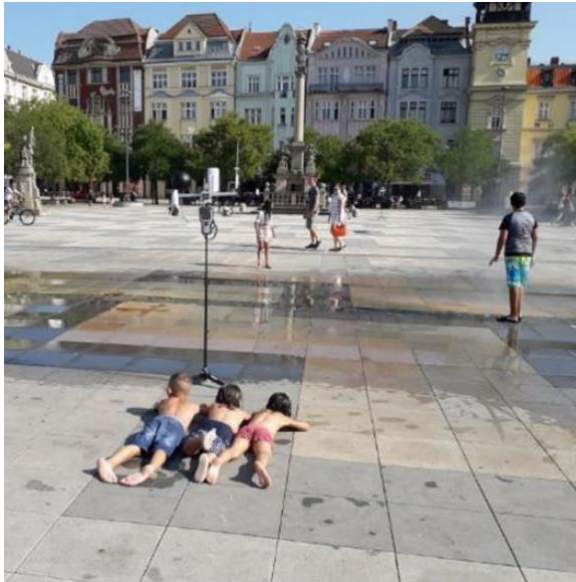


Les différentes approches de mesure *in situ*



Martin Hendel

Académie du Climat

Journée DIAMS

10 septembre 2024

L'équipe Climat Energie en Milieu Urbain

Rafrâichissement urbain : du laboratoire à la ville

Equipe : 6 ens.-chercheurs permanents, 9 thèses en cours

ESIEE
PARIS

CCI PARIS ILE-DE-FRANCE
EDUCATION



Université
Paris Cité



Laboratoire
Interdisciplinaire
des Energies
de Demain

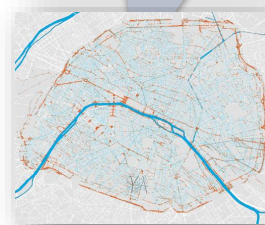
SciencesPo
LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE
D'ÉVALUATION DES POLITIQUES PUBLIQUES



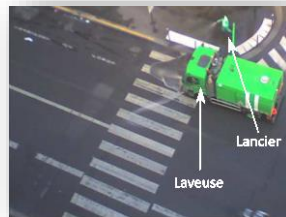
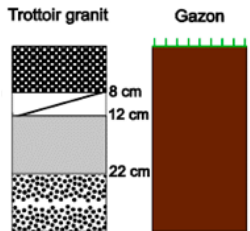
Facette urbaine *in situ*
(mur, toiture, revêtement)

Bâtiment, rue,
quartier

Ville,
agglomération



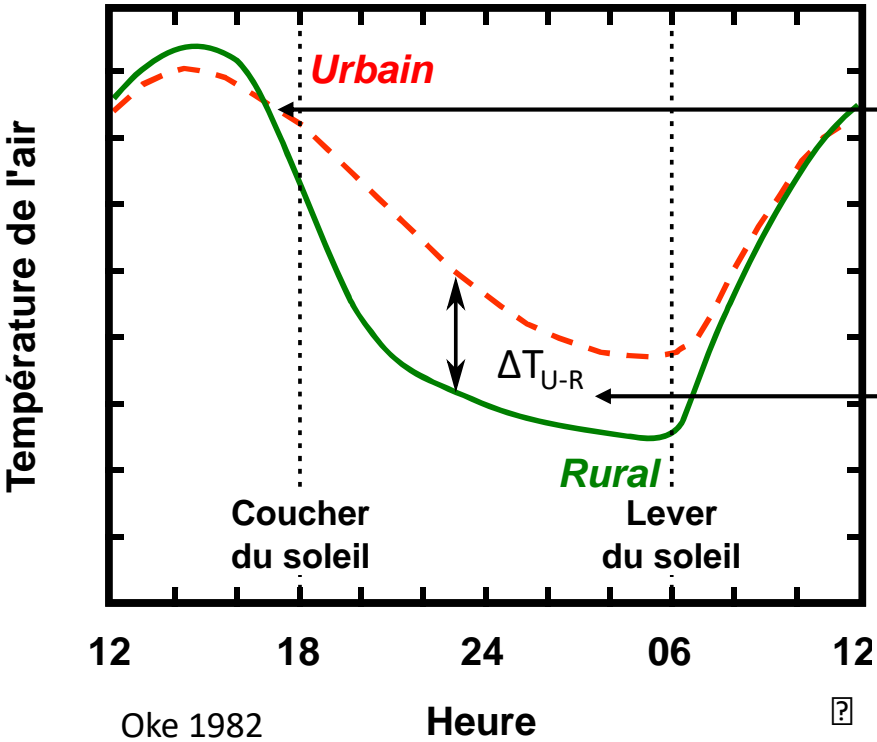
Matériaux
urbains



Thèses ICU en cours :

