

Inter-comparaison d'outils de simulation du microclimat urbain

03/06/2026

AST Milieux Urbain

1) Contexte

- 1) Modélisation du microclimat urbain
- 2) Modèles numériques de microclimat urbain
- 3) Validation des modèles numériques
- 4) Pourquoi veut-on comparer les modèles entre eux ?

2) Article de Gresse et al.

3) Inter-comparaison Climabat

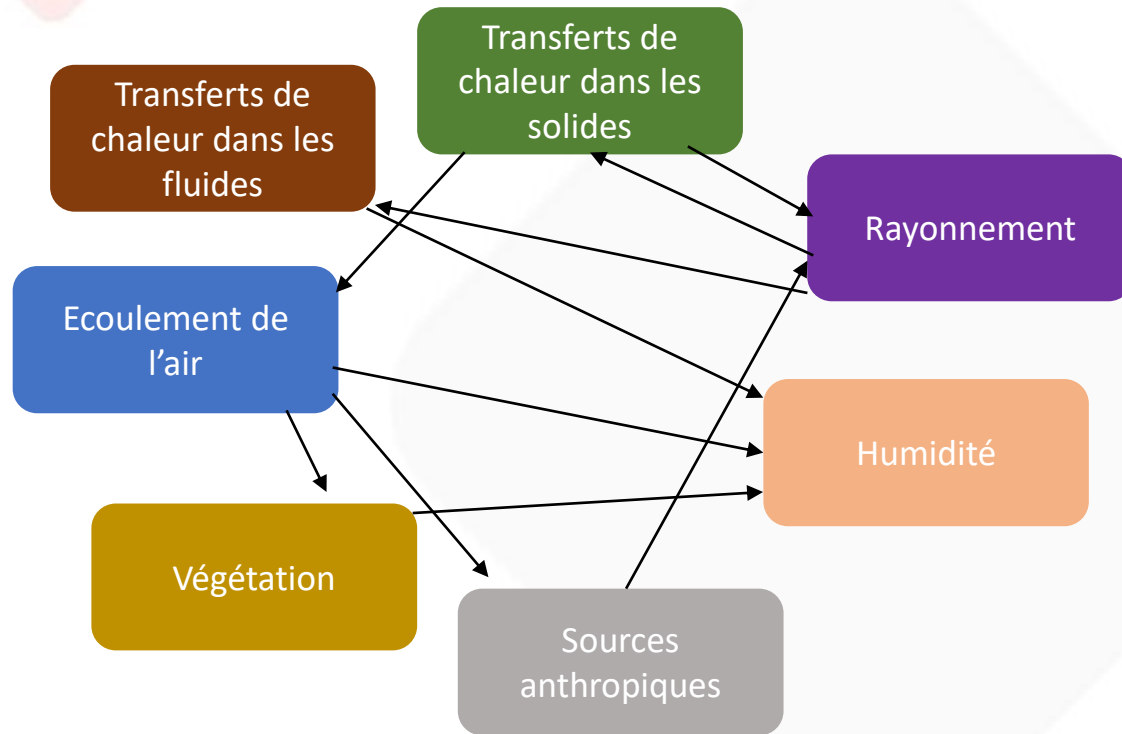
- 1) Inter-comparaison
- 2) Limites des mesures Climabat

4) Inter-comparaison sur l'aéraulique

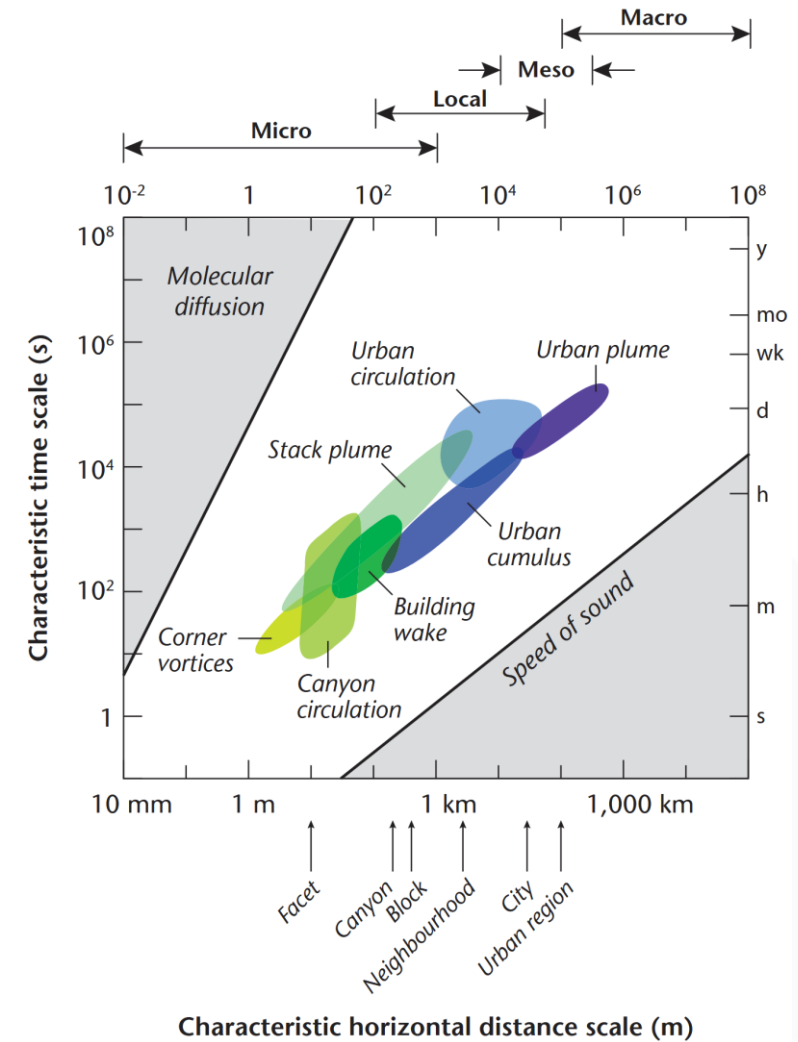
5) Conclusion

1.1) Modélisation du microclimat urbain

Phénomènes physiques :



Echelles et résolutions spatio-temporelles :



Urban Climate, Oke et al.

