

Sujet de thèse

Occultation maîtrisée de façades en brique par murs végétalisés et complexe solaire textile

Directeur de thèse : Dr- HDR Laurent Libessart

Co-Directeur de thèse : Pr. Stéphane Lassue

Co-encadrante de thèse : Dr. Annabelle Joulin

Laboratoire : Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement (LGCgE) - Equipe ER5 : Thermique de l'Habitat

Mots clés :

Convection, conduction, rayonnement, murs végétalisés, instrumentation, textile, confort thermo-hydrique

Sujet :

Le **développement durable** est aujourd'hui une préoccupation majeure. Tous les secteurs sont concernés par la prise de conscience écologique et le BTP ne déroge pas à la règle. Le secteur de la construction fait l'objet d'exigences toujours plus fortes en matière de **protection de l'environnement**. De plus, au vu des prévisions du GIEC, il est nécessaire de réduire fortement les consommations d'énergies fossiles dans les bâtiments tout en assurant le confort des occupants en toute saison. Les **murs végétalisés** peuvent être une solution à moindre coût et présentent de multiples avantages. Pour cela, la technique doit être bien maîtrisée. Pour un très important parc d'habitations existantes, faiblement isolées, ils recèlent un réel potentiel pour l'amélioration de la **performance énergétique** des bâtiments. En effet, les parois de l'enveloppe d'un bâtiment ainsi que différents systèmes énergétiques (échangeurs, capteurs solaires, etc) en contact avec l'environnement extérieur sont soumis à l'influence de nombreux paramètres climatiques (vent, ensoleillement, température extérieure...).

Cette thèse vise à démontrer que l'**occultation de parois** par l'extérieur par la végétalisation des surfaces présente un intérêt sur le plan thermique et hydrique en améliorant le confort d'habitations en briques typiques des années 50 en Région Hauts de France. L'utilisation de **plantes caduques** (vigne vierge ou houblon) est étudiée pour permettre à la fois un effet d'ombrage l'été et une ressource solaire passive ou active en hiver. La caractérisation des dispositifs créés se fera **in-situ** par la création de **deux prototypes** identiques implantés sous

conditions réelles et exposés de la même façon au soleil. Les caractéristiques physiques et géométriques des matériaux utilisés sont similaires et prédéterminées.

Cette technique est, dans un premier temps, comparée avec une occultation par une simple **membrane textile**. L'objectif est ensuite de mixer les deux dispositifs pour optimiser les performances de la paroi en toute saison. Concernant le store vertical, il sera fourni par une entreprise locale. L'analyse sur la durabilité aux ultra-violets et infrarouges liés à l'ensoleillement sera à réaliser. Les prototypes seront équipés de **capteurs de mesures** pour les flux thermiques, les températures et l'humidité et seront incorporés dans les complexes étudiés. Ceux-ci interviennent dans différents modes de transfert de chaleur (rayonnements grandes longueurs d'ondes, rayonnements courtes longueurs d'ondes, convection) et ont une influence déterminante sur les bilans énergétiques de ces composants. Une analyse de l'**évapotranspiration** des plantes est envisagée.

Pour finir, une **modélisation** de la ventilation de la lame d'air comprise entre le mur testé et les complexes est effectuée par un logiciel CFD. Elle permet de définir la géométrie et l'orientation optimale des dispositifs. La **détermination des propriétés** variables en transferts de la paroi et de son adaptation aux conditions climatiques saisonnières sera un des objectifs essentiels de la thèse.

L'idée de ce sujet est donc de proposer un **dispositif simple peu coûteux et performant** en comparant la végétalisation des façades qui est une réponse possible aux enjeux de développement durable et de biodiversité au niveau du quartier et, plus largement, de la ville et le complexe d'occultation qui peut suivant les retours d'expériences faire l'objet d'une industrialisation.

La thèse se déroulera sur le **site de Béthune** de l'Université d'Artois, des déplacements à Lille sont à prévoir.

Les cinq phases principales de la thèse sont :

Phase 1. Définition du mur végétalisé et du complexe textile occultant

Phase 2. Montage des dispositifs expérimentaux et validations préliminaires

Phase 3. Création des supports à tester et intégration de capteurs

Phase 4. Modélisation des transferts thermiques au travers de la paroi, comportement de la lame d'air entre le mur support et la couche rapportée

Phase 5. Acquisition des mesures des transferts thermo-hydriques et convectifs en conditions extérieures, validation des modèles.

Références :

Susca T., Zanghirella F., Colosuonno L., et al., Effect of green wall installation on urban heat island and building energy use: A climate-informed systematic literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 159, 112100, 2022

Şık S., Iraz C., Woźniczka A., Widera B., A Conceptual Framework for the Design of Energy-Efficient Vertical Green Façades. Energies, 8069, 15-21, 2022

Kenai M.-A., Libessart L., Lassue S., Defer D., Impact of green walls occultation on energy balance: Development of a TRNSYS model on a brick masonry house, Journal of Building Engineering, 102634, 2021

Kenai M.-A., Libessart L., Lassue S., Defer D., Impact of plants obscuration on energy balance: Theoretical and numerical study, Journal of Building Engineering 29, 101112, 2020

Libessart L., Kenai M.A., Measuring thermal conductivity of green-walls components in controlled conditions - Journal of Building Engineering, 19, 258-265, 2018

Kenai M.-A., Libessart L., Lassue S., Defer D., Impact of plants occultation on energy balance: Experimental study, Energy and Buildings, 162, 208-218, 2018

Profil demandé :

Étudiant(e) en master 2 dans le domaine de la physique/thermique des bâtiment, le/la candidat(e) devra posséder des connaissances dans les domaines des transferts thermiques, des capteurs, du traitement de signal avec idéalement des bases de modélisation et avoir un sens pratique développé.

- Motivé(e), travailleur(se), rigoureux(se) et ouvert(e) d'esprit,
- Forte aptitude à la communication, capacité d'initiative et d'organisation,
- Anglais lu et parlé.

Envoyez CV + lettre de motivation + dernier bulletin de notes à Laurent Libessart par email laurent.libessart@univ-artois.fr et à Stéphane Lassue par email stephane.lassue@univ-artois.fr

Date limite de dépôt des candidatures : 25 avril 2023