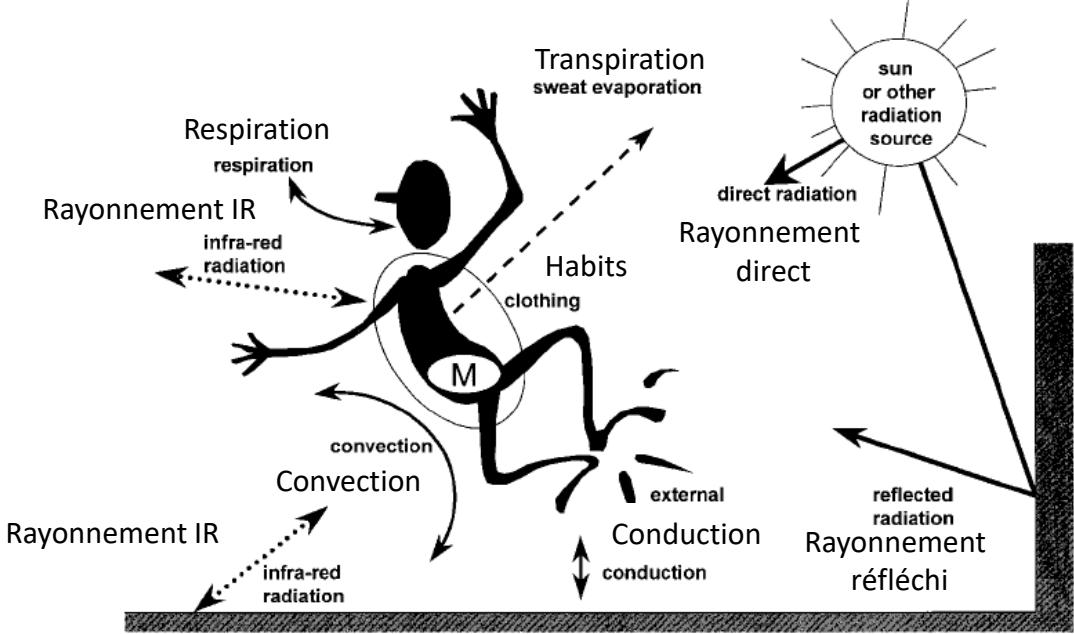
- S. Parison (2017-2020) : Arrosage urbain
- G. Karam (2019-2023) : Cours OASIS
- M. Chaumont (2019-2023) : Toitures réfl. et arrosées
- M. Chaniel (2020-2024) : Revêtements urbains *in situ*
- M. Frere (2020-2025) : Matériaux routiers
- C. Abboud (2023-2026) : Rev. et forêts urbains
- J. Kamara (2023-2026) : Stress thermique mobile
- A. Girier-Timsit (2024-2027) : Thermique des plantes

Que mesurer/caractériser ?



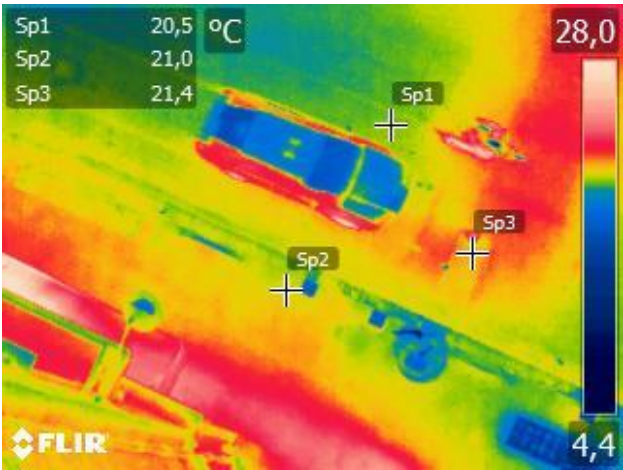
Pic de température ?

ICU ?



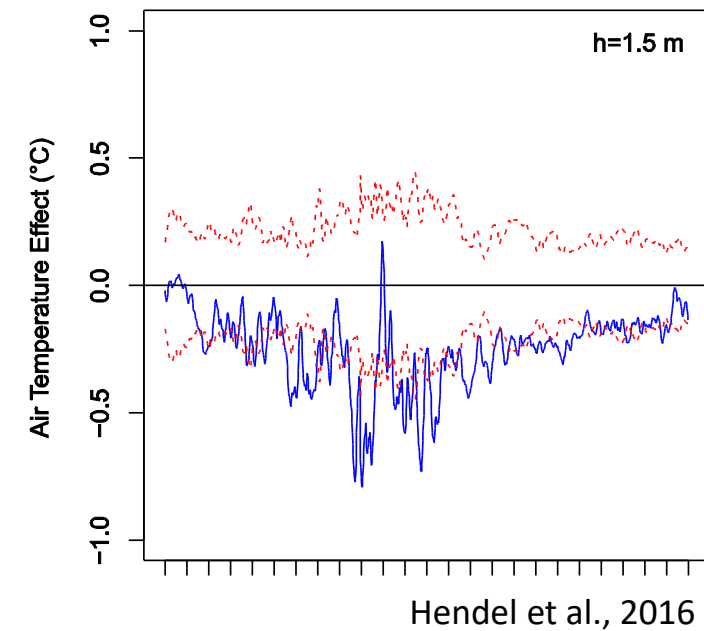
Stress thermique

Température(s) de surface(s) ?



