

M2 SOAC: Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM, CNRS-Météo France, Toulouse

Titre du stage : Étude des variations saisonnières des échanges d'énergie et d'eau d'une toiture végétalisée par la modélisation et l'observation

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

Cécile de Munck (chercheuse Météo France) et Aude Lemonsu (chercheuse CNRS), GMME/VILLE, en collaboration avec Stephan Weber (IG/DCEM, Université de Braunschweig, Allemagne)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

cecile.demunck@meteo.fr (05 61 07 97 79) et aude.lemonsu@meteo.fr (05 61 07 97 52)

Sujet du stage :

La littérature scientifique confère aux toitures végétalisées de nombreux avantages environnementaux, notamment le potentiel de réduire les eaux de ruissellement en cas de fortes pluies et la capacité de modérer les changements de température dans les bâtiments, avec des conséquences bénéfiques sur la consommation énergétique. La mise en place de ces dispositifs au cœur des villes peut constituer une stratégie d'adaptation durable au climat urbain et au changement climatique, là où le déploiement de la végétation au sol est limité. Cependant, leurs performances, qui varient avec le type de végétation/substrat et le climat notamment, sont encore mal connues. Dans le but d'étudier la pertinence de tels dispositifs, le CNRM a développé une paramétrisation physique de toiture végétalisée, GREENROOF, pour le modèle de surfaces urbaines TEB. Celle-ci est basée sur une paramétrisation de surfaces naturelles et des caractéristiques hydrologiques et thermiques spécifiques à ces toitures. Enfin, afin de simuler les comportements radiatifs, hydrologiques et thermiques des toitures végétalisées extensives (TVE) typiquement implantées sur les bâtiments, GREENROOF a été initialement calibré à partir de données réelles, collectées sur une TVE expérimentale basée à Nancy pendant plusieurs mois.

À ce jour, ce qui manque à la modélisation réaliste des TVE est la compréhension du bilan d'énergie spécifique qui s'établit à la surface des toitures, en interaction avec les basses couches de l'atmosphère. Par manque de données expérimentales adaptées, la question de l'étude des composantes du bilan d'énergie des TVE (rayonnement net, flux de chaleur latent et sensible et flux de stockage) et du couplage entre les échanges en eau et en énergie n'avait pu être abordée; elle est pourtant essentielle pour la compréhension et la modélisation réaliste du fonctionnement global de ce type de dispositif. Grâce à un jeu de données inédit, collecté depuis 4 ans par l'Université de Braunschweig (Allemagne) par les chercheurs Heusinger et Weber, cette étude est désormais possible. En plus de mesures classiques des transferts thermiques et hydrologiques, Heusinger et Weber ont réalisé des mesures par la méthode de covariance des turbulences des flux de chaleur latent, sensible et de CO₂ d'une TVE située à Berlin (Allemagne).

L'objectif général du stage est par conséquent d'étudier le cycle saisonnier de bilan d'énergie, du bilan en eau, et en perspective du bilan de CO₂, d'une toiture végétalisée, par la modélisation et l'observation. L'accent sera mis sur :

- la compréhension du fonctionnement radiatif, thermique et hydrologique des TVE par les observations relevées sur le site de Berlin. Un séjour de 1 à 4 semaines à l'université de Braunschweig est envisagé en début de stage, afin de disposer de l'expertise locale des expérimentateurs et de se familiariser avec les processus inhérents à ces dispositifs
- la simulation de la TVE de Berlin avec la paramétrisation GREENROOF, avec une phase préliminaire de calibration des paramètres d'entrée du modèle et un focus sur l'analyse des flux à l'interface surface-atmosphère
- une analyse comparée du cycle saisonnier du bilan de surface de la TVE étudiée dans les observations et les simulations, et l'amélioration de la paramétrisation GREENROOF si besoin.

Au cours du stage, l'étudiant sera amené à collaborer avec l'Institut de Géo-écologie, Division Climatologie et Météorologie Environnementale de la Technische Universität Braunschweig en Allemagne. La pratique de l'anglais (et/ou l'allemand) est donc indispensable à ce stage, et le rapport final devra être rédigé en anglais.