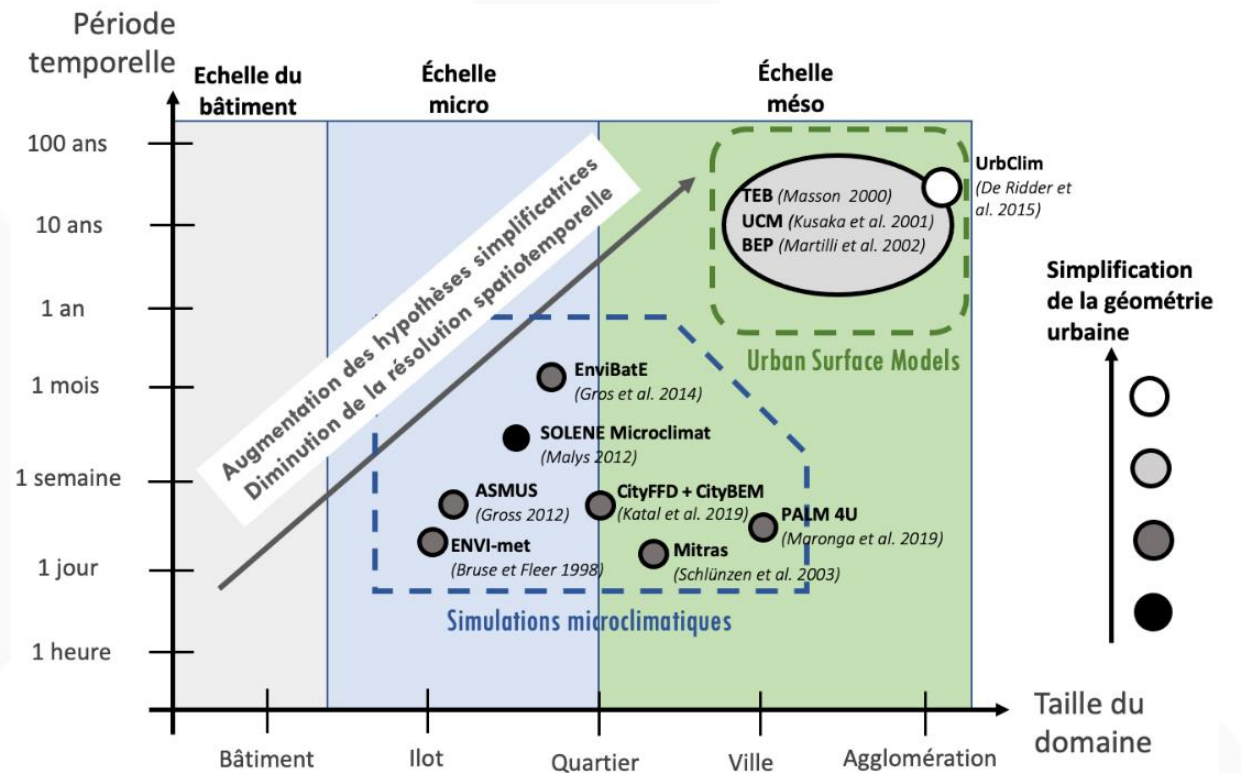
1.2) Modèles numériques de microclimat urbain

Phénomènes physiques :

	MATHIS	SOLENE-Microclimat	SOLENE-SUSHI	TRABOULE-ProLB
		Solene	Solene	
Radiation	Isotropic sky	Perez' sky model [58]	Perez' sky model [58]	Isotropic sky
	Radiosity method	Radiosity method	Radiosity method	Radiative transfer equation resolution
	view factors: analytical	view factors: contour integration	view factors: contour integration	
	Multiple reflections	3 reflections (0 for LW from walls)	LW: multiple reflections	
	One node for each face (wall, ground, roof)	Unstructured surface mesh (triangle)	Unstructured surface mesh (triangle)	Structured surface and volume meshes
Detail level	•	••	••	•••
Thermo-aerualics	Parametric model	Code Saturne CFD RANS $k - \epsilon$	-	ProLB CFD LBM-LES
	Zonal mesh	Unstructured volume mesh		Structured volume mesh
Detail level	•	••	-	•••
Convective exchange	Empirical correlations [64]	Empirical correlations [67]	Empirical correlations [68]	CFD fluxes computation
	Detail level	••	••	•••
Conduction	Finite volume	Electrical analogy (RC)	Transfer functions (Fourier domain)	Finite volume
	Multi-layers 1D 3 layers	Multi-layers 1D Soil: 3 layers Walls: 1 layer	Multi-layers 1D No mesh	Multi-layers 1D Refined
Detail level	••	••	•••	••

Gresse et al. 2025

Echelles et résolutions spatio-temporelles :

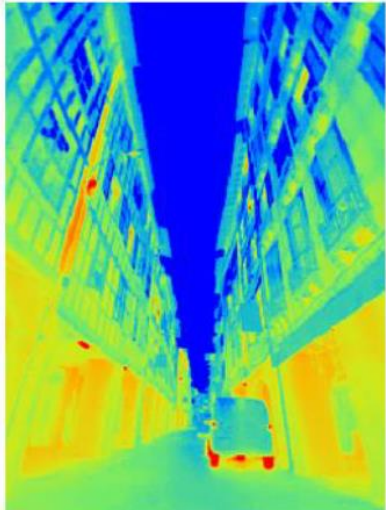


Thèse de Margot Ruiz

Grande hétérogénéité dans les résolutions et hypothèses des modèles de micro-climat urbain (MCU)