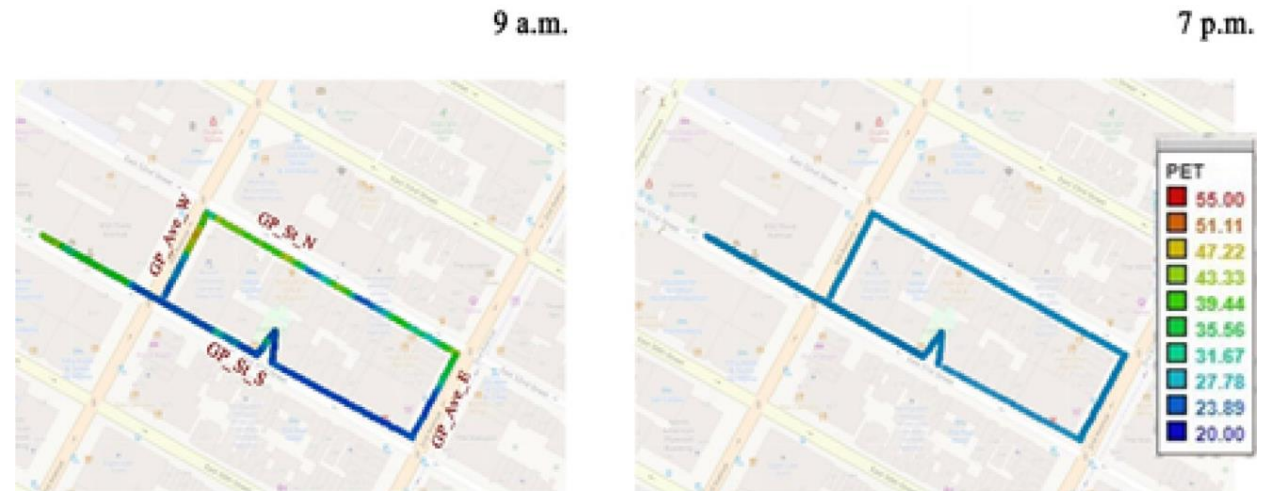
Comment ?

Mesures fixes ?



➡ Données continues dans le temps...
... mais ponctuelles dans l'espace

Mesures mobiles ?



Rosso et al., 2022

➡ Données continues dans l'espace ...
... mais ponctuelles dans le temps

Ponctuelles (qq heures, jours)

Mesures fixes



Lehnert et al., 2020



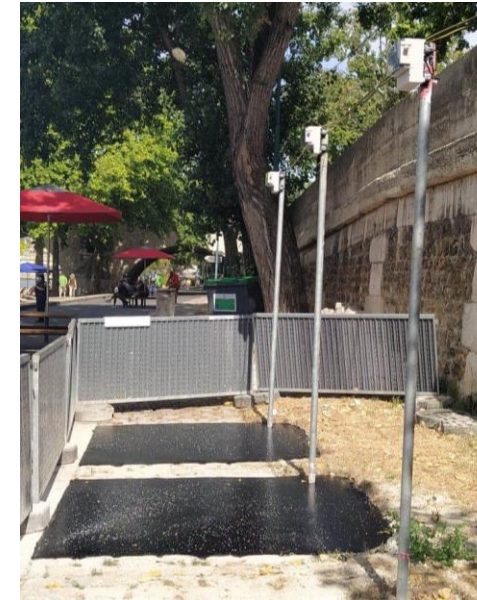
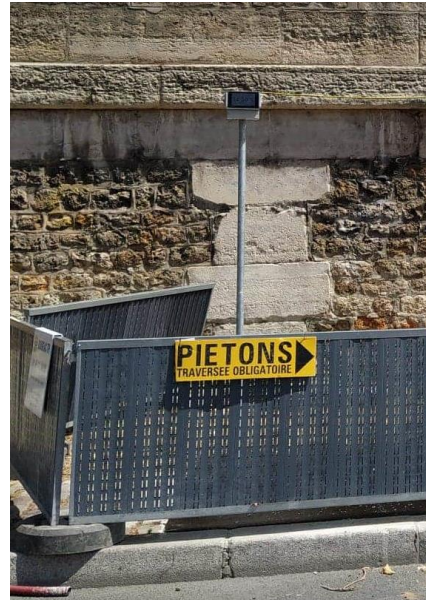
Na et al., 2021

Semi-permanentes (qq mois, années)



