

Analyse méso-échelle des climats urbains par le traitement de données de télédétection et classification locale

Students: Claire Pinson, Luca Soravia

EPFL supervisor : Satoshi Takahama

Company: CSD Ingénieurs, Léo Ficheux

Contexte & objectifs

- Calcul de la magnitude des îlots de chaleur urbains (ICU) à partir de données satellites et en fonction des zones climatiques locales (LCZ).
- Évaluation de l'évolution de la température du sol (LST) et des ICU de 2016 à 2022 pour observer les effets du changement climatique.

- Création d'un outil automatisé pour générer des rasters de LST dans une zone spécifique.
- Amélioration d'une toolbox ArcGIS Pro existante pour subdiviser un périmètre donné en LCZ.
- Création d'une toolbox ArcGIS Pro pour calculer les magnitudes des ICU.

Comprendre les îlots de chaleur urbains (ICU)

- Définition (imprécise) : différence de température de l'air entre la zone urbaine et rurale.
- Problématique d'actualité en lien avec le changement climatique et la densification des zones urbaines.



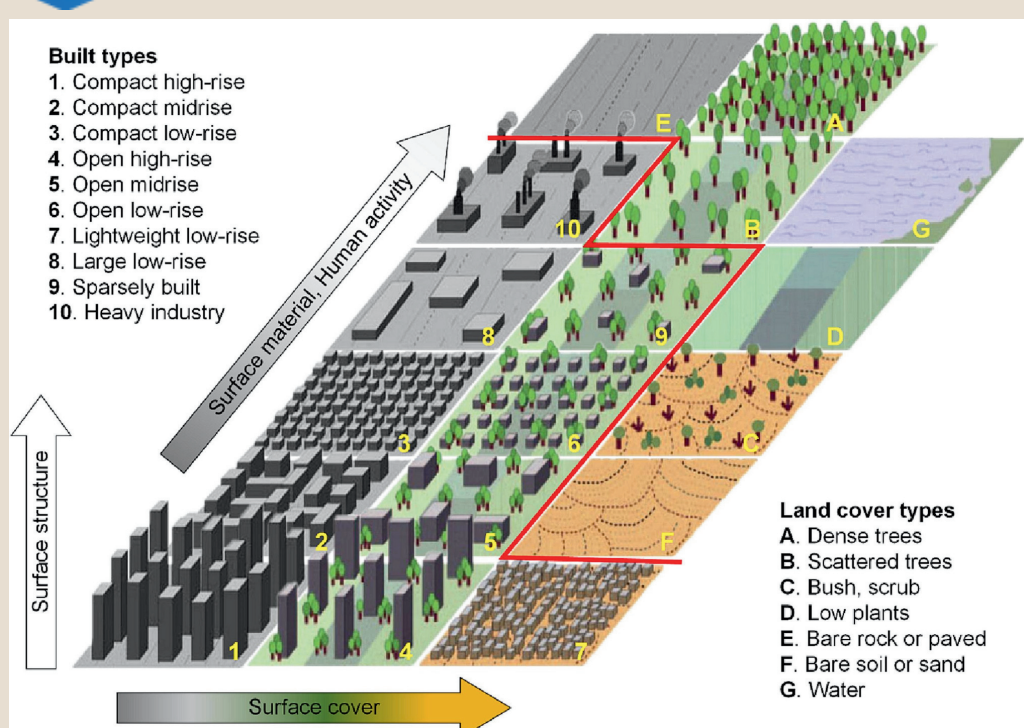
Magnitudes de l'ICU dans une nuit calme et claire, Vancouver, 04.11.1999⁴