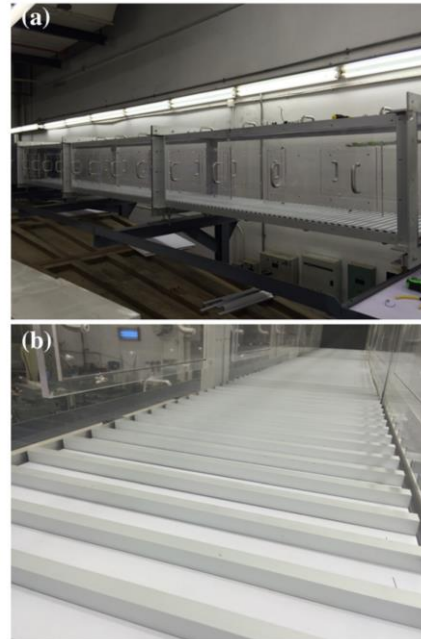
Obstacles à la validation des modèles numériques :

Mesures en extérieures :



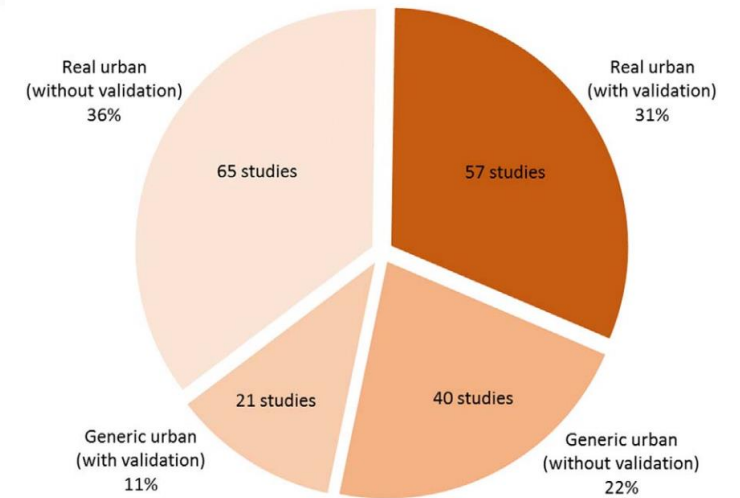
- Environnement non contrôlé.
- Difficile d'isoler un phénomène physique, menant à d'éventuelles sources d'erreurs compensatrices.

Mesures en laboratoire :



- Configurations théoriques.
- Nombre limité de phénomènes physiques.
- Néglige les phénomènes à grande échelle.
- Problématiques de similitudes.

Manque de validation des modèles de MCU:



Toparlar et al., 2017

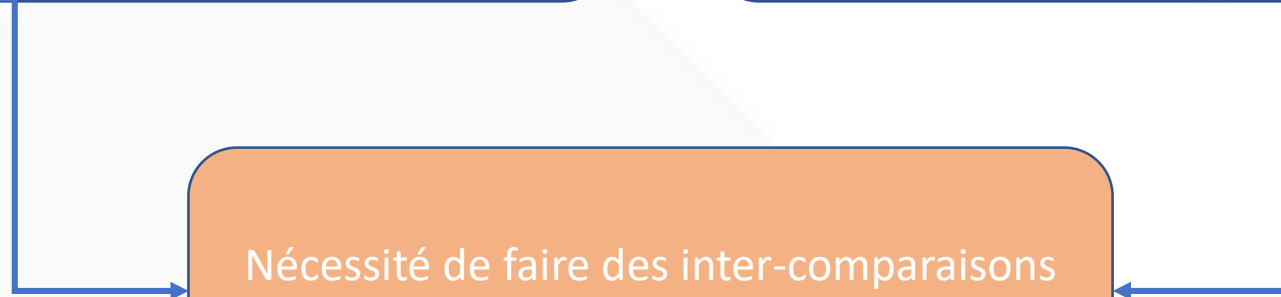
D'après une review de Toparlar et al. en 2017, plus de la moitié des modèles CFD de MCU ne sont pas validés.

1.4) Pourquoi veut-on comparer les modèles entre eux ?

Grande hétérogénéité dans les résolutions et hypothèses des modèles de micro-climat urbain