Lyon

New York

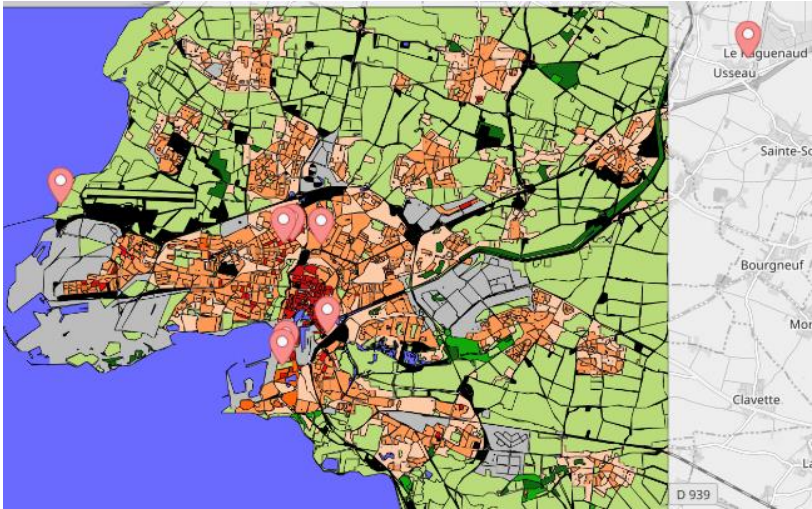


Parison et al., 2020, *unpublished*

Parison et al., 2020

Mesures fixes

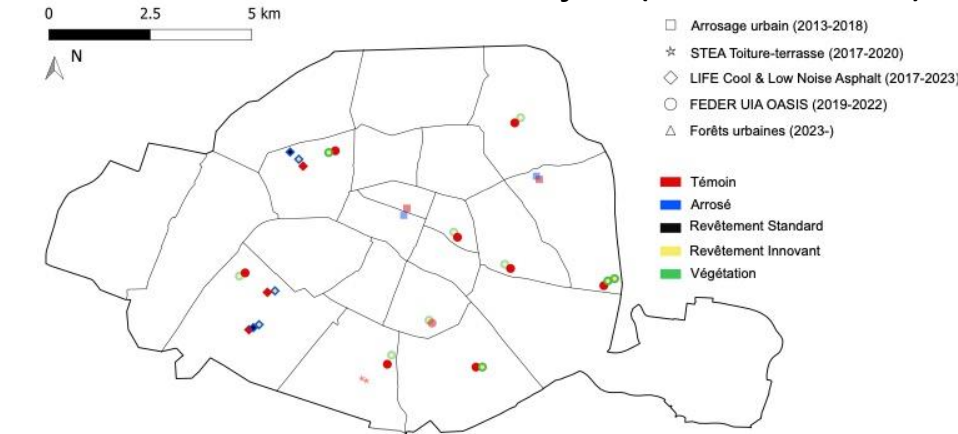
Réseaux de mesure pérennes



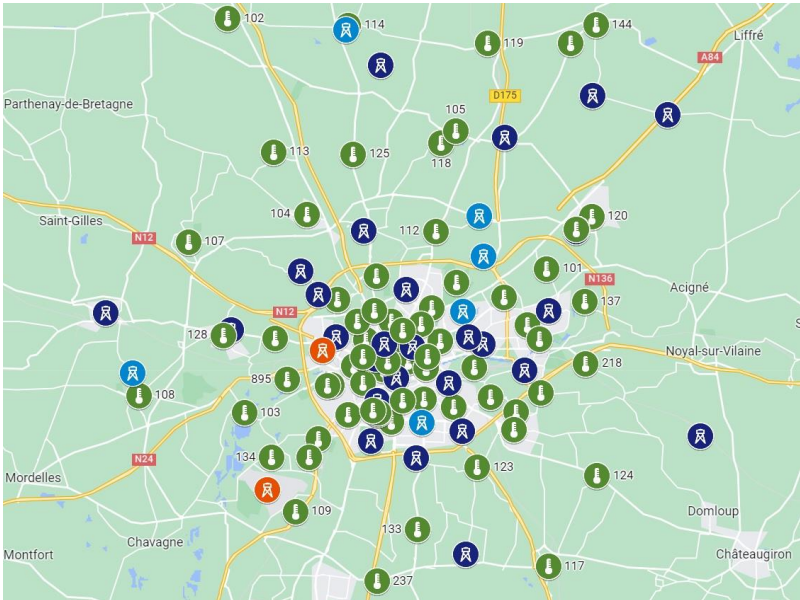
La Rochelle (8 stations)



Dijon (~100 stations)



Paris (~30 stations)



Rennes (30 stations)