Données de base & périmètres d'intérêt

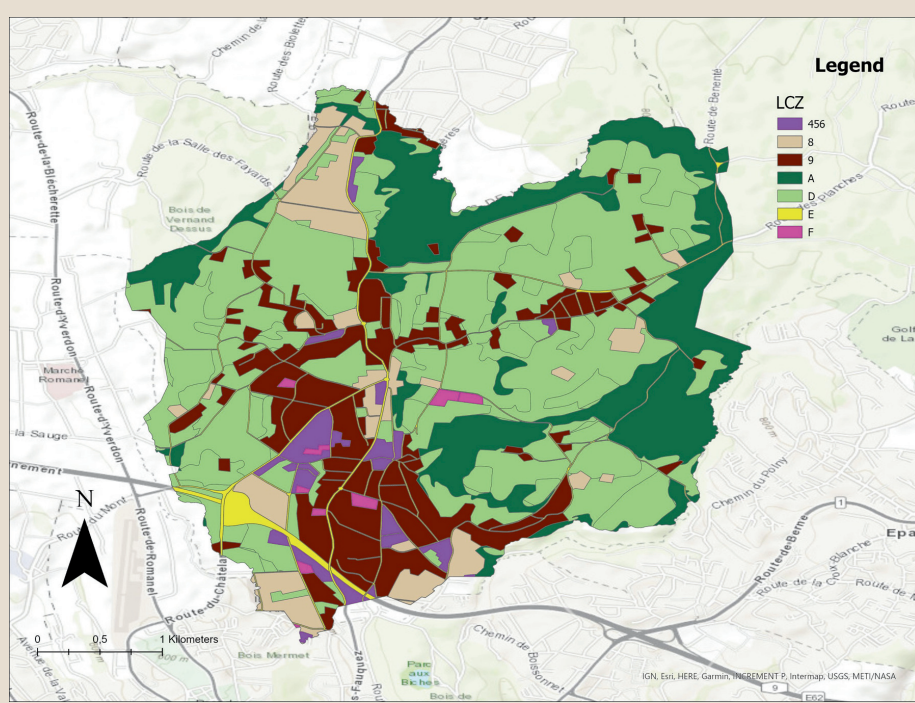
- 2 communes: Mont-sur-Lausanne (MSL) et Vevey
- USGS EarthExplorer¹
- Copernicus Land Monitoring system²
- OSM³

Création de deux outils

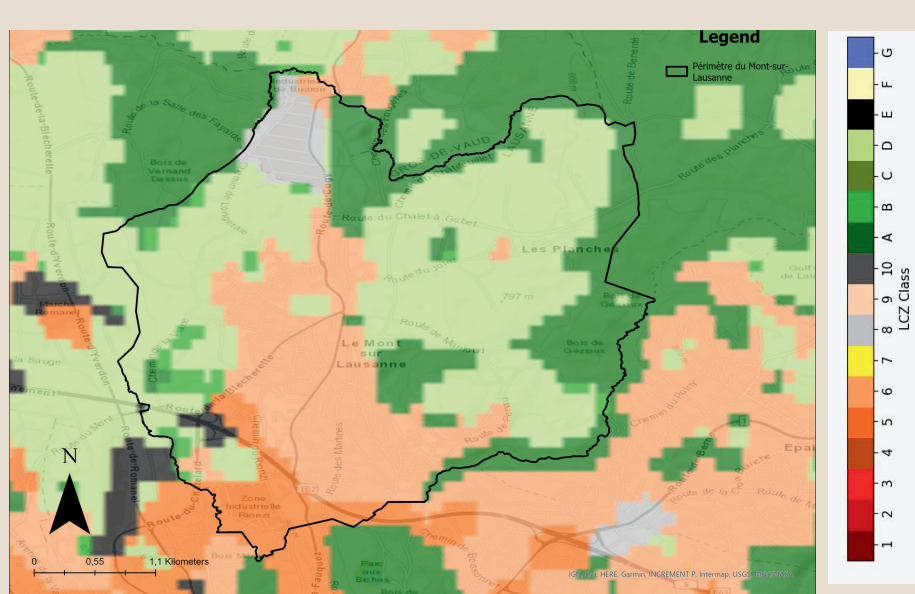
Zones climatiques locales (LCZ)