Difficultés à valider les modèles

Nécessité de faire des inter-comparaisons de modèles de micro-climat urbain

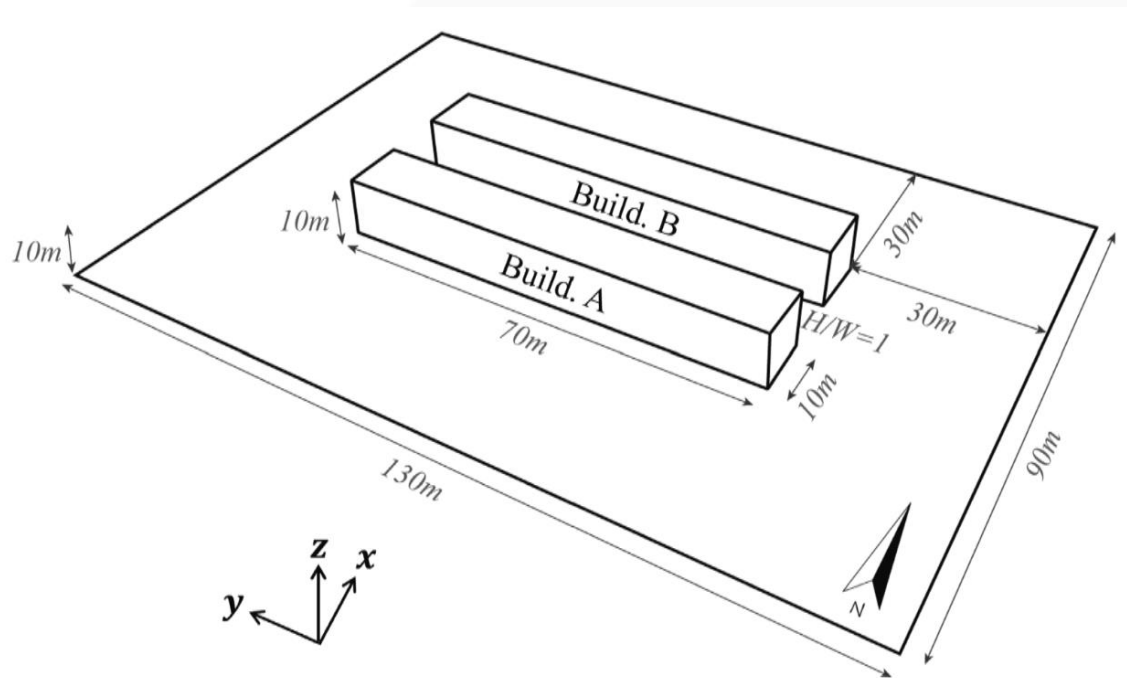


2) Article de Gresse et al.

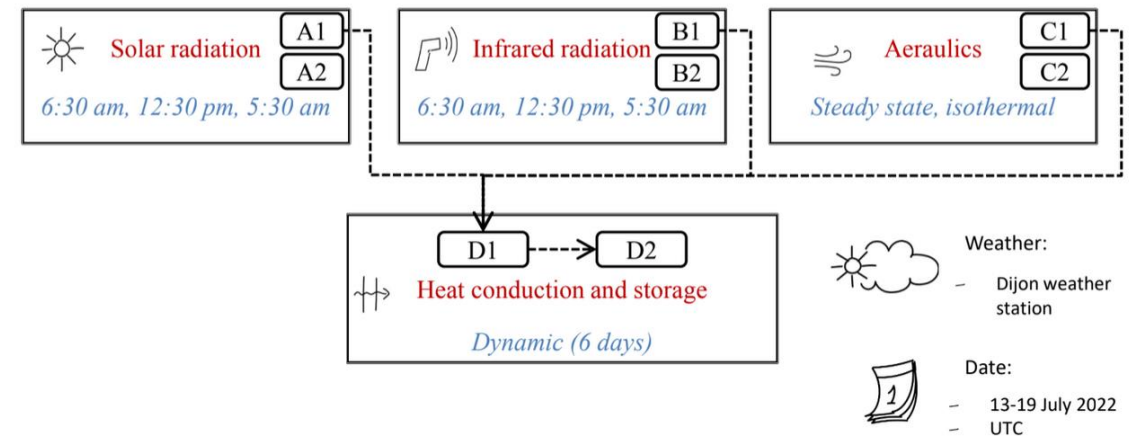
Article : «Qualification of microclimate models and simulation tools: An academic Benchmark»
Gresse et al. 2025, *Building and environment*

Objectif : comparer 4 modèles de MCU (Solene-MCU, Solene-Sushi, Mathis et Traboule)

Cas d'étude : simulation d'une rue canyon sur une semaine lors d'une vague de chaleur :



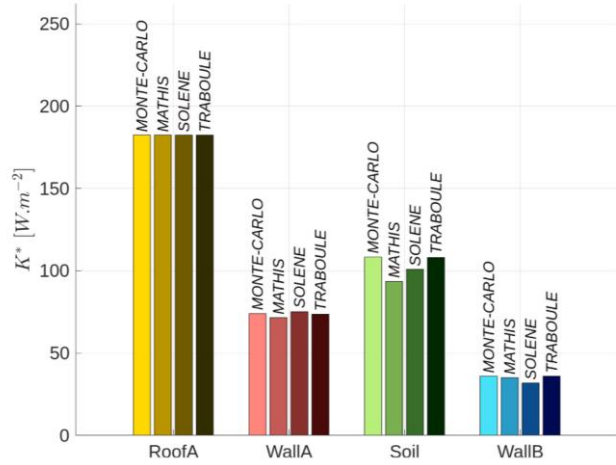
Méthode incrémentale :



2) Article de Gresse et al.

Rayonnement (CLO et GLO) :

Rayonnement absorbé par les surfaces

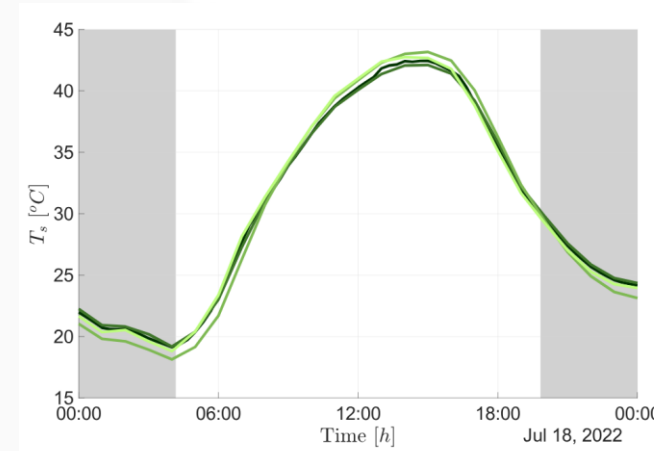


Écarts faibles



Rayonnement + conduction :

