

Offre de Stage de Six Mois (Master 2 ou Ecole d'ingénieurs)

Caractérisation des nanoparticules et des propriétés thermo-physiques d'un nanofluide à base de nanoparticules de carbone.

Lieu : PROMES CNRS – Font-Romeu-Odeillo-Via

Encadrants : Gilles Flamant, Cyril Caliot, Miguel Sainz-Manas

Gratification : ~600€/mois

Début et durée du stage : février 2023 – entre 5 et 6 mois

Présentation du sujet :

Dans le contexte énergétique actuel, le développement et l'optimisation des procédés de conversion des énergies renouvelables suscite de plus en plus d'attention. L'énergie solaire thermique est parmi les sources d'énergie renouvelables les plus performantes et moins polluantes. Malheureusement, les pertes thermiques avec l'environnement restreignent les performances des collecteurs solaires associés à des systèmes de concentration linéaire lorsqu'ils fonctionnent à moyenne température ($> 100^{\circ}\text{C}$). Des nouveaux collecteurs solaires volumiques sont à l'étude permettant de réduire les pertes thermiques et augmenter le rendement global. Parmi ces solutions innovantes les collecteurs à absorption directe (DASC) présentent plusieurs avantages. Ces collecteurs solaires thermiques utilisent un nanofluide (fluide avec des nanoparticules en suspension) comme milieu absorbant. Dans ces collecteurs, le tube absorbeur utilisé par les collecteurs conventionnels est remplacé par une surface transparente permettant au rayonnement solaire de pénétrer dans le nanofluide, lequel a comme fonction d'absorber l'énergie solaire et la transformer en chaleur (**Figure 1**). Les principaux avantages de ce nouveau système par rapport aux collecteurs conventionnels sont de réduire les pertes thermiques avec l'environnement, ne plus être contraint par le régime d'écoulement (laminaire ou turbulent) et ajouter de la versatilité au système en jouant avec la concentration en nanoparticules (systèmes hybrides PV-T). D'après la littérature scientifique, les nanofluides à base de carbone offrent les meilleures propriétés optiques (absorption de plus de 90%) et thermiques parmi les nanofluides étudiés jusqu'à présent. Les collecteurs DASC montrent un potentiel particulier pour fournir de la chaleur de moyenne température ($150\text{-}400^{\circ}\text{C}$) et augmenter le rendement des collecteurs conventionnels.

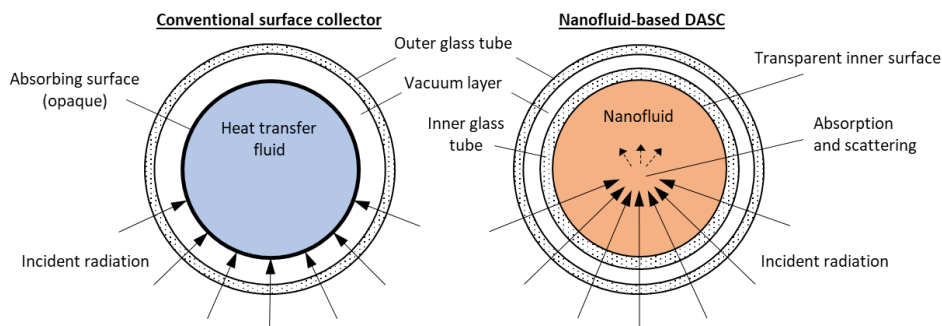


Figure 1 : Comparaison entre un récepteur surfacique conventionnel et un récepteur DASC avec nanofluide. Le schéma représente la section d'un récepteur tubulaire typique des collecteurs cylindro-paraboliques.

Lors d'un travail antérieur, les propriétés d'un nanofluide original ont été évaluées expérimentalement avec un spectrophotomètre à haute précision et plusieurs échantillons de concentration différente (concentrations d'entre 0,025 et 0,1 g/l). Les résultats montrent une absorption dans le visible de plus de 80% et 96% pour des faibles concentrations en graphène, 0,1 et 0,2 g/l respectivement. Ces résultats ont permis de valider le concept et d'envisager l'utilisation d'un tel nanofluide comme liquide absorbeur dans des collecteurs DASC.

Dans ce contexte, une thèse a commencé en début de l'année 2022 pour développer et évaluer la performance d'un collecteur solaire DASC utilisant un nanofluide à base de nanoparticules de graphène. La solution envisagée consiste en un concentrateur cylindro-parabolique conventionnel associé à un récepteur transparent en verre contenant le nanofluide absorbeur. Des modèles numériques ainsi qu'un prototype expérimental du système sont en cours de développement. Le pilote expérimental a comme objectif d'évaluer la performance du collecteur et vérifier la faisabilité du système. Dans ce contexte, la caractérisation des nanoparticules ainsi que des propriétés thermo-physiques du nanofluide constitue une étape importante pour l'évaluation de la performance du collecteur, cadre dans lequel se situe ce stage de fin d'études.

L'étudiant/e devra travailler sur les points suivants :

- Etude bibliographique sur la caractérisation des nanoparticules et les propriétés thermo-physiques associées.
- Détermination de la stabilité en température du nanofluide : réalisation d'expériences avec un bain marie et un spectrophotomètre pour évaluer l'évolution des propriétés optiques du nanofluide avec la température en fonction de la position verticale dans une cuve.
- Caractérisation des nanoparticules : réalisation de mesures microscopiques par MEB.
- Analyse bibliographique des modèles permettant le calcul des propriétés optiques des nanoparticules non sphériques.
- Exploitation et interprétation des résultats.

Ce stage s'inscrit dans les travaux de thèse de Miguel Sainz Mañas.

Candidature : CV et lettre de motivation à envoyer à miguel.sainz-mana@promes.cnrs.fr.