

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

Etudiantes : Anabelle Ayma et Julie Varupenne

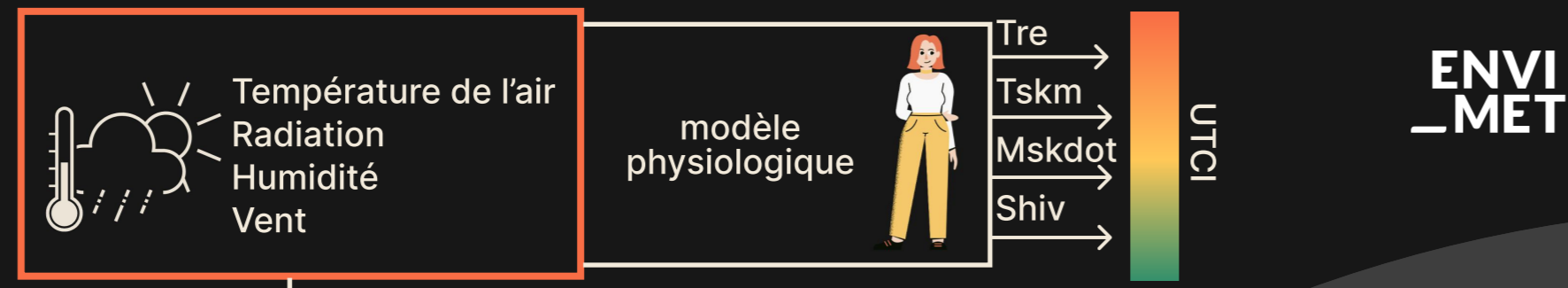
Superviseur EPFL : Jérôme Chenal

Superviseure CSD Ingénieurs : Laëtitia Thouron

OBJECTIFS

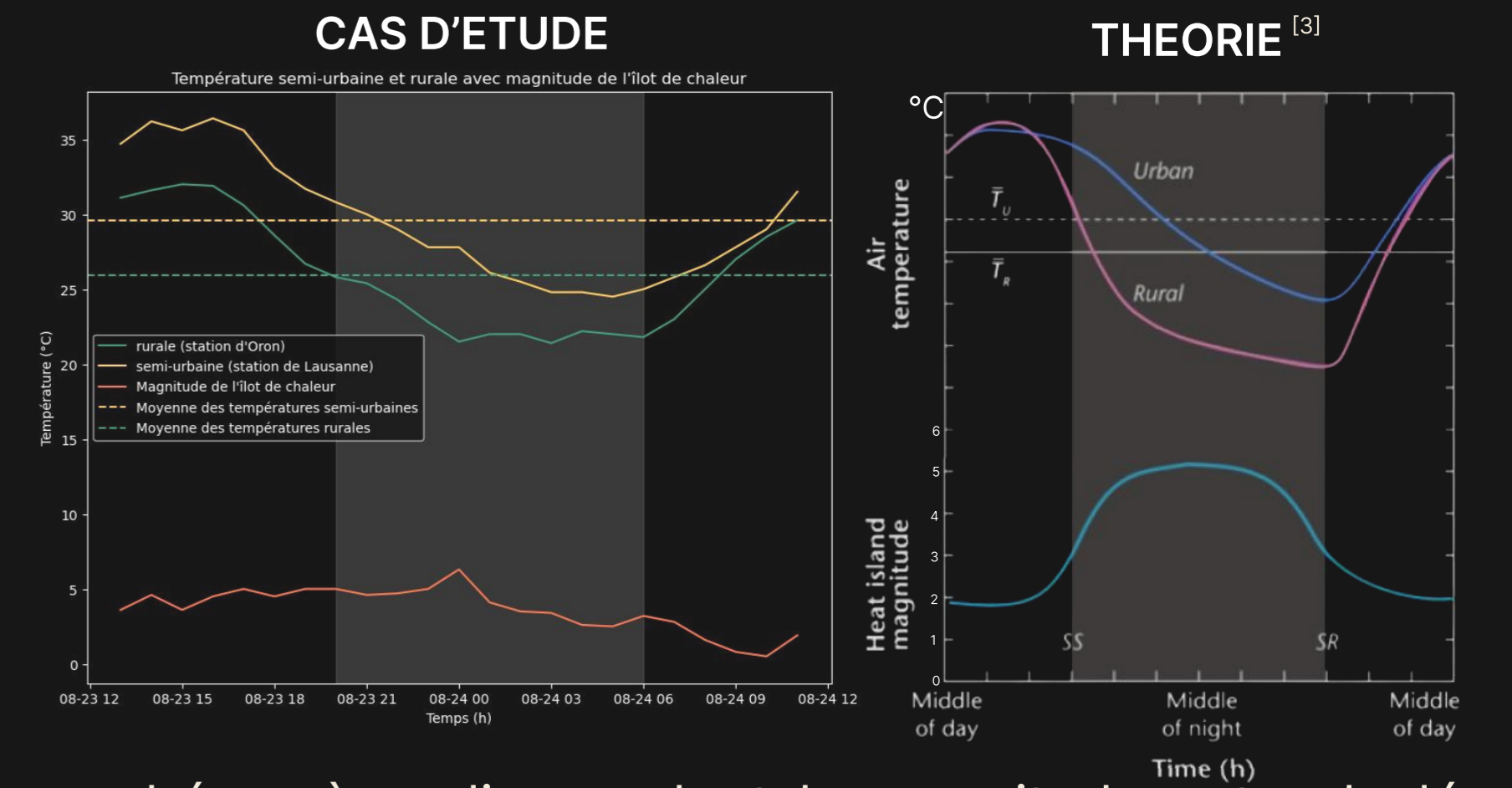


Notre design project vise à modéliser l'îlot de chaleur urbain (ICU) et évaluer l'impact de plusieurs variantes d'aménagement (forme urbaine et matériaux) et un scénario de réaménagement climatique (RCP 8.5) pour un quartier du Mont-sur-Lausanne. Pour cela, nous avons utilisé ENVI-met, un modèle de CFD capable de reproduire le microclimat en tenant compte de la géométrie du bâti, de la végétation, de la couverture du sol et de la météorologie locale. Ce modèle permet de fournir des sorties intéressantes telles que l'UTCI (Universal Thermal Climate Index) pour chaque maille (ici de taille 2.5 m).



L'ILOT DE CHALEUR URBAIN