Température de surface

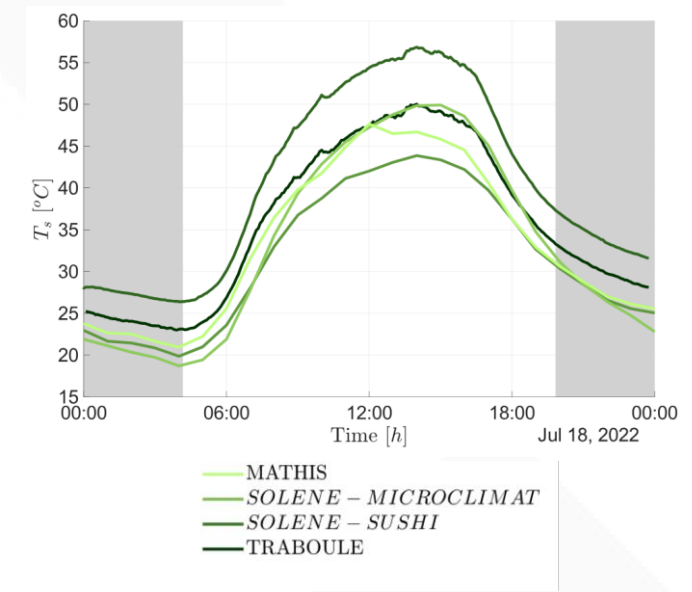


Écarts faibles



Rayonnement + conduction + aéralique :

Température de surface

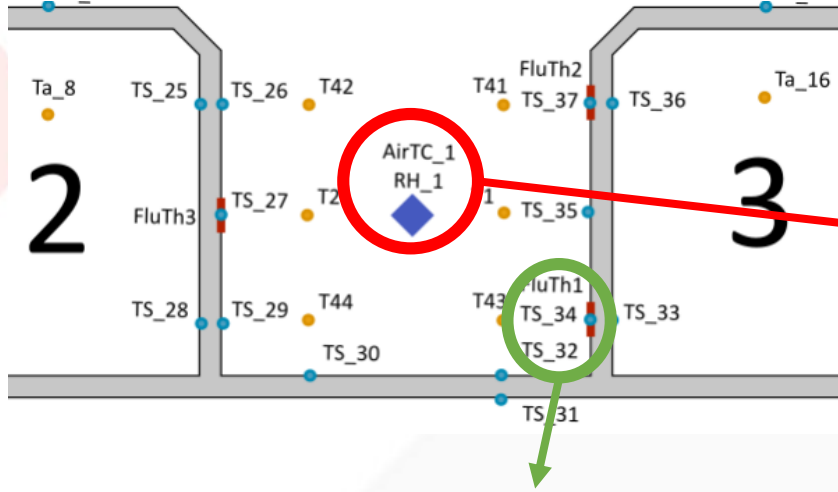


15 °C d'écart

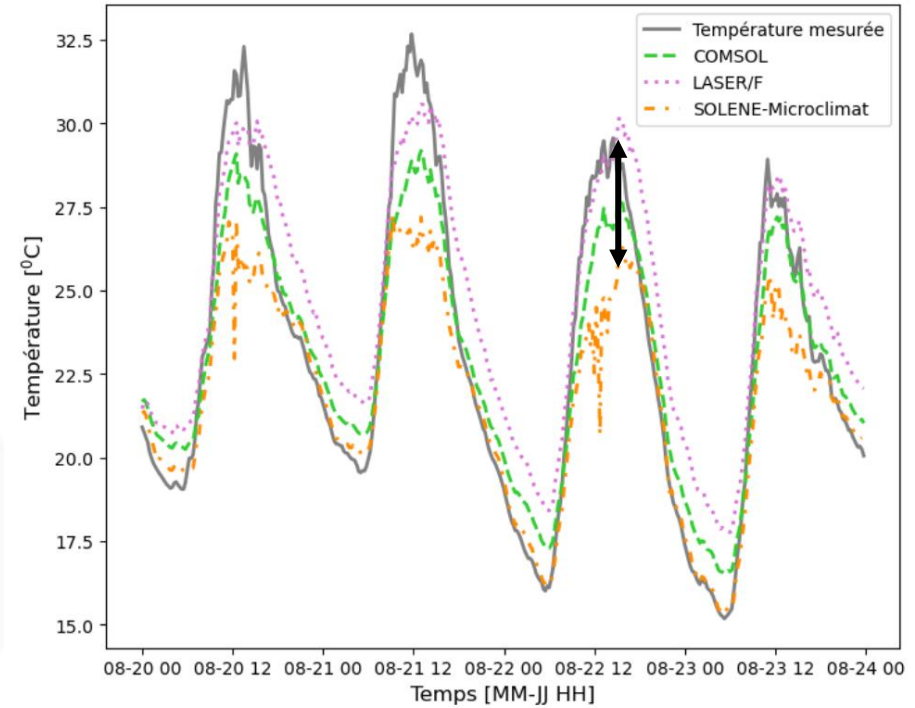


Écarts dus aux modèles aéraliques

3.1) Inter-comparaison Climabat

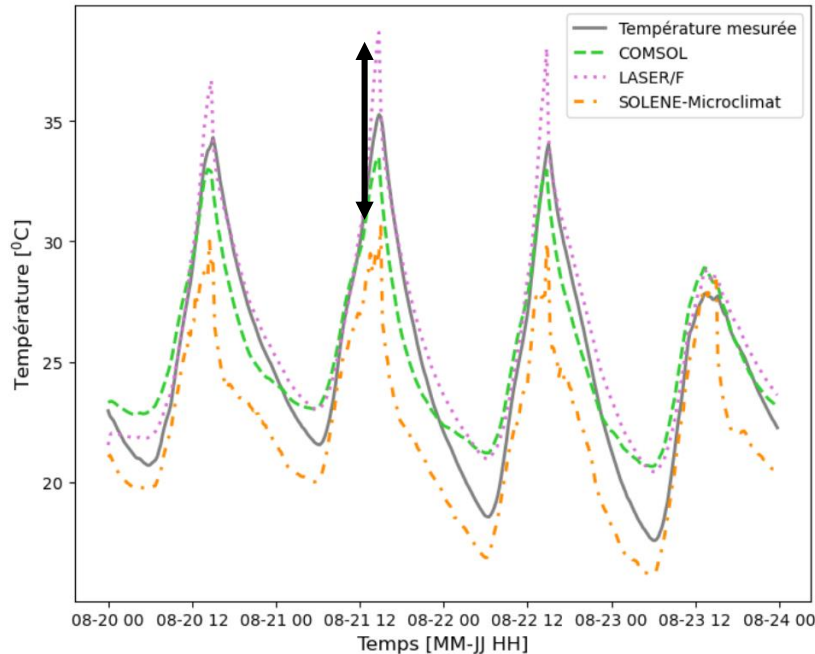


AirTC_1 (Température de l'air):