Mesures mobiles



Leconte et al., 2014



Cureau et al, 2024



Heusinkveld et al., 2010



Middel et al., 2021



Pigliautile et al, 2018



Cureau et al, 2024

Vitesse/Distance

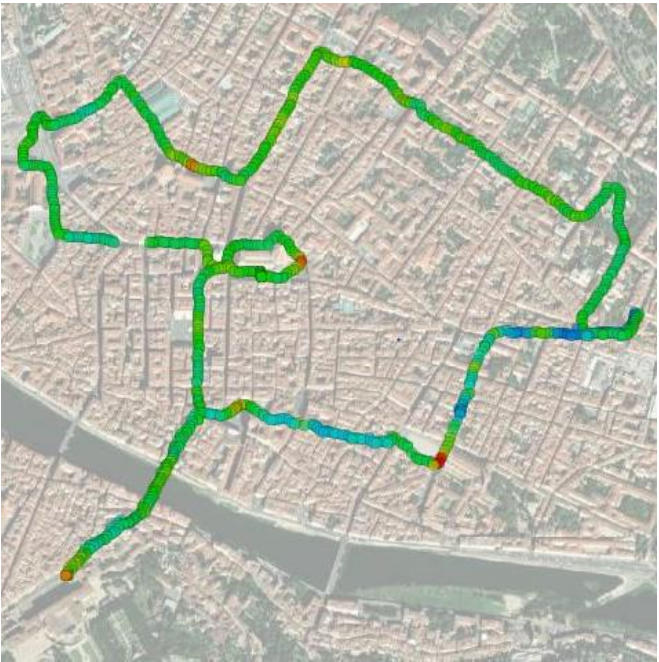
Agglomération/Territoire

Commune/Arrondissement

Quartier/Rue/Place

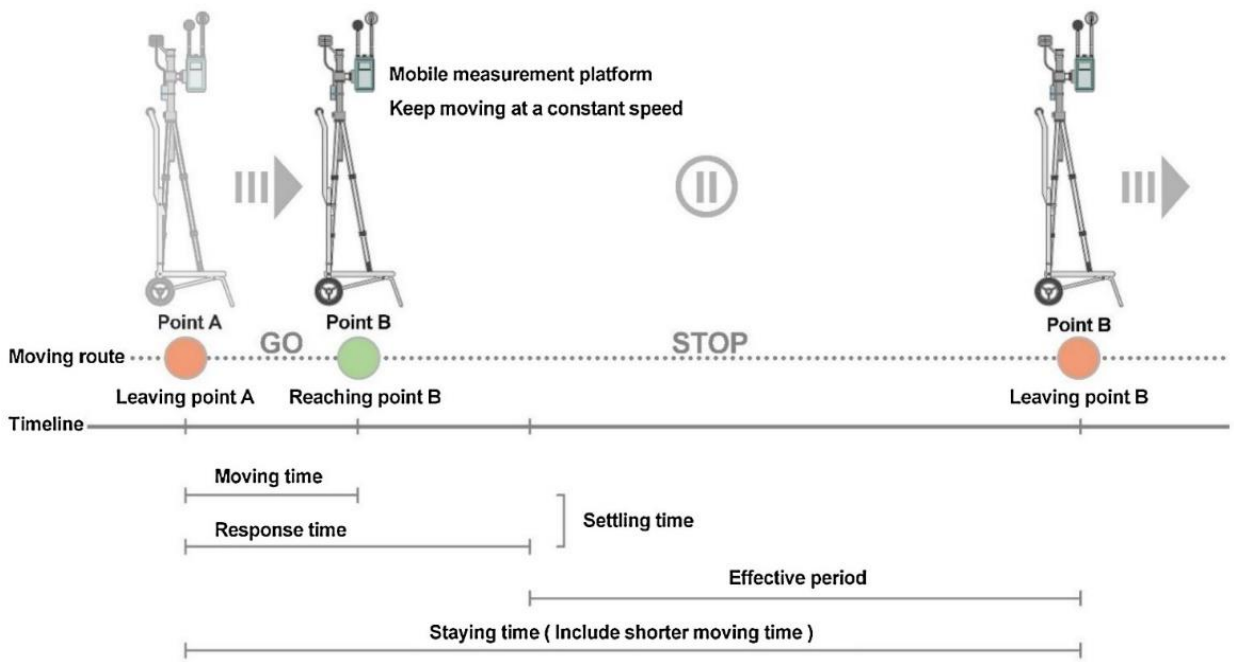
Mesures mobiles

Continues



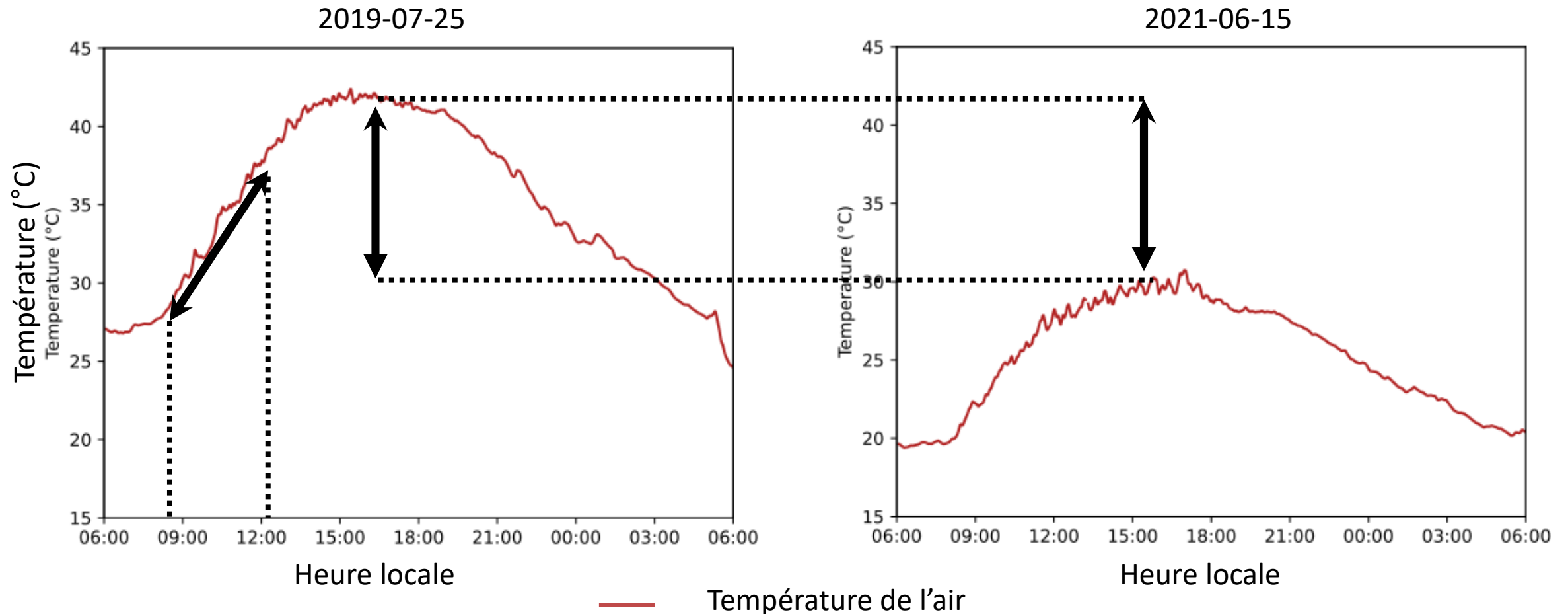
Cureau et al, 2024

Points d'intérêt (stop and go)



Qi et al, 2021

Comment comparer les mesures ?