Le Mont-sur-Lausanne, en particulier la zone modélisée, correspond à un espace semi-urbain ouvert avec un couvert végétal existant. L'îlot de chaleur est de ce fait moins marqué que dans les zones densément bâti et fortement artificialisées comme les métropoles telles que Paris où le décalage de température peut atteindre 10°C avec la zone rurale [2].



L'ICU est un phénomène diurne, dont la magnitude est calculée avec la formule suivante : $ICU_{type} = T_{urbain} - T_{rural}$

MÉTHODES

Pré-traitement des données → Nettoyage de la maquette 3D du bâti reçue par la commune (surfaces et polysurfaces ou BREP)

Processing des données → Transcription maquette Rhino en fichier INX Spaces via Grasshopper

→ Modélisation des plantes avec Alberto et des matériaux avec DB Manager

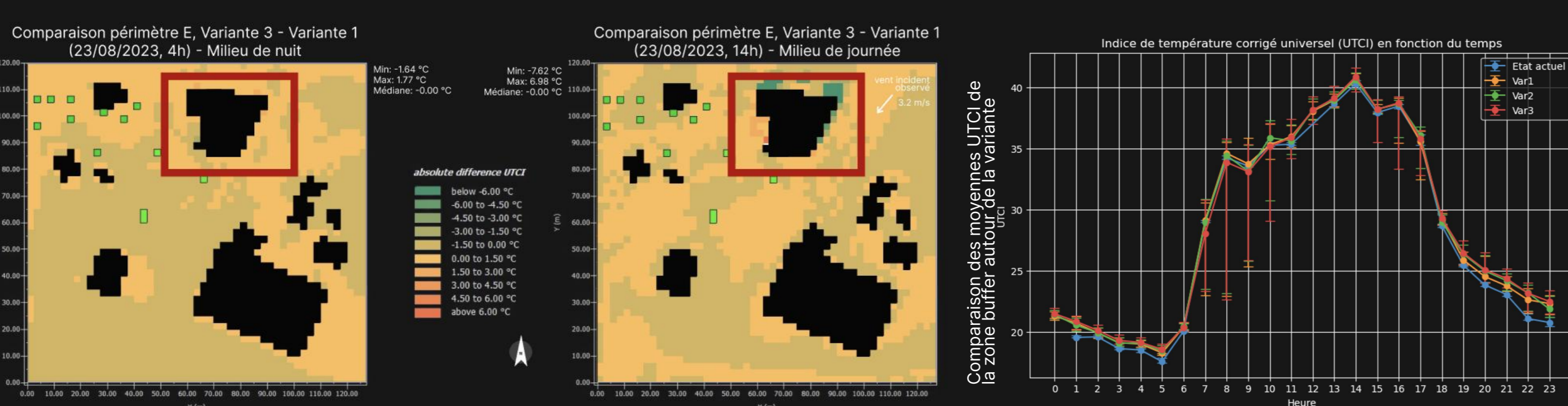
→ Forçage avec les données de la station météorologique la plus proche à défaut: température de l'air, humidité relative, vitesse et direction du vent, rayonnement à ondes courtes directes et diffuses et rayonnement à ondes longues