4°C d'écart entre LASER/F et Solene sur la température de l'air en journée

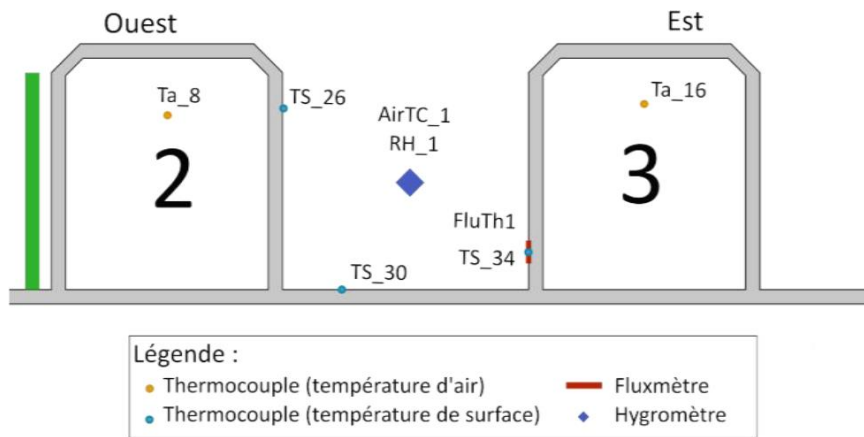
Ts_30 (Température de surface du mur exposé Ouest):



7°C d'écart entre LASER/F et Solene sur la température de surface en journée

3.2) Limites des mesures sur Climabat

Nous avons peu comparé les modèles avec les mesures.



Murs et toits végétalisés sur certaines rues canyons de la plateforme.

Propriétés thermiques du sol inconnues

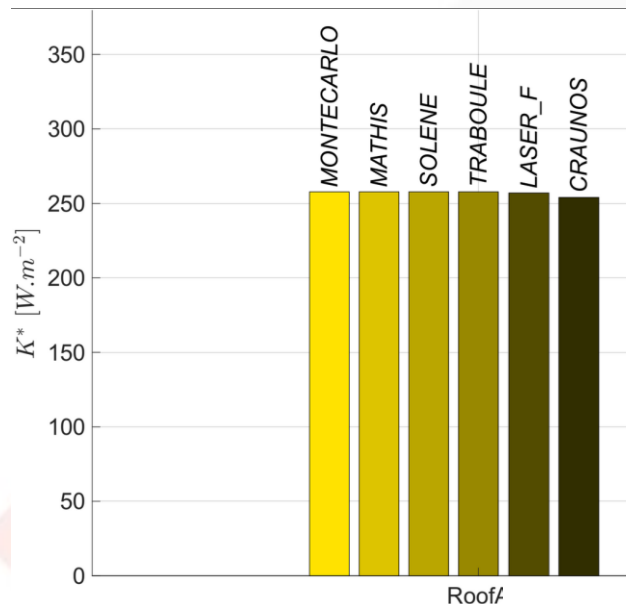
Haie d'arbres en amont de la plateforme



Rayonnement (CLO et GLO) :

Objectif : reprendre la méthode de Gresse et al. pour comparer les modèles radiatifs

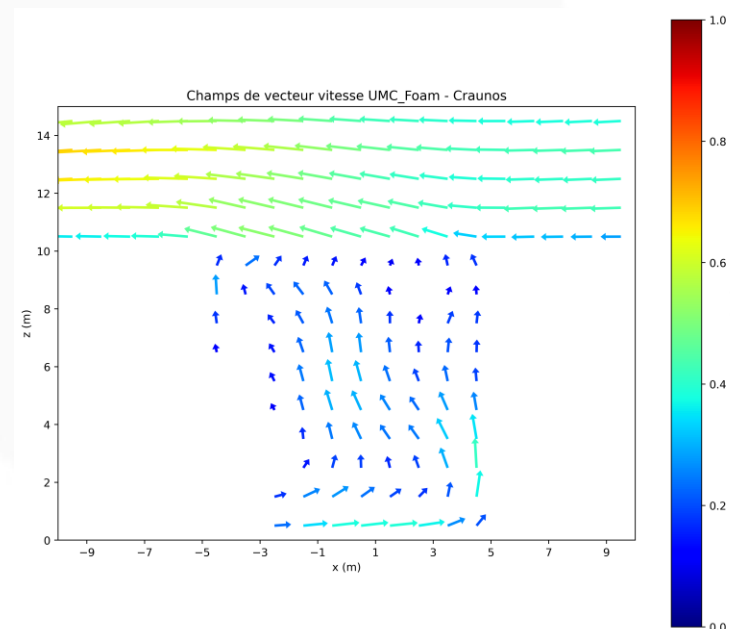
Rayonnement :



Aérodynamique stationnaire :

Objectif : Comparer les modèles aérodynamiques sur un cas simple.

