CSDINGENIEURS

EPFL

Section Sciences et Ingénierie de l'environnement
Design Project 2024 (19 février-31 mai 2024)

Proposition n°48

Modélisation des effets microclimatiques urbains, en particulier l'îlot de chaleur à l'échelle d'un quartier

Partenaire externe

Laëtitia Thouron

l.thouron@csd.ch Téléphone +41 21 620 70 77

CSD Ingénieurs SA

Taille de l'entreprise (nbre de collaborateurs) : 750 (Suisse et international)

Chemin de Montelly 78, 1000 Lausanne 6

www.csd.ch

Encadrant EPFL

Dr Jérôme Chenal
EPFL ENAC IIE CEAT
BP 3234 – Station 16
1015 Lausanne

Email : jerome.chenal@epfl.ch
Tél : 021 693 23 55

Descriptif du projet

Contexte

Les projections climatiques prévoient une augmentation de l'intensité et de la durée des vagues de chaleur d'ici la fin du siècle. Rien qu'à l'échelle de la Suisse, les dix dernières années (2013-2022) ont déjà été 2,5 °C plus chaudes que la moyenne préindustrielle 1871-1900. Ainsi, il devient nécessaire de mieux appréhender le climat urbain futur pour renforcer la résilience des villes vis à vis de ce changement et d'améliorer les conditions de vie de leurs habitants. Dans cette optique, CSD Ingénieurs a accompagné ou accompagne présentement plusieurs villes et communes suisses dont Vevey, Yverdon, le Mont-sur-Lausanne et Rolle dans l'élaboration de leur Plan Climat. Des analyses des climats urbains rencontrés, et notamment le développement d'îlot de chaleur urbain, sont fournies à l'échelle macroscopique, c'est-à-dire à l'échelle de la ville entière et de ses environs. Toutefois, l'évaluation des impacts à une échelle de résolution plus fine, telle que celle d'un quartier identifié comme une zone à fort potentiel de chaleur, est essentielle pour une orientation précise de la politique des villes. À cette échelle, les données d'observation sont insuffisantes, et les observations ne sont pas adaptées pour étudier l'effet des mesures de réaménagement potentiellement prises ou bien les scénarios de réchauffement climatique tels que ceux présentés par le GIEC. La modélisation devient donc l'outil privilégié pour

effectuer une analyse détaillée, explorer divers scénarios, et évaluer précisément leur impact local.

Domaines d'ingénierie

Environnement, Bâtiment, Transport, Urbanisme, Modélisation et Programmation, SIG

Attentes

L'étude portera sur la mise en concurrence de plusieurs outils de modélisation microclimatique à l'échelle urbaine au travers d'application sur des cas réels (quartiers de villes à définir). Il est attendu que les étudiant.es puissent (1) implémenter les modèles et réfléchir aux données d'entrée nécessaires à leur fonctionnement, (2) proposer une analyse critique de l'efficacité de l'outil, en termes d'opérabilité et de performance en gardant présent à l'esprit le délai d'exécution d'un bureau d'ingénierie, et (3) présenter une interprétation significative des résultats obtenus à partir des modèles microclimatiques, tout en restant là aussi dans le contexte d'une étude d'ingénierie.

Objectif et buts

Objectif général

L'objectif principal est de caractériser le développement spatio-temporel des îlots de chaleur urbains (ICU) par des outils de simulation numérique en se basant sur des cas géographiques concrets (quartiers existants), sur divers scénarios dont l'état actuel de ces villes et l'état projeté (par exemple le « pire des cas » RCP 8.5 du GIEC), et d'identifier puis valider les actions à l'échelle locale qui contribuent à réduire ce phénomène.

Buts spécifiques

- Réduire la zone d'étude en un ou plusieurs quartiers par une analyse préliminaire des points chauds des villes basée sur la disponibilité des observations : satellites, aéroportées et/ou au sol
- Valider la performance des simulations en mettant en perspective leurs résultats avec les données d'observations disponibles à l'état actuel
- Analyser l'extension spatio-temporelle des ICU au sein du quartier à l'aide d'indicateurs adéquats en cohérence avec les sorties des modèles : température de l'air, température des surfaces, taux d'humidité, etc. mais aussi analyser la variabilité jour-nuit
- Comprendre les facteurs qui exercent une influence significative sur la formation des ICU à l'échelle fine du quartier
- Proposer en réaction des stratégies d'atténuation/d'adaptation urbanistiques réalistes (création de zone végétalisée, requalification du bâti existant, piétonnisation de voie, etc.)
- Evaluer l'impact de ces mesures stratégiques par des indicateurs de confort pour les habitant.es (température de confort thermique par exemple)

Descriptif tâches

Principales étapes de la démarche

- Identification de la ville avec laquelle collaborer le cas échéant (coordonné par CSD)
- Revue de la littérature et mise à niveau sur le sujet, identification et collecte des données utiles/disponibles

- Etat de l'art des modèles simulant les ICU et tri en fonction de critères tels que la résolution spatio-temporelle, les fonctionnalités, les variables de sorties, la facilité d'utilisation, le temps de calcul, la validation par des publications antérieures, le coût, etc.
- Mise en œuvre des modèles de simulations numériques retenus après tri (au maximum 2): installation, prise en main et implémentation spécifique aux cas d'étude
- Mise en forme des résultats des simulations sous formes de cartes et de graphiques et analyse critique afin de pointer les avantages et inconvénients des modèles mis en concurrence dans le cadre d'une étude d'ingénierie
- Proposition de solutions pour limiter l'ICU et implémentation de celles-ci en vue de nouvelles simulations
- Présentation des résultats démontrant l'amélioration du bien-être des habitants grâce à des solutions bénéfiques via des indicateurs de température de confort thermique par exemple

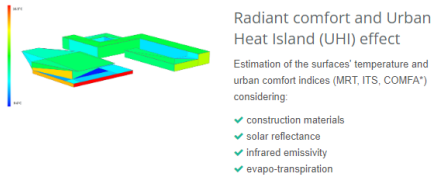
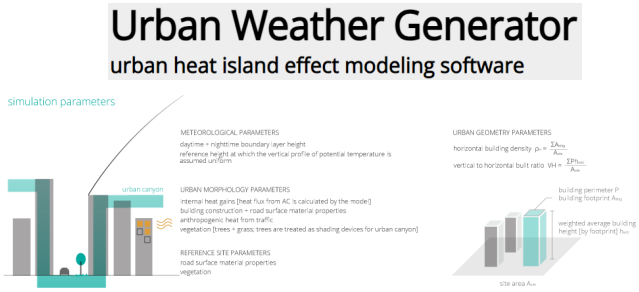
Divers

Compétences et connaissances requises

- Notions de microclimat urbain et plus largement sur les ICU
- Connaissances du Système d'Information Géographique (SIG)
- Notions de programmation (Python, Matlab)

Ressources utiles (non-exhaustif)

- **Urban Weather Generator :**
  https://github.com/ladybug-tools/uwg
- **CitySim :**
  https://github.com/kaemco/CitySim-Solver
- **UMEP** :
  https://umep-docs.readthedocs.io/en/latest/Introduction.html
- **ICETool** :
  https://github.com/Art-Ev/ICEtool
- **The energetic basis of the urban heat island:**
  https://doi.org/10.1002/qj.49710845502
- **Urban Climate and Climate Change:**
  https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-environ-012320-083623

Participation d'une ville vaudoise

Une collaboration dynamique avec une ville vaudoise est possible, pour collecter des données et itérer sur les scénarios de réaménagement urbain en vue de création d'îlot de fraicheur ou d'atténuation d'îlot de chaleur.