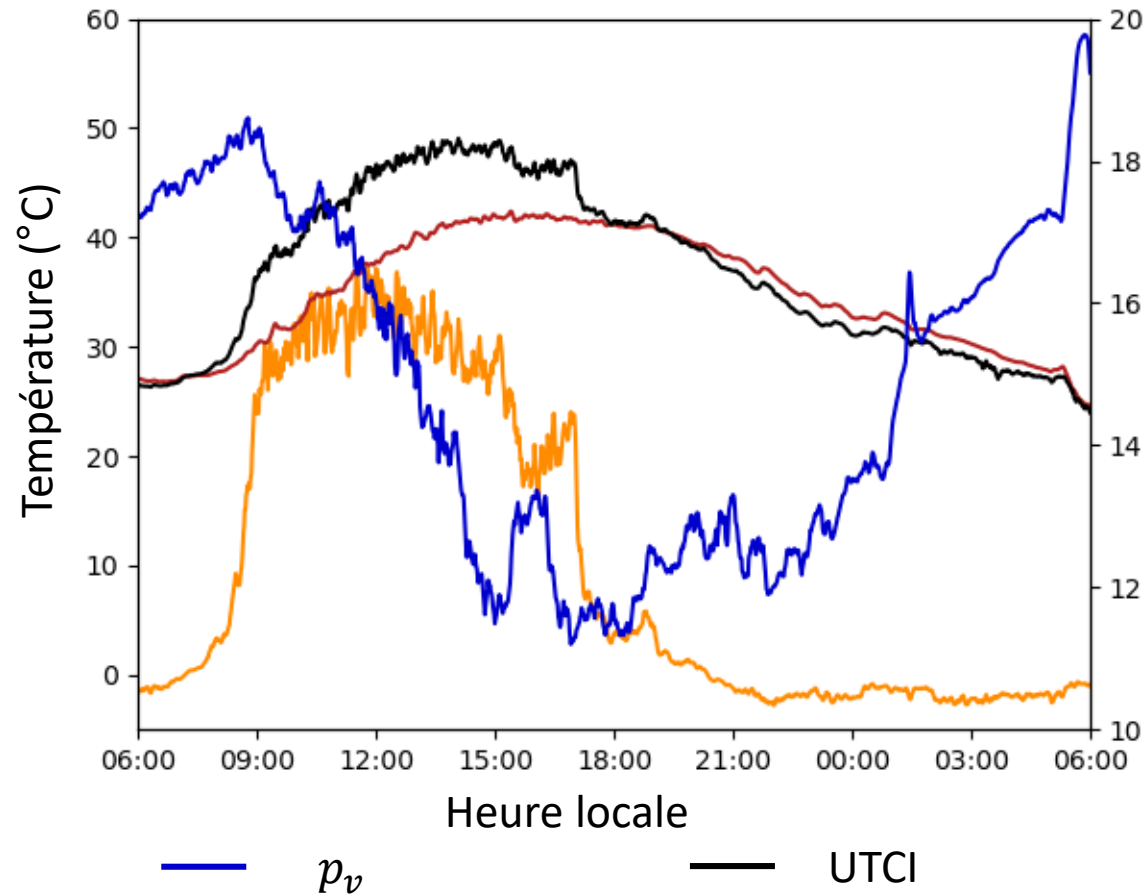


Evolution au cours d'une campagne de mesure

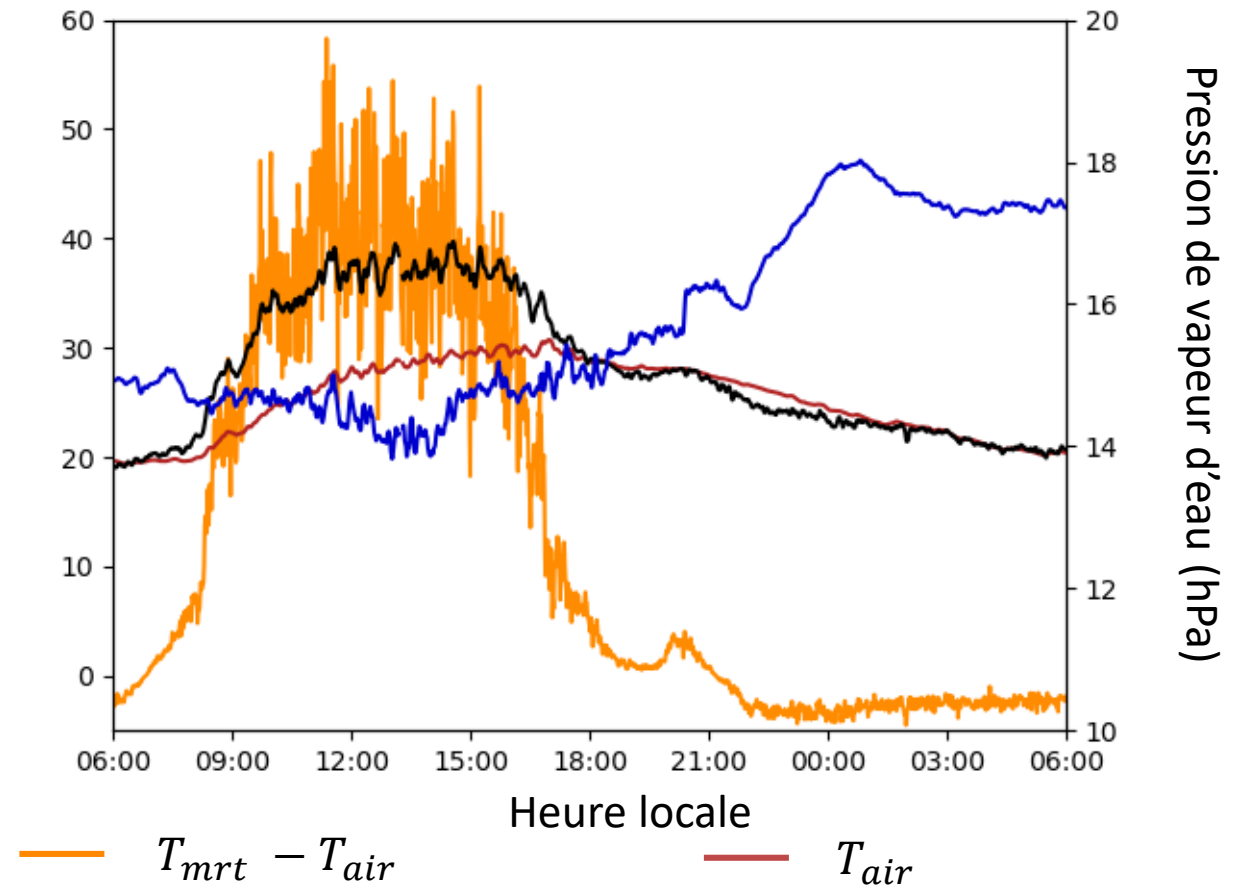
Evolution entre deux journées

Comment comparer les mesures ?

2019



2021-06-15



Comment assurer la comparabilité des données d'une année à l'autre ?

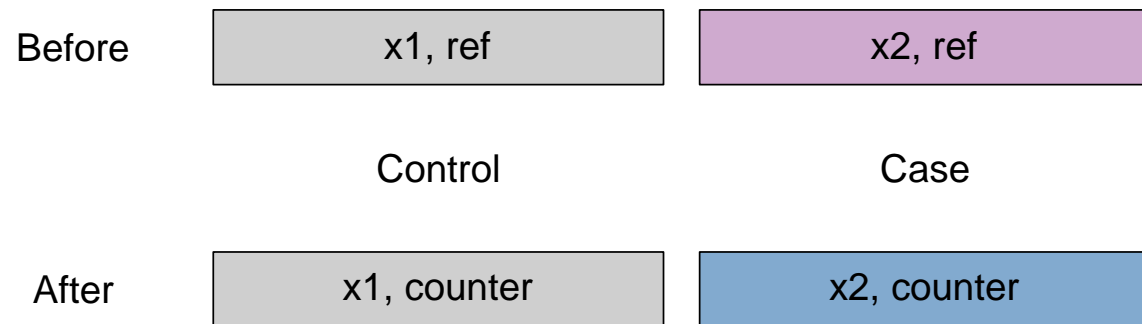
Comment tenir compte de la non simultanéité des mesures ?