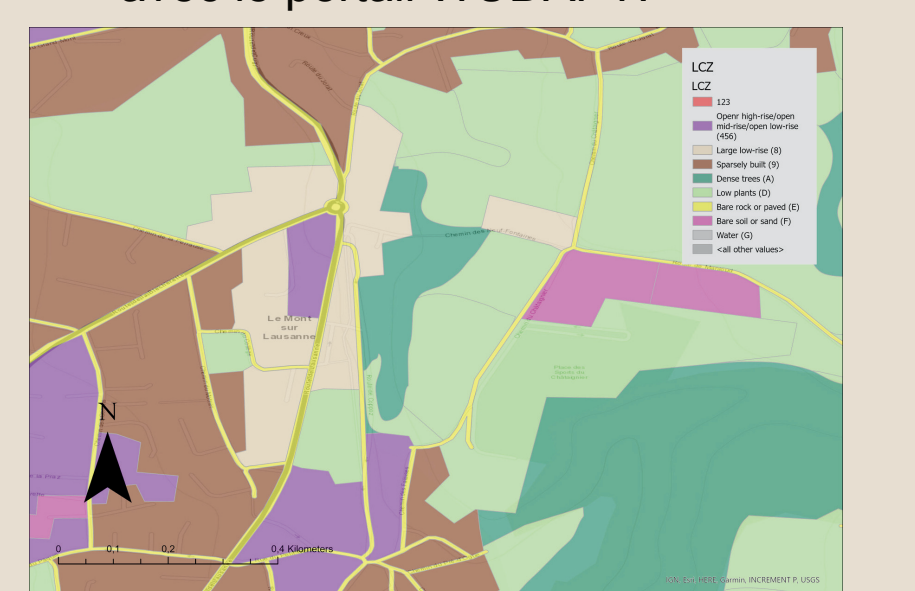
Définition des LCZ. La ligne rouge divise les zones bâties des couvertures du sol.



Le Mont-sur-Lausanne - LCZ avec la toolbox LCZC.



Le Mont-sur-Lausanne - LCZ avec le portail WUDAPT.



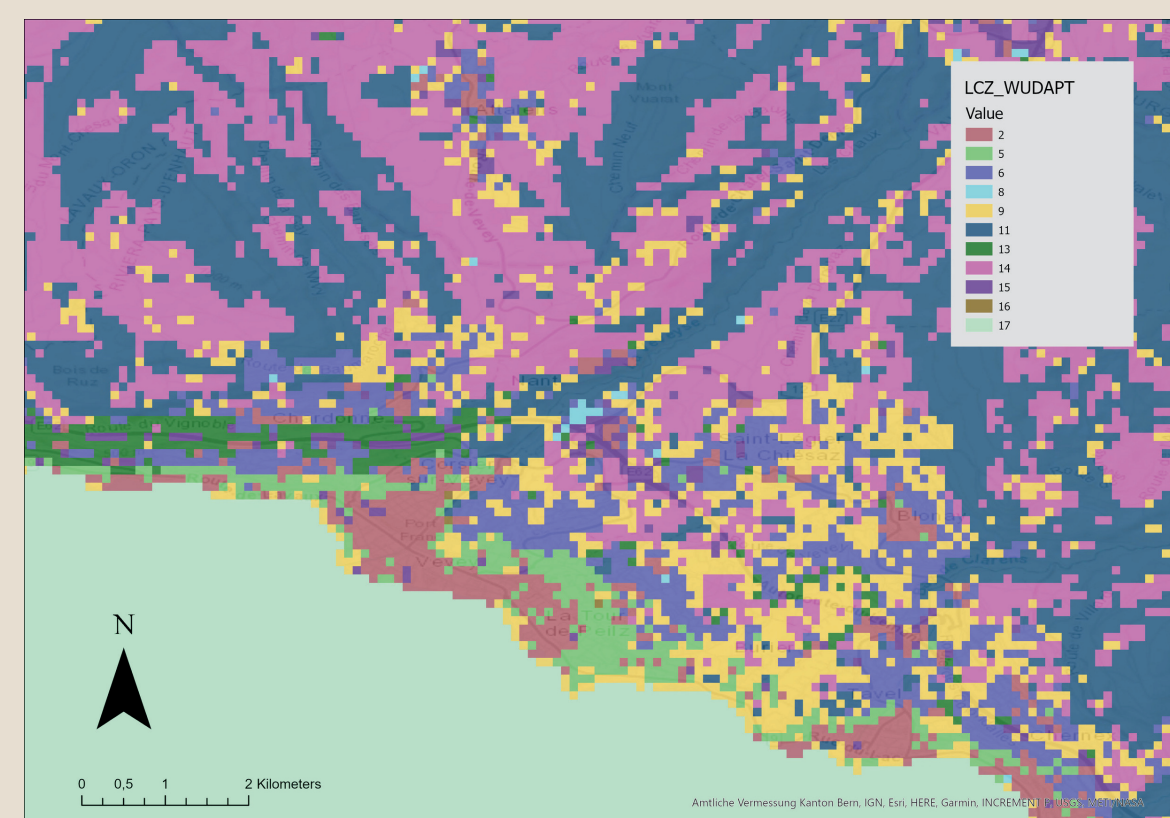
Zoom sur la classification avec la LCZC toolbox

