M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques

Titre du stage : Quantification du confort thermique en milieu urbain à l'échelle métrique

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Robert Schoetter (chargé de recherche du développement durable), Tim Nagel (chercheur postdoctoral), Aude Lemonsu (directrice de recherche au CNRS)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : +33 561079723 ; robert.schoetter@meteo.fr ; tim.nagel@meteo.fr ; aude.lemonsu@meteo.fr

Sujet du stage :

Dans le contexte du réchauffement climatique et de la surchauffe des milieux urbains suite à l'artificialisation des sols, il est crucial de développer des outils numériques capables de quantifier l'exposition des habitants à la chaleur urbaine. Le confort thermique des humains à l'extérieur dépend de la température et de l'humidité de l'air, du vent et du rayonnement. Le rayonnement est particulièrement hétérogène en milieu urbain, car il est fortement influencé par l'ombrage et les multiples réflexions générés par les bâtiments et la végétation urbaine. Les modèles de canopée urbaine comme le Town Energy Balance (TEB, Masson, 2000), utilisés pour représenter les villes dans les modèles de prévision du temps et de climat régional, simplifient la géométrie urbaine ; ils peuvent simuler les paramètres météorologiques comme la température, l'humidité et le vent à l'échelle hectométrique mais ne peuvent pas représenter la forte hétérogénéité spatiale des flux radiatifs.

Le modèle open-source HTRDR-Urban basé sur la méthode de Monte-Carlo (Caliot et al., 2023 ; https://www.meso-star.com/projects/htrdr/htrdr.html) a été développé comme modèle de référence du transfert radiatif capable de représenter la géométrie 3-D des bâtiments et de la végétation urbaine ainsi que la physique réaliste du transfert radiatif. HTRDR-Urban peut être utilisé pour calculer et spatialiser dans une géométrie urbaine réaliste la Température Moyenne Radiative (Mean Radiant Temperature, MRT). Cette dernière quantifie les flux radiatifs solaires et infrarouge terrestre reçus par le corps humain, et est un paramètre clé dans le calcul des indices de confort thermique.

Dans le cadre de ce stage, une méthodologie afin de quantifier le confort thermique à l'extérieur dans les zones urbaines à l'échelle métrique avec un coût de calcul faible sera développée et testée pour le centre de Paris :

- Les paramètres météorologiques (température, humidité, vent proche de la surface, ainsi que la couverture nuageuse) seront extraits depuis des simulations avec le modèle atmosphérique à moyenne échelle Meso-NH à 100 m de résolution pour l'été 2023 sur les arrondissements centraux de Paris.
- Une maquette des bâtiments, de la végétation urbaine et des températures de surface du centre de Paris sera générée en combinant des données issu d'OpenStreetMap, de la base de données de la ville de Paris (arbres) et des simulations Meso-NH.
- Des simulations à l'échelle métrique de la MRT seront réalisées avec HTRDR-Urban pour chaque heure de l'été 2023.
- Les données de Meso-NH et de HTRDR-Urban sont combinés afin de calculer des indices de confort thermique comme l'UTCI.
- Les résultats seront évalués avec les 9 stations météorologiques de la campagne PANAME-Urban mesurant chacune la température, l'humidité, le vent et la température du globe noir requis pour le calcul de l'UTCI.

Pour ce stage, des compétences en système d'information géographique (SIG) ou en physique/météorologie ainsi qu'une affinité pour la modélisation numérique seront bénéfiques.

Références bibliographiques

Caliot, C., R. Schoetter, V. Forest, V. Eymet et T.-Y. Chung, 2023 : Model of spectral and directional radiative transfer in complex urban canopies with participating atmospheres. Boundary-Layer Meteorology, 186, 145-175.

Masson, V., 2000 : A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. Boundary-Layer Meteorology, 94(3), 357–397.