



## OFFRE de stage Master 2

### **Rafraîchissement solaire par un procédé évaporatif indirect innovant.**

#### **Contexte :**

A l'heure où la société se doit d'innover pour relever les défis liés au changement climatique, les besoins en rafraîchissement des ambiances ne cessent d'augmenter. La climatisation des bâtiments est majoritairement réalisée à l'aide de cycles à compression de vapeur mettant en œuvre des hydrofluorocarbures à forts potentiels de réchauffement climatique. Si les progrès réguliers sur ces fluides, poussés par des réglementations contraignantes ont permis de réduire sensiblement leurs impacts environnementaux (GWP < 500), ils ne sont pas sans conséquences sur les performances des machines et le prix des installations.

Le présent projet vise à substituer les cycles à compression de vapeur pour le rafraîchissement des ambiances par un cycle adiabatique indirect à point de rosée sans impacts sur l'environnement. Le projet s'inscrit pleinement dans le plan de réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre que s'est fixé la France (diviser par 4 les émissions du niveau de 1990 d'ici 2050).

Le cycle de Maisotsenko mis en œuvre repose sur l'association d'échangeurs à plaques fonctionnant à contre-courant, de canaux secs et humides, et de soutirage. De l'air prélevé à l'extérieur et à l'intérieur d'un bâtiment est refroidi lors de son passage dans les canaux secs d'un échangeur à plaque. Une partie de l'air froid généré est injectée dans la pièce à rafraîchir, alors que le complément retourne dans les canaux humides de l'échangeur où il contribue au refroidissement des parois par évaporation de films d'eau qui y sont entretenus avant d'être rejeté à l'extérieur du bâtiment. Des coefficients de performance supérieurs à 10 sont attendus pour ces systèmes, les rendant fortement compétitifs par rapport aux cycles de climatisation à compression classiques.

Les verrous scientifiques et techniques abordés lors de ce projet concernent la génération d'un film d'eau submillimétriques en parois des canaux humides et ce quelles que soient les conditions de fonctionnement de l'échangeur, en tenant compte du vieillissement et des problèmes d'encrassement. Cette génération sera réalisée au moyen de substrats capillaires celluloseux intégrés en paroi.

Pour atteindre ces objectifs, le projet fédère le laboratoire LOCIE de l'USMB, spécialiste des systèmes énergétiques pour les bâtiments, le laboratoire du génie des procédés papetier LGP2 de l'UGA et la startup Caeli Energie qui développe des cycles adiabatiques indirects à point de rosée dans le cadre du projet Région AURA Pack Ambition Recherche Escapade.

#### **Objectif et mission**

L'objectif de ce stage de master est de concevoir et développer un dispositif expérimental permettant d'étudier les transferts de masse et de chaleur se développant au sein d'un canal humide de l'échangeur soumis à un flux de chaleur pariétal. La personne recrutée aura à développer une veine d'essais permettant de reproduire

- les conditions de vitesse, température et humidité de l'air en entrée du canal humide.
- des flux de chaleur représentatifs des flux rencontrés dans le système (chauffage à flux imposé ou via une condition mixte avec un couplage à un canal sec).

L'étudiant en stage développera également des mesures de type capacitives qui seront intégrées à la veine d'essais et permettant de caractériser l'évolution de la distribution de l'eau dans les substrats capillaires au cours du temps.

### ETAPES du TRAVAIL ATTENDU :

1. **Etude bibliographique** sur les systèmes évaporatifs indirects et les mesures capacitives
2. **Conception de la veine d'essais** permettant de reproduire les condition d'entrée de l'air dans le canal humide et d'imposer des densités de flux de chaleur représentatives en paroi.
3. **Instrumentation de la veine d'essais** à l'aide de capteurs capacitifs pour mesurer les épaisseurs de films dans les substrats capillaires
4. **Campagne d'essais** permettant de faire des premières mesures d'épaisseur de films liquide en paroi d'un canal humide en condition de fonctionnement nominal
5. **Rédaction** du rapport de stage.

### COMPETENCES RECHERCHEES :

Etudiant de niveau master 2 avec des **bases en thermique – énergétique**. Compétences en travaux expérimentaux et en programmation LabVIEW appréciées ; motivation, persévérance, curiosité.

### BENEFICES :

Acquisition d'une expérience de recherche sur un sujet d'actualité. Travail en collaboration avec une startup. Encadrement rapproché, environnement de travail agréable (bâtiment Helios – site de Savoie Technolac)

### AUTRES INFORMATIONS :

Le stage se déroulera au Laboratoire LOCIE (Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement - UMR 5271 USMB-CNRS, <http://www.polytech.univ-savoie.fr/recherche/nos-laboratoires.html>), localisé au bâtiment Helios sur le site de Savoie Technolac au BOURGET du LAC

Une thèse de doctorat sera proposée sur le sujet (démarrage prévu octobre 2022) couplant expérimentation et modélisation des transferts de masse et de chaleur dans les canaux humides alimentés par un substrat capillaire cellulosique

### PERSONNES A CONTACTER :

Benoit Stutz, [Benoit.stutz@univ-smb.fr](mailto:Benoit.stutz@univ-smb.fr), Tel : 04 79 75 88 14