

Proposition de stage

Modélisation du flux conductif au sein d'une d'une toiture végétalisée extensive

Date limite de candidature : 8 décembre 2023

Durée du stage : de 5 à 6 mois

Établissement d'accueil

Le Cerema est un établissement public qui accompagne l'État et les collectivités via une expertise pluridisciplinaire en terme d'aménagement des territoires. Sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, le Cerema structure son offre de service autour de six grands domaines d'action : Expertise et ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement et risques, Mer et littoral. Le Cerema mobilise aussi ses savoir-faire au service de la recherche et de l'innovation partenariale pour l'adaptation au changement climatique via notamment l'Institut Carnot Clim'adapt.

Le stage se déroulera au sein de l'équipe de recherche TEAM (Transferts et interactions liés à l'EAU en Milieux construits), qui mène des travaux sur l'écosystème urbain et les interactions entre l'eau, le sol, la végétation et le climat local, avec un fort intérêt sur les solutions fondées sur la nature pour répondre aux enjeux d'adaptation. Il se fera en collaboration avec le LEMTA, laboratoire concentrant ses recherches autour de la mécanique et de l'énergie, et plus précisément avec l'équipe Gestion de la chaleur.

Contexte du stage

Aujourd'hui, de nombreux bénéfices sont associés aux toitures végétalisées (e.g. apport de biodiversité [1], rétention des eaux pluviales [2], atténuation de l'îlot chaleur urbain [3], performance énergétique [4]). Pour un tel milieu vivant, ces bénéfices dépendent non seulement des composants de la toiture (végétation, substrat, drainage) et de sa géométrie mais aussi des différents transferts hydriques et thermiques.

Le Cerema gère une toiture végétalisée expérimentale, grandeur réelle qui est mobilisée pour des thèses ou des projets de recherche. Elle est instrumentée afin de pouvoir comprendre son fonctionnement thermo-hydrique. De nombreux capteurs mesurent l'ensemble des variables au pas de 15 minutes depuis plusieurs années, permettant d'établir à la fois un bilan thermique et un bilan hydrique.

Ce stage est consacré à l'étude des différents flux thermiques qui permettent d'écrire un bilan énergétique à la surface végétalisée [5] ; un focus scientifique sera porté sur le flux conductif au sein du substrat.

Le stage s'inscrit dans le cadre d'une collaboration conventionnée avec le département GERS de l'Université Gustave Eiffel.

Mission confiée

Le travail débutera par une analyse de l'état de l'art qui visera à acquérir une forte expertise des modèles thermiques utilisés pour ce type d'ouvrage ainsi que leurs limites. Il se poursuivra par une prise en main des données issues de la plateforme expérimentale et le lien avec les différents modèles de la littérature. Enfin, l'étudiant(e) devra proposer un modèle thermique de substrat qui sera validé en tout ou partie par les données. La difficulté porte sur plusieurs points clefs : impacts de la teneur en eau, du rayonnement solaire, de l'intensité de la pluviométrie et de la présence et l'évolution annuelle de la végétation. Durant son stage, l'étudiant(e) devra aussi statuer sur l'influence ou non de la couche de drainage sur la conductivité thermique du substrat.

Profil recherché

En préparation d'un diplôme de Master 2 ou d'Ingénieur dans les domaines suivants : Sciences pour l'ingénieur, Énergétique/thermique, Sciences de l'environnement.

Compétences scientifique et techniques attendues

- Connaissances solides parmi les thématiques suivantes : thermique, climatologie, hydrologie ;
- Analyse de données ;
- Connaissance d'outils de programmation (Python, C/C++ ou autre) ;
- Familier(e) des solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SfN) serait un plus ;

Compétences transversales et aptitudes attendues

- Méthodologie de la recherche, revue bibliographique ;
- Qualités rédactionnelles et de communication, dont maîtrise de l'anglais (orale et écrite) ;
- Capacité d'autoformation sur de nouveaux outils et méthodes ;
- Autonomie, rigueur, organisation et travail en équipe ;
- Esprit d'initiative et capacité à proposer de nouvelles idées pour enrichir le sujet ;
- Titulaire du permis de conduire B (non obligatoire).

Conditions d'accueil

- L'étudiant(e) sera gratifié(e) par le Cerema sur la base légale (~28€/jour, soit ~600€/mois, à confirmer) entre le 4 mars 2024 (ou 1^{er} avril 2024) au 30 août 2024, les dates exactes de démarrage et de fin restant à préciser par la convention.
- L'étudiant(e) bénéficiera d'un encadrement scientifique et technique de qualité, à la hauteur des enjeux adressés par ce sujet.
- Le stage se déroulera dans les locaux :

Cerema Est – Agence de Nancy - 71, rue de la grande Haie, 54510 Tomblaine

Encadrement

- Rémy Claverie (TEAM, Cerema)
- Thomas Villemin (LEMTA, Université de Lorraine)

Contact et modalités de candidature

Toute personne intéressée est invité à postuler, avec un CV, un relevé des notes des deux dernières années et une lettre de motivation au plus tôt, et au plus tard **le 8 décembre 2023**, et par mail auprès de :

Rémy Claverie

remy.claverie@cerema.fr

Tel : +33 (0)6 37 47 33 44

Un entretien sera organisé dans la semaine du 11 décembre. La sélection du(de la) candidat(e) se fera avant le 22 décembre 2023.

Bibliographie

[1] M. Barra, H. Johan (coord.), Écologie des toitures végétalisées. Synthèse de l'étude GROOVES (Green roofs verified ecosystem services). 2021, 92p.

[2] Mentens et al, Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?, Landscape and Urban Planning, 77(3), 2006, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.02.010>.

[3] Susca et al, Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs, Environmental Pollution, 159(8–9), 2011, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.007>.

[4] Zhao et al, Effects of plant and substrate selection on thermal performance of green roofs during the summer, Building and Environment, 78, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.02.011>.

[5] Feng et al, Theoretical and experimental analysis of the energy balance of extensive green roofs, Energy and Buildings, 42(6), 2010, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.12.014>.