Quelques exemples de corrections ou protocoles

Mesures fixes

~~Comparaison directe~~

Méthode BACI



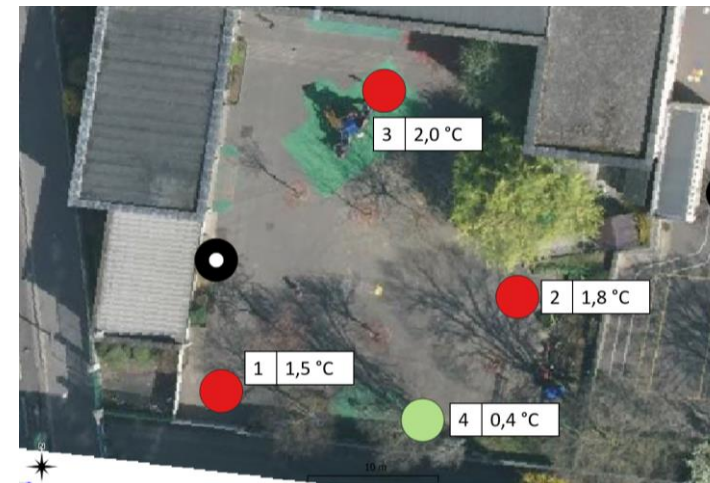
Parison et al, 2020

Mesures mobiles

Correction de la dérive temporelle horaire

Correction de l'inertie du capteur (vitesses élevées)

Utilisation d'indicateurs relatifs



Karam 2023

➡ Echanger avec les chercheurs dans votre région !

