

# Thermique Urbaine et Îlots de Chaleurs : une approche cartographique

Développement d'un plugin QGIS pour la cartographie d'indicateur de confort thermique à échelle urbaine

Travaux de stage

## Contexte & objectif

Au sein d'AREP, l'évaluation du phénomène d'îlot de Chaleur Urbain et des niveaux de confort est actuellement effectuée de manière qualitative à petite échelle (par simulation multi-physique) ou bien à grande échelle de manière qualitative (approche Score ICU).

Le but du stage est de joindre les deux échelles d'un point de vue quantitatif et ainsi d'aboutir à une cartographie d'un indicateur de confort thermique (PET ou UTCI).

Intégré à QGIS, ce chaînage d'outils et de données spatiales permettra de traiter des échelles jusque là inédites.

## Approche

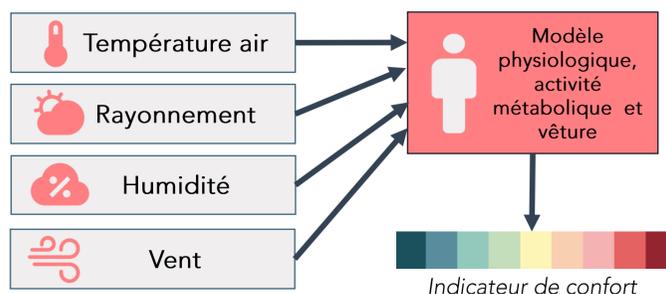
1. Utilisation de plugin UMEP. Ce plugin de l'environnement QGIS propose des algorithmes de cartographie d'ombrages, de température radiante (MRT) et de confort thermique au prix de quelques simplifications physiques.
2. Amélioration du calcul de la température radiante en implémentant un calcul de température de surfaces plus précis, issu du plugin ICEtool d'Elioth.
3. Création d'un nouveau plugin afin de sanctuariser les modifications effectuées dans les précédents plugins et figer le code vis-à-vis de potentielles mises à jour.

Étudiant	Maxence Richard
Niveau d'études	Master 1
Spécialité	Ingénierie générale
Durée	23 semaines
Période	01.09.2024 – 14.02.2025
Entité AREP	L'hypercube
Tuteur AREP	Mateusz Bogdan

## Méthodologie

### Calcul d'un indicateur de confort

Le calcul d'un indicateur de confort repose sur l'exposition d'un individu aux sollicitations externes : températures, humidités, rayonnements et vitesses de vents. Ces grandeurs doivent donc être calculées et cartographiées à l'échelle urbaine.



Détail des données utilisées pour un indicateur de confort

La volonté de traiter des grandes échelles nous a poussé à utiliser l'outil QGIS et plus particulièrement le plugin UMEP qui propose tous les outils nécessaires. Cependant, certains d'entre eux présentent des champs d'applications trop restrictifs.

Ainsi, le calcul des cartographies de vents a été externalisé vers l'outil libre QES\*, puis les calculs d'ombrages et de température de surfaces ont été approfondis.

### Amélioration du calcul des ombres

Le calcul des ombres à une heure donnée effectué par UMEP a été enrichi pour permettre de modéliser différentes porosités de canopée végétale ainsi que des éléments de type préaux, casquettes, toiles d'ombrages, etc. (i.e. sous lesquels le rayonnement solaire peut passer)



Exemple de calcul d'ombrage, prenant en compte la végétation haute, les emprises de bâtiments et les protections solaires

### Température de surfaces

Lors du calcul de la température radiante, la connaissance de la température des surfaces au sol est nécessaire afin d'évaluer le rayonnement en grande longueur d'onde. L'algorithme utilisé dans UMEP modélise cette grandeur de manière très approchée. Cela a encouragé l'utilisation d'un autre plugin, ICEtool, qui propose un modèle thermique physique. Il a alors été intégré dans un nouveau processus de calcul de la MRT.

### Création d'un plugin QGIS

Les améliorations et développements mentionnés ont été finalement regroupés dans un nouveau plugin QGIS : **QGISxICU**. Il facilite l'utilisation de ces outils, le partage du code et apporte de la stabilité vis-à-vis de potentielles mises à jour des plugins utilisés.



Ce dernier permet de centraliser tous les pré-traitements de données, les différentes étapes de calcul, et enfin la production des résultats de confort thermique, visibles sur la figure ci-dessous.



Présentation du processus complet du calcul de l'UTCI

## Bonnes pratiques EMC2B



Le plugin permet de comparer des scénarios d'aménagement en évaluant leur influence sur le confort thermique.

- Le plus efficace est d'agir sur le rayonnement solaire (direct et diffus), en favorisant les zones d'ombres, grâce notamment aux arbres et aux préaux.
- La modification du revêtement du sol peut aussi améliorer le confort - en limitant la quantité de chaleur absorbée puis réémise - l'effet étant moindre.

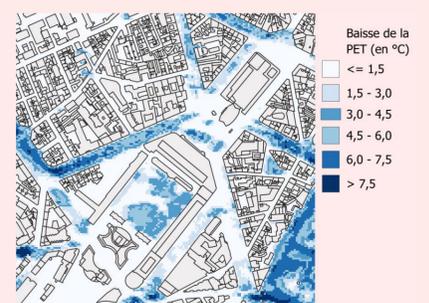
### À retenir :

Un ajout d'une canopée végétale dans un espace urbain de type parisien peut localement faire chuter la PET moyenne de 9°C sur une journée d'été.

De plus, chaque m<sup>2</sup> de canopée ajouté permet réduire la PET moyenne de 1°C sur une zone de 2m<sup>2</sup>.



Calcul de la PET sans et avec végétation haute



## Perspectives de développement

À court terme, des améliorations sont envisageables au niveau du calcul de la MRT :

- Étendre les améliorations effectuées pour les ombrages au sein d'UMEP, notamment pour le Sky View Factor,
- Améliorer le modèle thermique d'ICEtool et permettre d'étendre le calcul à plusieurs jours consécutifs.

Plus généralement au niveau du plugin :

- Intégrer le calcul du Score ICU comme option de sortie, les mises en données étant proches,
- Internaliser le calcul du raster de vent pour éliminer l'étape externe.

## Références / Aller plus loin

- Compléments sur les indicateurs de confort (site de l'hypercube)
- Obtenir le plugin :  
📧 équipes L'hypercube ou  
Data

