

## Proposition de thèse (2021-2024)

### Modélisation et caractérisation des transferts convecto-radiatifs et de masse : Application au concept d'îlot de fraîcheur en canyon urbain

L'amélioration du confort thermique en ville, notamment lors d'épisodes caniculaires, est une problématique urgente dans le contexte actuel du réchauffement climatique. Le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) pourrait s'amplifier si l'usage des systèmes de climatisation venaient à se démocratiser. L'universalité d'une méthodologie d'adaptation des infrastructures à ce phénomène microclimatique est très controversée dans la littérature, celle-ci dépendant alors des conditions météorologiques locales, des planificateurs urbains et des pratiques architecturales régionales [Mirzaei *et al.* 2010]. Le recours aux modifications des propriétés physiques et/ou l'ajout de nouvelles fonctionnalités (albédo réduit, canopée urbaine, route perméable, tour de refroidissement ou bassin collecteur etc.) aux composants constitutifs de la ville (bâtiments, infrastructures, agencements urbains) semble faire consensus pour intensifier la sensation de fraîcheur [Salata *et al.* 2017]. Le déploiement d'infrastructures passives qui permettent d'assurer des cycles de stockage et déstockage thermo-hydriques pourrait concourir à atténuer les sensations associées à l'ICU. La prédiction de leur efficacité énergétique repose sur des phénomènes physiques interdisciplinaires liant la physique des fluides, les transferts dans les matériaux poreux, l'énergétique et la modélisation. L'enjeu scientifique du projet de thèse est donc de caractériser en régime instationnaire les transferts couplés de masse et de chaleur entre l'air environnant et ces infrastructures passives à faibles empreintes énergétiques. L'intégration des nombreuses variables climatiques (vent, hygrométrie, pluie) permettra de développer un outil de dimensionnement générique adapté à cette nouvelle génération d'infrastructures à déployer sur un territoire donné.

Le travail de thèse reposera ainsi sur la caractérisation du phénomène d'évapotranspiration dans une large gamme de conditions thermo-hydriques et à deux échelles de résolution (en laboratoire et dans l'équipex Sense-City). Des éléments constitutifs permettant de stocker l'énergie de chaleur latente en phase liquide/vapeur pour la restituer à l'environnement extérieur seront développées à partir de deux matériaux perspirants :

- Un élément de façade dont la texture et la géométrie interne serviront à intensifier le volume d'air extérieur rafraîchit. La formulation du matériau à base d'argile pourra s'appuyer sur le travail de Bouchenna *et al.* (2021).
- Une surface rectangulaire d'une chaussée hybride rafraîchissante composée d'une sous-couche drainante [Le Touz *et al.*, 2018] ou autre solution d'échangeur de chaleur sera considérée sous forçages externes par rayonnement et convection avec l'air environnant et l'environnement bâti.

Pour le volet expérimental en laboratoire, le doctorant s'appuiera sur la mise à disposition d'une veine d'écoulement permettant de reproduire les conditions aérodynamique et hygrothermique contrôlées afin de couvrir plusieurs zones climatiques du globe terrestre.

La mise à l'échelle d'un canyon urbain comprenant une façade transpirante et une route rafraîchissante pourra être considérée à partir de l'outil de dimensionnement générique permettant de relier l'efficacité énergétique de stockage d'un élément constitutif aux variables climatiques imposées. Le doctorant cherchera à caractériser les performances de ce système de systèmes à l'échelle d'une maquette de canyon urbain au sein de l'équipex Sense-City. Il sera conduit à mettre en œuvre des mesures par PIV et d'autres capteurs pour l'estimation de la TMR (Température Moyenne Radiative) permettant de reconstruire la distribution spatiale de l'indicateur de confort extérieur UTCI (Universal Thermal Climate Index) au sein de ce canyon.

#### **Mots clés :**

Stockage énergétique, Cinétique thermo-hydrique, Matériau de construction, Ilot de Fraîcheur Urbain, Canyon urbain, Dimensionnement, Zone climatique

**Contacts :** [florian.huchet@univ-eiffel.fr](mailto:florian.huchet@univ-eiffel.fr) ; [jean.dumoulin@univ-eiffel.fr](mailto:jean.dumoulin@univ-eiffel.fr)