Post-processing des données → Visualisation des résultats sous forme de cartes 3D via Leonardo, extraction des résultats dans un buffer autour des variantes avec un script Python

RÉSULTATS

IMPACT DE LA FORME ENTRE LES VARIANTES

La comparaison des UTCI des variantes 1 et 3 montrent que les températures sont sensiblement plus basses pour la variante 1.

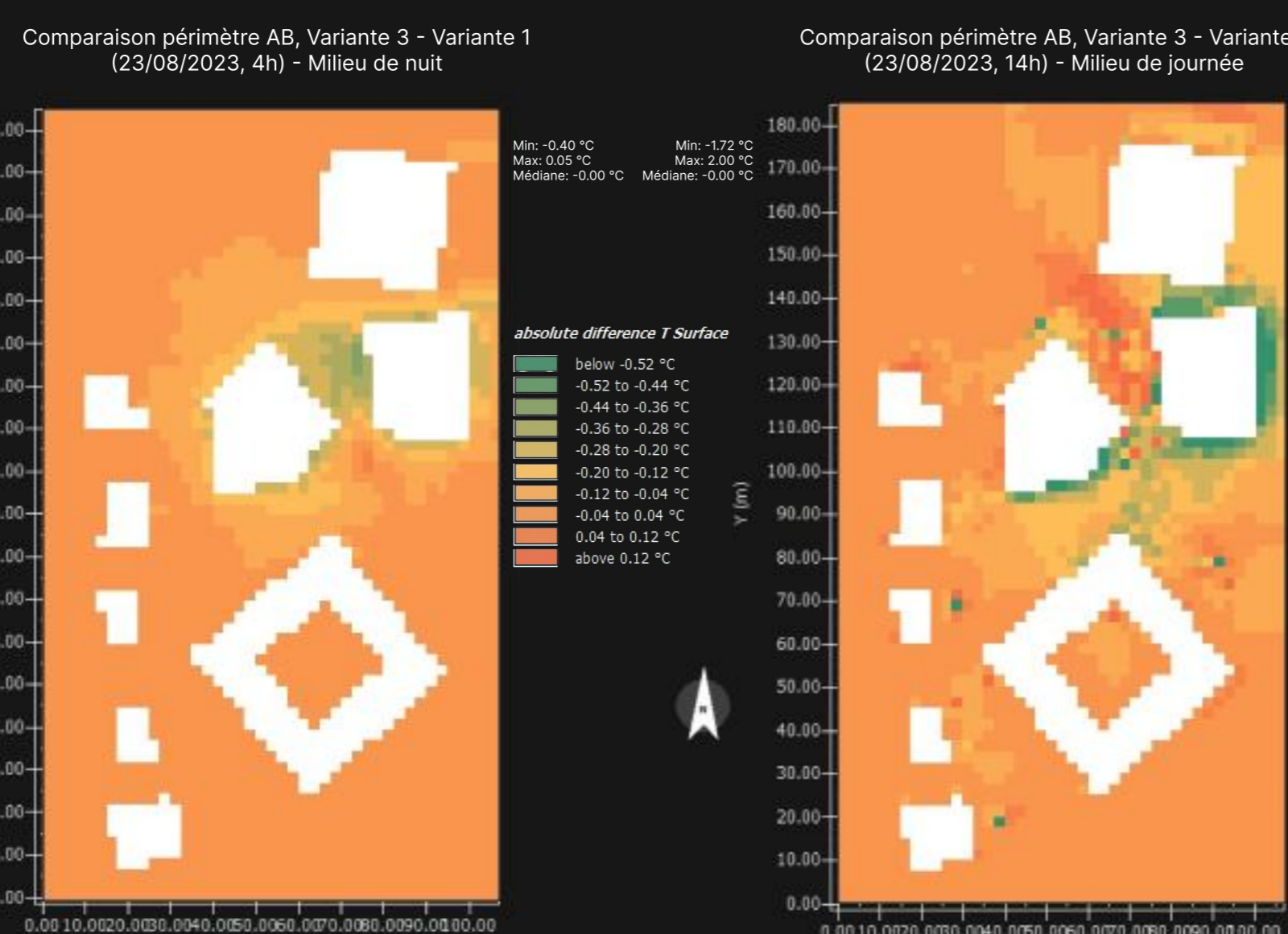


En milieu de nuit → la chaleur stockée par les bâtiments durant la journée précédente augmente les températures moyennes autour du bâtiment jusqu'à 2.3°C pour la variante 3.
 En milieu de journée → l'orientation du vent permet la création d'un "wind-shelter" sur la façade Ouest pour la variante 3 → augmentation des températures.
 → Pour l'ensemble des variantes, la surface nord des bâtiments crée de l'ombre en milieu de journée, mais ce phénomène reste moins important que l'impact du bâti sur l'absorption et la réflexion de la lumière (variante 3).

IMPACT DES MATERIAUX

La comparaison des températures de surface des variantes 1 et 3 montrent des températures plus basses pour la variante 3 (façades et toits végétalisés), mais ces différences restent très limitées :

- 0.35 °C pour le milieu de la nuit de la journée précédente
- 1.63 °C pour le milieu de la journée suivante