Algorithme de calcul

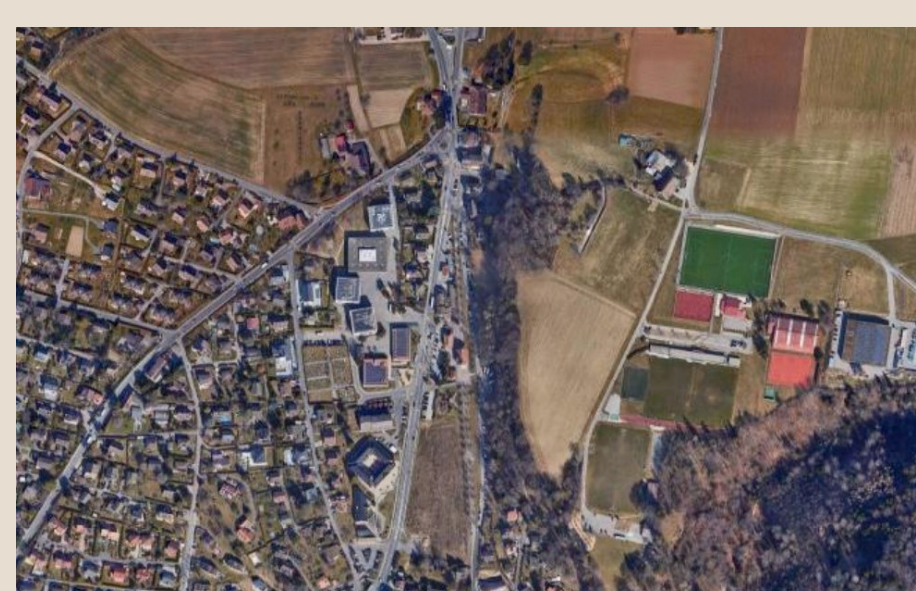
- LCZC Python Toolbox dans ArcGIS Pro⁶
- Comparaison avec le Portail WUDAPT⁷

Résultats

- LCZC plus précise que WUDAPT, comme attendu.
- LCZC : classification satisfaisante mais fragmentation en zones trop petites.



Vevey - LCZ avec le portail WUDAPT.



