s'articulent autour de trois axes majeurs : les matériaux pour l'énergie et l'espace, les centrales solaires de nouvelles générations, et le stockage et la chimie solaire.

Les installations solaires à concentration de PROMES offrent une gamme de fours solaires à haut (1,5-6 kW) et très haut flux (1MW), capables de produire de très hautes températures (plus de 3000°C) grâce à des taux de concentration très élevés (jusqu'à 15000). Ils sont équipés d'une grande variété de réacteurs et d'équipements modulaires, conçus et développés au laboratoire, pour réaliser, dans les meilleures conditions, des recherches de haut niveau dans un très vaste domaine scientifique.

Contexte

Ce travail de stage est principalement expérimental et s'inscrit en complément de la thèse en cours de Léa Cherry, financée sur AMX. Cette thèse est un travail fondamental s'intéressant aux interactions entre thermique et turbulence en régime de convection forcée, telle qu'elles peuvent se produire dans les récepteurs solaires à gaz tubulaires des tours solaires à concentration. Cette approche théorique consiste à développer un modèle spectral d'un écoulement turbulent fortement anisotherme, suivi de l'exploitation numérique du modèle proposé. Le stage vise à compléter cette exploration fondamentale par une partie expérimentale qui s'intéresse à l'effet des forts gradients de température sur la dynamique de l'écoulement et pourra ainsi mettre en lumière les mécanismes d'interaction à prendre en compte dans le modèle.

Sujet de stage :

Des essais préliminaires ont été réalisées en utilisant un four solaire de petite puissance (1 kW environ) pour générer un gradient de température dans un volume de nanofluide de faible profondeur. Ce nanofluide est une suspension de nanoparticules de graphène dans l'eau. Il absorbe 85% du rayonnement solaire sur une épaisseur de 1 cm (absorption volumique). Les essais ont été réalisés en imposant à la

surface du nanofluide une irradiation solaire flash (de l'ordre de la seconde). Ce flash est produit en positionnant le fluide au foyer du four solaire. En conséquence, il est soumis à un rayonnement de l'ordre de 10 MW/m^2 sur une surface de 1 cm de diamètre environ (le contenant du nanofluide a un diamètre de 15 cm et le fluide a une épaisseur de 1 cm). Ce rayonnement est absorbé et provoque un échauffement local très rapide. Les mesures thermiques sont réalisées après arrêt du pulse.

Il a été observé grâce à l'observation par caméra thermique que des plumes thermiques (voir figure 1) peuvent se développer, qui pourraient aller jusqu'à générer un régime turbulent. Ces plumes n'apparaissent pas pour des gradients de température trop faibles, ce qui laisse supposer l'existence d'une transition entre différents régimes de d'écoulements et de transferts thermiques, passant d'une dominante conductive à une dominante convective.

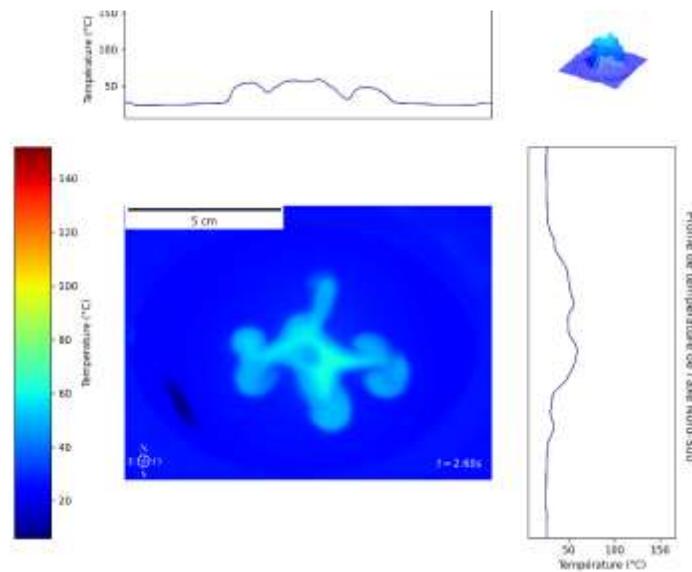


Figure 1. Image IR 2,6 s après irradiation solaire

L'objectif du stage est donc de perfectionner le dispositif expérimental qui permet de caractériser les transitions de régime ainsi que d'identifier les mécanismes physiques à l'origine de cette transition (convection, conduction, rayonnement). Le/la stagiaire sera ainsi amené.e à raffiner le dispositif expérimental existant afin de garantir la répétabilité et la précision des mesures effectuées et d'effectuer les études paramétriques pertinentes. De plus, l'exploitation des résultats amènera à utiliser des notions fines de transferts thermiques, temps caractéristiques et ondes. Un modèle simple pourra également être développé.

Compétences requises

Stage de niveau master ou équivalent cycle ingénieur

Des connaissances en mécanique des fluides et transferts thermiques seront appréciées, ainsi qu'une appétence pour le travail expérimental.

Durée

De 4 à 6 mois entre mars et septembre 2025

Salaire

Gratification CNRS (\approx 700 €/mois)

Encadrants

Léa Cherry (X19), Doctorante en 2e année, lea.cherry@promes.cnrs.fr

Gilles Flamant, DR, gilles.flamant@promes.cnrs.fr

Françoise Bataille, PR, francoise.bataille@promes.cnrs.fr