Champ de vitesse dans une rue canyon :



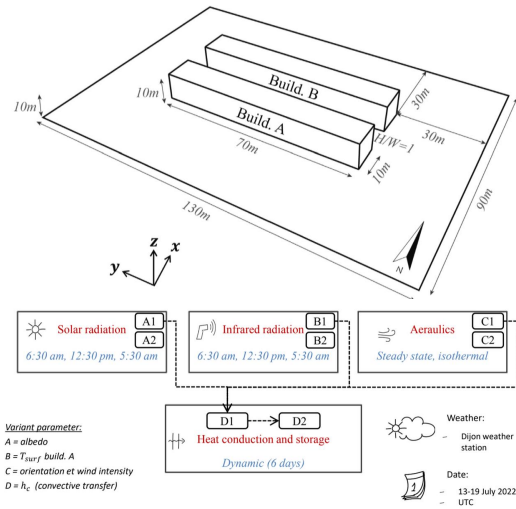
Climat urbain en simulation temporelle :

Comparer les modèles sur :

- Température de l'air
- Température de surface
- Flux de chaleur convectif aux parois
- Confort thermique du piéton

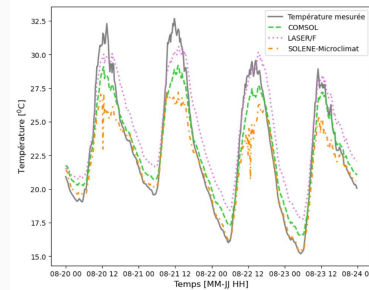
Calculer ces variables pour des variations d'albédo ou de géométrie de la rue.

Inter-comparaison Gresse et al. :



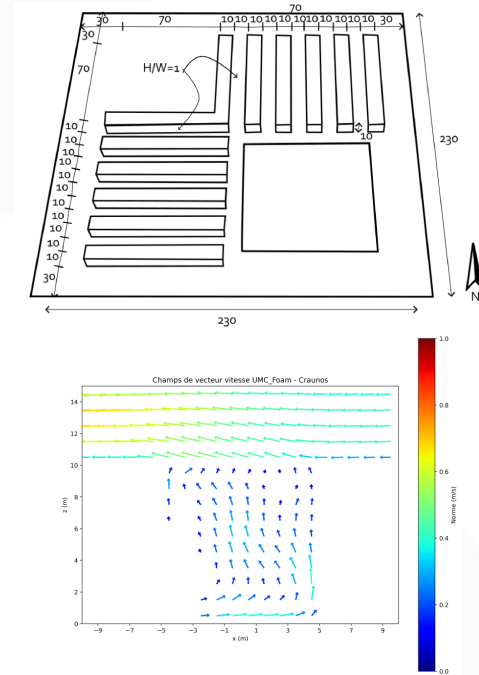
- Méthode incrémentale permettant d'identifier la source de l'écart entre les modèles.
- Souligne l'importance du modèle aéraulique.

Inter-comparaison Climabat :



- Difficultés à obtenir des mesures fiables.
- Difficultés à identifier l'origine des différences entre les modèles.

Inter-comparaison aéraulique :



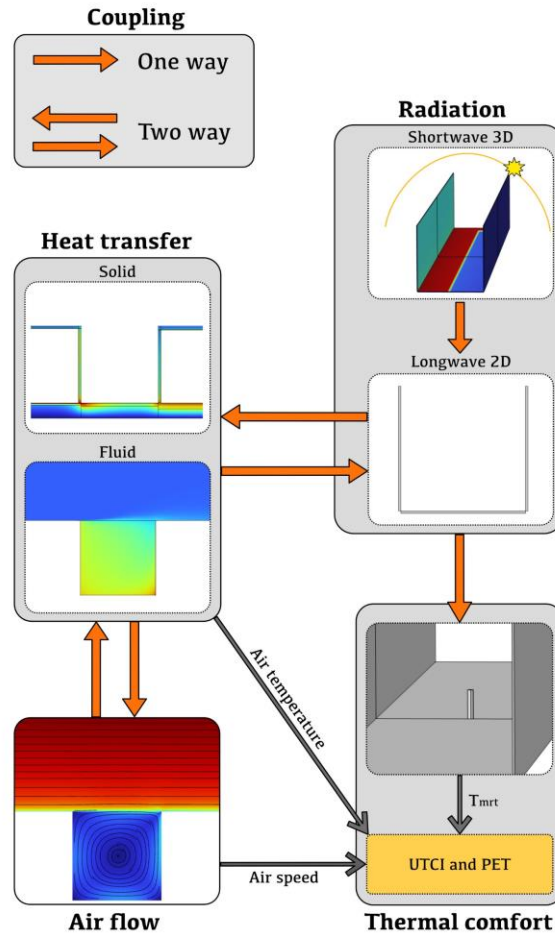
- Etude en cours
- Basé sur la méthodologie de Gresse et al.
- Centré sur l'aérauliques dans les modèles de MCU



Merci pour votre
attention !

Modèle Craunos :

Physique	Méthode	Niveau de détail
Rayonnement	Méthode des radiosités pour CLO et GLO / Ciel Isotrope	**
Aéraulique	2D CFD RANS / flottabilité	***
Conduction	2D éléments finis	***
Végétation	X	X
Transferts d'humidité	X	X
Sources anthropiques	X	X
Bâtiment	Bilan thermique simplifié	**
Confort thermique	Extérieur UTCI/PET	***