Zoom sur Google maps¹¹

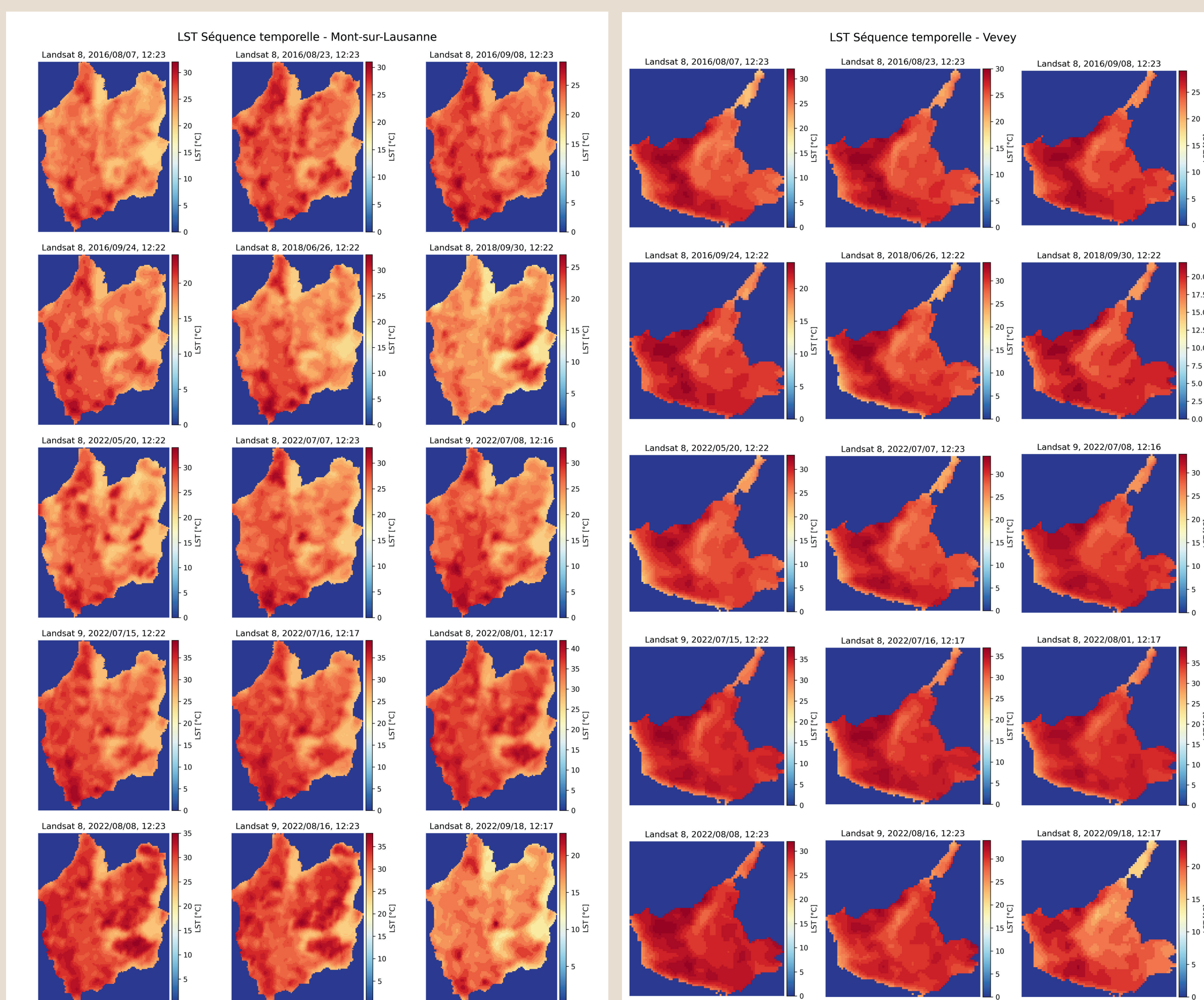
Température du sol (LST)

Algorithme de calcul^{8,9,10}

- **Satellites:** Landsat 8 & 9
- **Données requises:** bandes 4, 5 & 10, shapefile de la zone d'intérêt
- **Nombre d'étapes de calcul:** 7
- **Précision:** 30 m

- Base pour calculer la magnitude des ICU.
- Proxy pour la température de l'air.
- Dépendance marquée à l'émissivité du sol (LSE).