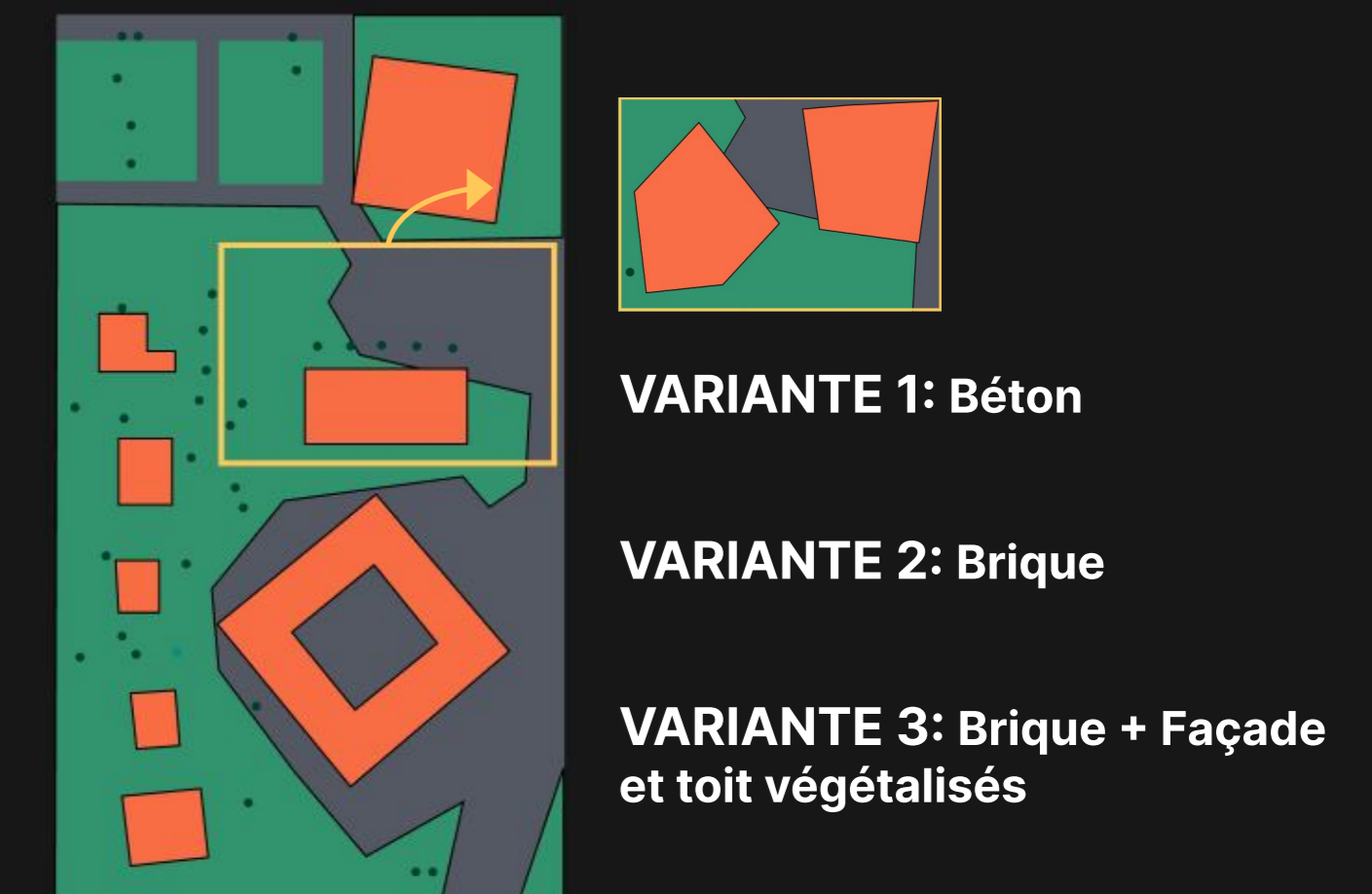
REFERENCES

[1] : Pappenberger, F., Jendritzky, G., Staiger, H., Dutra, E., Di Giuseppe, F., Richardson, D., Cloke, H., (2014). Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI). International journal of biometeorology. 59.
 [2] : Cantat, O., (2004). L'îlot de chaleur urbain parisien selon les types de temps. [Norois]. 191, 75-102.
 [3] : Oke, T., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. (2017). Urban Climates [Journal Abbreviation] : Urban Climates Publication Title : Urban Climates

