

FR

Développement d'un dispositif de refroidisseur radiatif diurne pour le recueil d'eau par condensation

L'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) est un établissement public de recherche rassemblant une communauté de travail de 12 000 personnes, avec 272 unités de recherche, de service et expérimentales, implantées dans 18 centres sur toute la France. INRAE se positionne parmi les tout premiers leaders mondiaux en sciences agricoles et alimentaires, en sciences du végétal et de l'animal. Ses recherches visent à construire des solutions pour des agricultures multi-performantes, une alimentation de qualité et une gestion durable des ressources et des écosystèmes.

Résumé

Actuellement, les machines à compression de vapeur, principale technologie de production de froid, sont responsables de 20 % de la consommation mondiale d'électricité et de 8 % des émissions de gaz à effet de serre. Avec un coût carbone en augmentation à cause du changement climatique, il est nécessaire de développer de nouvelles méthodes de production de froid plus sobres. L'unité de recherche FRISE concentre ses efforts de recherche pour sur le développement de solution hybride (fluide pour la réfrigération secondaire, stockage...) pour la réduction de l'empreinte environnementale de la production de froid. Parmi les solutions étudiées, le froid radiatif est une solution passive, fonctionnant habituellement en situation nocturne. Des travaux récents portent sur l'extension de ce procédé aux conditions diurnes. L'objectif de notre projet est d'étudier le potentiel de refroidissement de cette solution technique et de développer un prototype de refroidisseur radiatif diurne, en équipant un dispositif nocturne existant d'un réflecteur solaire. Les travaux ont pour objet de documenter le fonctionnement, l'efficacité de ce procédé en fonction du climat et d'optimiser son architecture avec une approche d'écoconception. Le prototype sera appliqué à la récupération d'eau, par l'insertion au cœur du dispositif d'une cellule hydrophobe support au recueil des condensats et par couplage avec un distillateur solaire. Le procédé sera comparé avec un procédé de production de froid conventionnel afin d'évaluer les performances (énergétiques, quantité d'eau recueillie) et les gains d'émissions carbone de la solution passive. Ainsi, on cherchera à développer une méthode résiliente et écologique de production de froid pour le recueil d'eau par condensation.

Mots clés :

Condenseur radiatif, émissivité et réflexion des matériaux, matrice hydrophobe, gestion de l'humidité, recueil d'eau de rosée

Votre mission et vos activités:

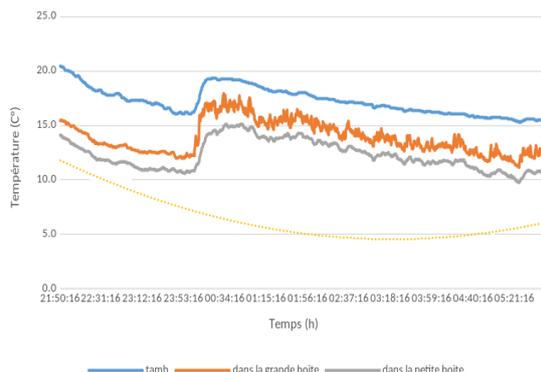
*** Contexte du projet**

L'offre s'inscrit dans le cadre du projet 3D-Stellar qui vise à traiter les effluents de la production d'huile d'Olive pour en extraire de l'eau potable et des charbons actifs. Ce projet s'inscrit dans un Partenariat pour la recherche et l'innovation dans la région méditerranéenne (PRIMA), qui implique des laboratoires de pays partenaires méditerranéens et deux laboratoires français, dont les travaux sont coordonnés autour d'un concept de distillateur solaire.

*** Méthodologie:**

Le froid radiatif est produit par échange radiatif entre un objet et la voûte céleste, caractérisée par une température de ciel, inférieure à l'ambiance et dépendant de la couverture nuageuse. L'échange radiatif s'effectue dans la gamme de longueur d'onde infra-rouge. Ses conséquences s'observent facilement de nuit, mais l'échange subsiste en journée, si la protection contre le rayonnement solaire est suffisante. Une partie importante du travail réside dans le développement expérimental d'un refroidisseur radiatif diurne. Partant d'un dispositif nocturne existant, il sera nécessaire de

développer le réflecteur permettant de protéger le système des rayonnements solaires. Des essais instrumentés en extérieur, nocturnes et diurnes, permettront de documenter le fonctionnement du nouveau prototype. Le dispositif sera optimisé en s'appuyant sur un simulateur de voûte céleste couplé à une veine d'essai météorologique: cet ensemble permettra d'élargir les conditions d'essai et de se rapprocher des conditions méditerranéennes du projet Stellar3D. Le refroidisseur passif sera optimisé en réalisant l'étude thermoéconomique et analyse en cycle de vie, dont les résultats seront comparés aux méthodes actives (thermoélectricité, absorption au gaz) afin de formuler des critères de coûts énergétiques rapportés aux bénéfiques que sont les quantités d'eau recueillies. Les résultats serviront à élaborer un modèle pour étudier le fonctionnement couplé entre le refroidisseur et l'évaporateur solaire (développé par l'Université de Lorraine) afin de sélectionner la méthode de production de froid la plus appropriée pour la production d'eau à haute qualité environnementale.



* résultats attendus

Estimation des coûts de production d'eau par condensation sous froid et architecture optimale d'un système passif de refroidissement

* environnement de travail

FRISE, unité de recherche de l'INRAE, basée à Antony (92) et rattachée à l'Université Paris-Saclay, étudie les systèmes de refroidissement et de réfrigération pour la conservation des aliments sous contrainte d'un faible impact environnemental et de la sécurité des aliments. L'équipe de recherche Enerfri conduit des travaux sur la maîtrise de la dépense d'énergie et la réduction de l'impact environnemental des machines frigorifiques. Le travail sera assuré au sein l'équipe Enerfri, spécialiste de l'écoconception des procédés frigorifiques. Le prototypage est l'instrumentation du refroidisseur seront réalisés avec l'appui de notre équipe technique Tecfri. Ces travaux font suite à des recherches déjà engagées sur le traitement des surfaces pour l'évaporation/condensation et vise à documenter une solution passive de production de froid et évaluer son intérêt pour la valorisation de condensats.

Profil recherché:

Formation : diplôme de docteur en thermique ou énergétique

Connaissances : transferts de chaleur, en particulier de transferts radiatifs, conditionnement d'air, anglais, thermodynamique, optimisation énergétique

Aptitudes recherchées : motivation pour le travail expérimental et l'instrumentation, capacité de travail en équipe, intérêt pour le prototypage, envie de partage du savoir.

Les candidats ayant le profil recherché sont invités à envoyer leur candidature (CV, référence, lettre de motivation) aux personnes contacts.

Contact : Stéphanie Lacour (stephanie.lacour@inrae.fr), Minh Hoang (hong-minh.hoang@inrae.fr),