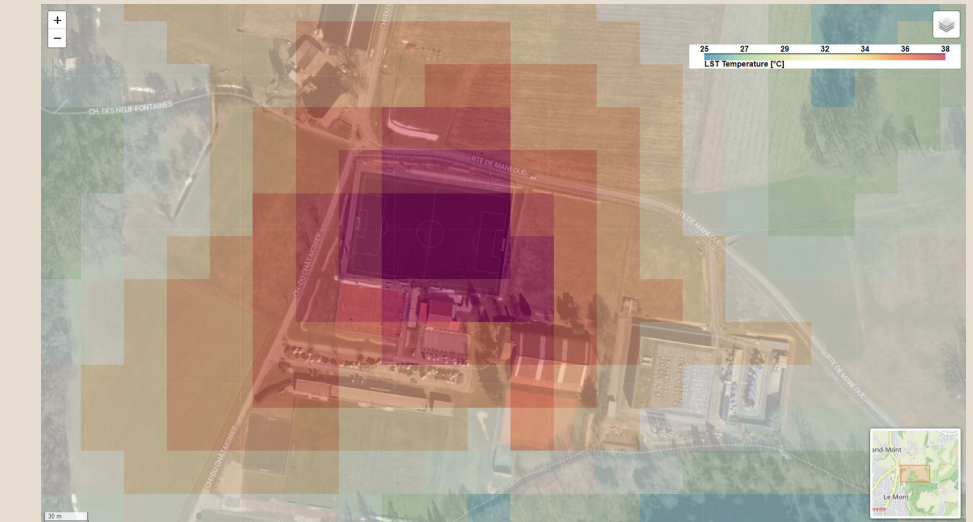
Résultats



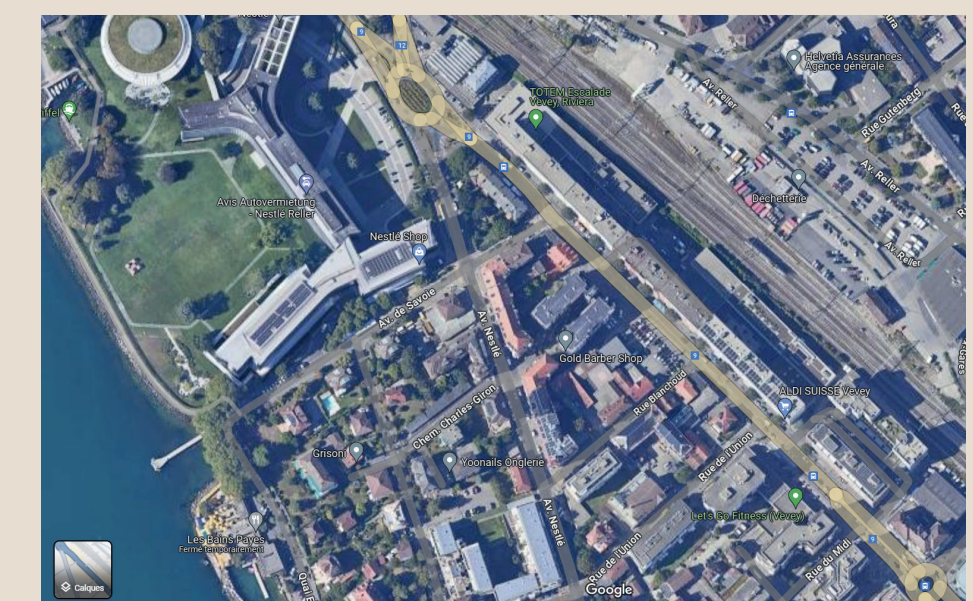
Frises temporelles des deux zones d'intérêt (maximum cloud cover : 4%)