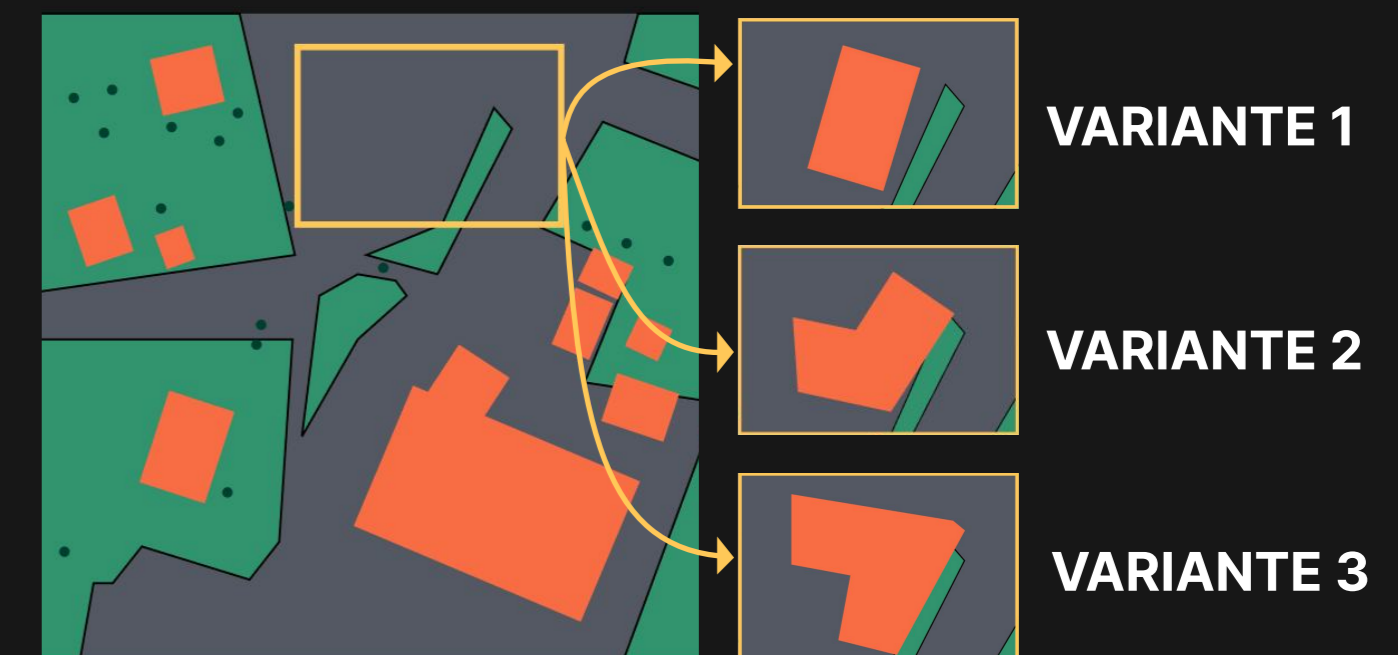
REMERCIEMENT : Sergi Aguacil

VARIANTES

PÉRIMÈTRE AB : ANALYSE DE L'IMPACT DES MATERIAUX

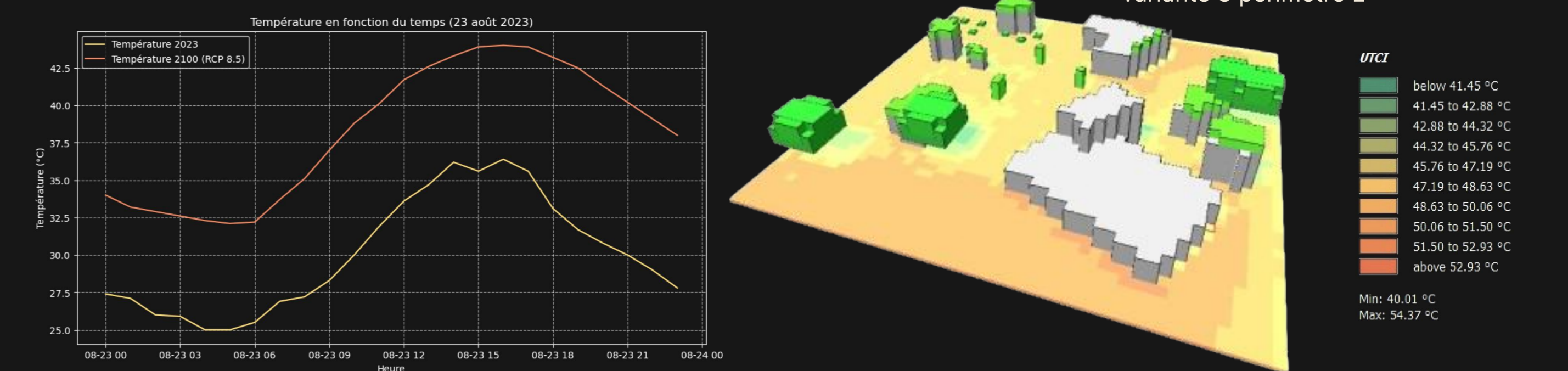


PÉRIMÈTRE E : ANALYSE DE L'IMPACT DE LA FORME



SCÉNARIO RCP

Le pire scénario du GIEC (RCP 8.5) a également été envisagé pour aider la commune dans son aménagement à long terme. Les températures de confort peuvent être jusqu'à 14°C plus élevées et atteindre 54°C.



DISCUSSION

Pour obtenir ce résultat, de nombreuses hypothèses et simplifications ont été nécessaires pour concilier temps de calcul et faisabilité du projet. Les simulations ont été réalisées sur une seule journée, le 23 août 2023, choisie comme la plus chaude de l'année, et sans aucune couverture nuageuse. Cette période favorise la captation de chaleur pendant la journée, mais l'absence de nuages la nuit réduit la rétention des radiations, atténuant ainsi le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU).

Perspectives du travail :

- Explorer davantage les effets des formes et matériaux, voire de la végétation sur des périodes de calculs plus longues
- Affiner les paramètres de configuration du modèle
- Evaluer l'impact des variables météorologiques sur les températures ressenties dans le domaine (vitesse et direction du vent, rayonnement, etc.)