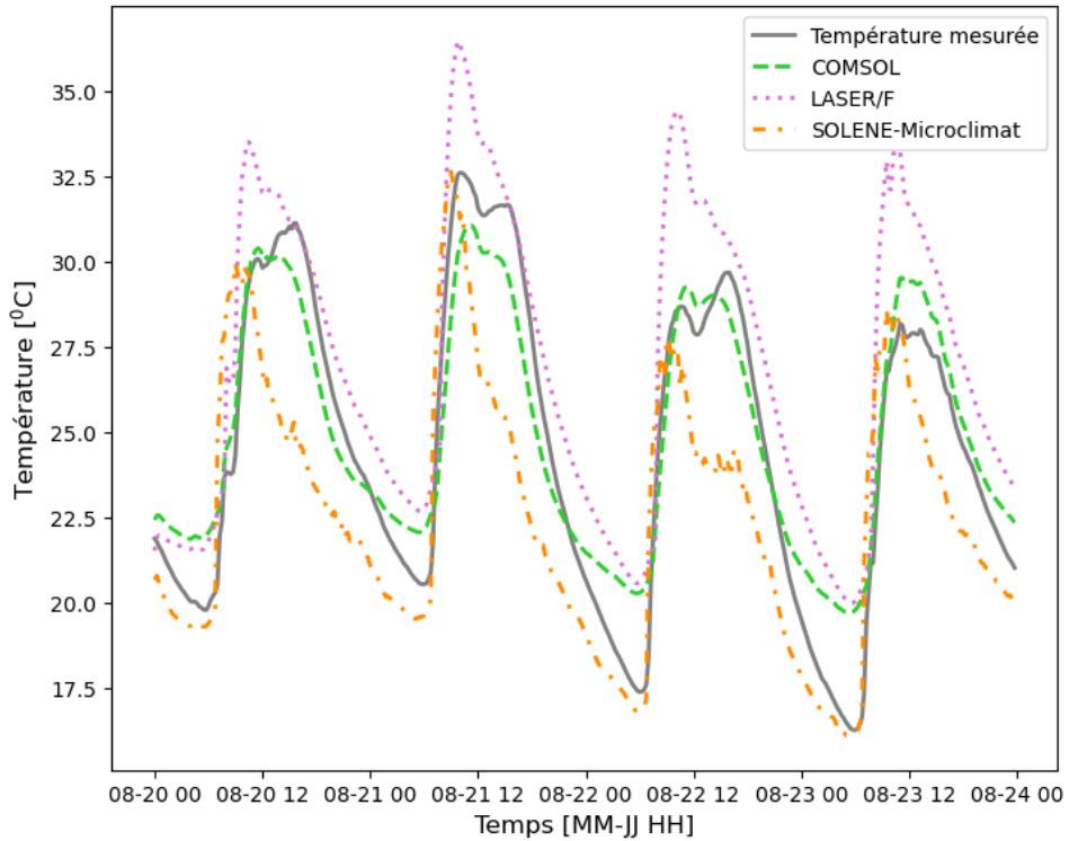


Figure 3 : *Température de surface du haut du mur exposé Est (capteur TS_26)*

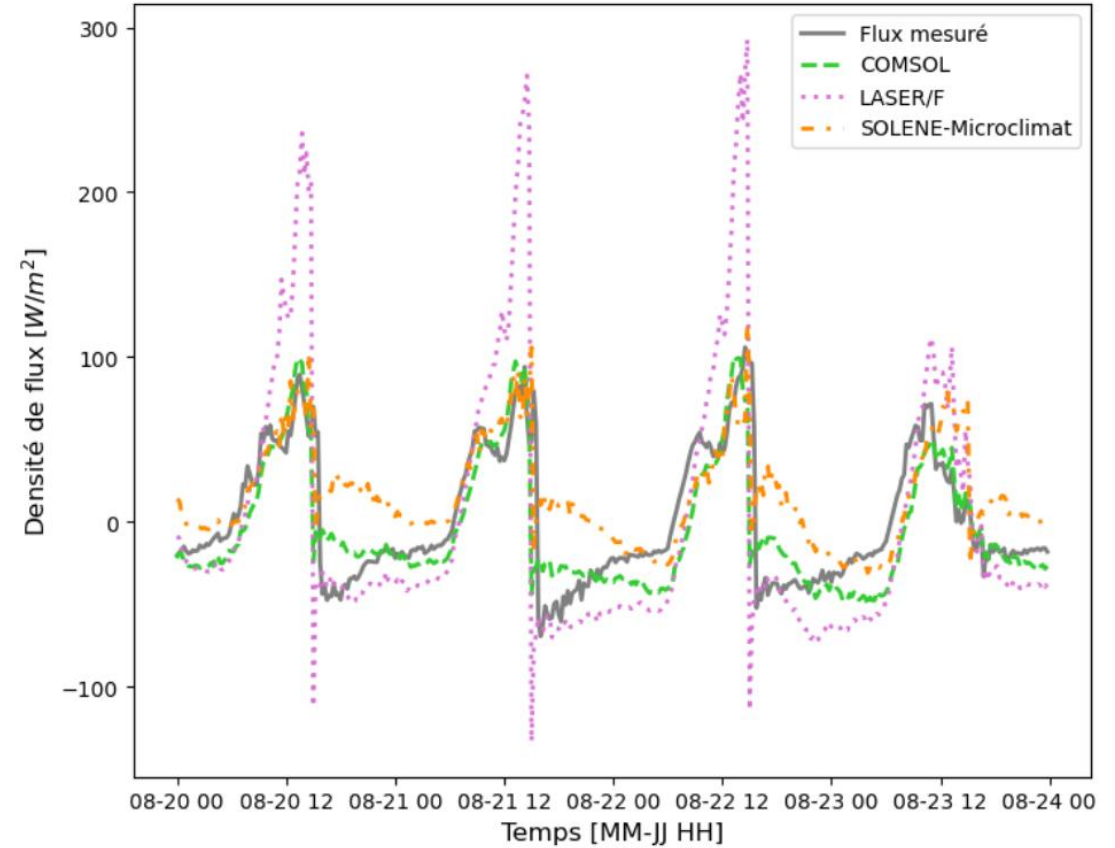


Figure 5 : *Flux conduit dans le mur exposé Ouest (capteur FluTh1)*

Température de surface du sol :