Vue Google Maps du Mont-sur-Lausanne¹¹



LST, MSL, 15.07.2022

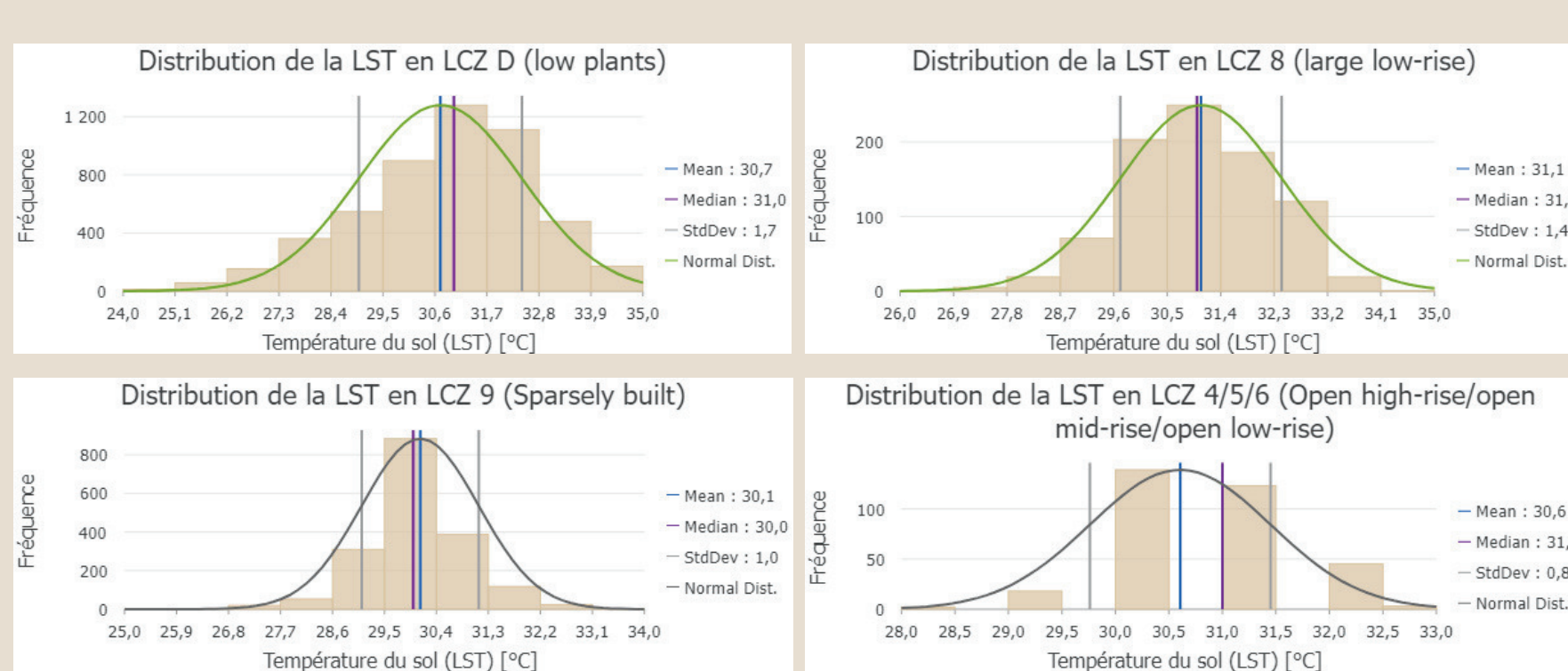


Vue Google Maps de Vevey¹¹



LST, Vevey, 15.07.2022

Résultats Finaux



Histogrammes de la LST pour plusieurs types de LCZ au Mont-sur-Lausanne (08.08.2022)

| LCZ X | LCZ X - LCZ D pour le Mont-sur-Lausanne avec LCZC ⁴ | LCZ X - LCZ D pour Vevey avec WUDAPT ⁴ |
|------------------------|--|---|
| D (Low plants) | (Moyenne : 30.7) | (Moyenne : 31) non représentative ! |
| 2 (Compact midrise) | / | -1.3 |
| 5 (Open midrise) | / | -2.1 |
| 6 (Open low-rise) | -0.1 | -2 |
| 8 (Large low-rise) | 0.4 | / |
| 9 (Sparsely Built) | -0.6 | -3 |
| A (Dense trees) | -5 | -5.3 |
| E (Bare rock or paved) | -0.4 | -1.2 |
| F (Bare soil or sand) | 0.7 | / |

Magnitudes des ICU, le 08.08.2022

- Les histogrammes permettent de déterminer si les moyennes de LST utilisées pour les calculs des ICU sont représentatives de la dispersion de la LST dans chaque LCZ.
- ICU peu marqué au Mont-sur-Lausanne mais très marqué à Vevey.

Limitations

LST

- Choix du type d'algorithme
- Calcul de l'émissivité du sol
- Couverture nuageuse
- Orbite des satellites

LCZ

- Urban Atlas indisponible pour Vevey: toolbox LCZC inutilisable.
- À Vevey, la LCZ D est trop petite pour une moyenne de LST représentative des ICU.

Conclusions

- Questionnement sur la pertinence d'utiliser la LCZ D (plantes basses) pour les calculs d'ICU.
- Résultats robustes et réalistes des deux algorithmes.
- Temps de calcul rapide.
- Implémentation aisée, nécessitant peu de manipulations de la part de l'utilisateur.