Merci de votre attention

Martin Hendel

ResearchGate

https://www.researchgate.net/profile/Martin_Hendel

Université Gustave Eiffel, ESIEE Paris, Département SEED

Université Paris Cité, Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain (LIED) - UMR 8236 CNRS

Sciences Po, Laboratoire Interdisciplinaire d'Évaluation des Politiques Publiques (LIEPP)

martin.hendel@u-paris.fr

Recherches : matériaux urbains

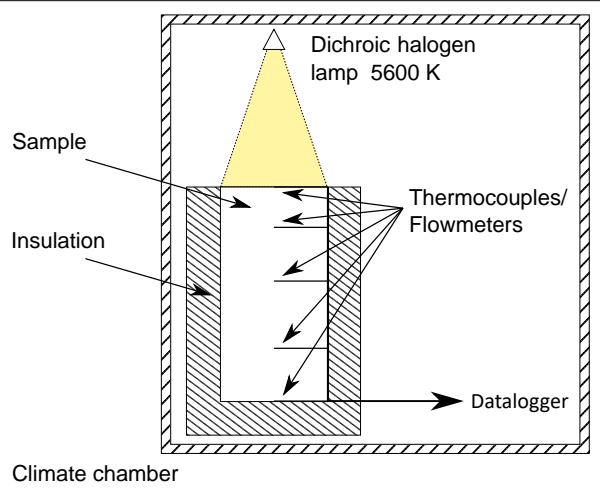
➔ Matériaux urbains

- Revêtements
- Façades et toitures

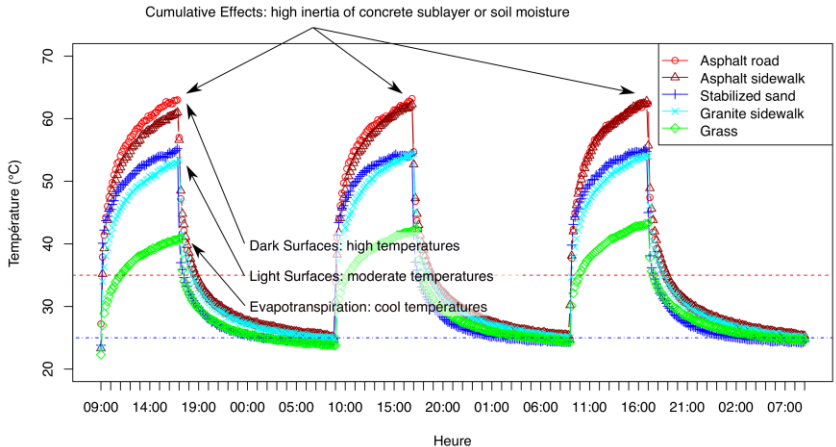
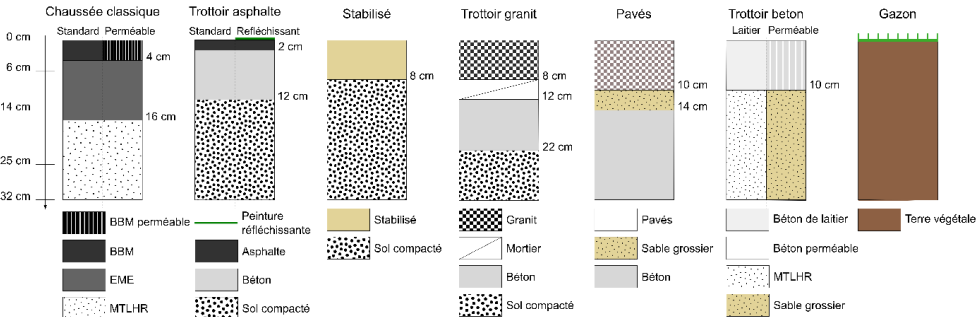
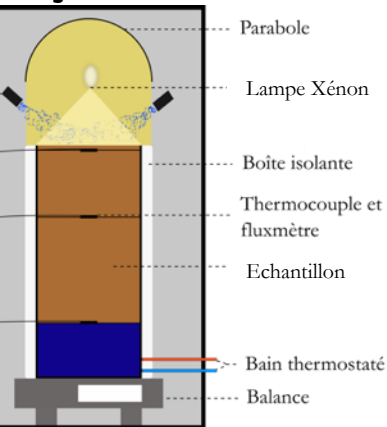
Démonstrateur Ville de Paris



Revêtements



Façades et toitures



Hendel et al., *Build. and Env.*, 2018
Parison et al., *Urban Climate*, 2020
Parison et al., *Energy and Build.*, 2020
Parison et al., *CIFQ 2022*
Chaumont et al., *under review*



Mesure d'albédo
Mesure d'émissivité

Recherches : rafraîchissement urbain (in situ)

➡ Matériaux urbains

- Revêtements
- Façades et toitures

➡ Etudes in situ

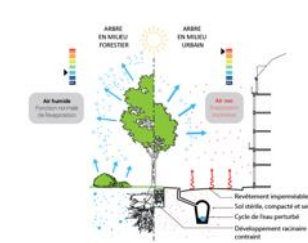
- Arrosage urbain
- Matériaux innovants
- Cours d'école
- Stress thermique et santé

Projet E3S



Hendel et al., *Urban Climate*, 2014
Hendel et al., *Urban Climate*, 2015
Hendel et al., *Appl. Therm. Eng.*, 2015
Hendel et al., *Urban Climate*, 2016
Parison et al., *Urban Climate*, 2020
Parison et al., *SCS*, 2023
Karam et al., *COBEE*, 2022
Kamara et al., *AIC* 2024

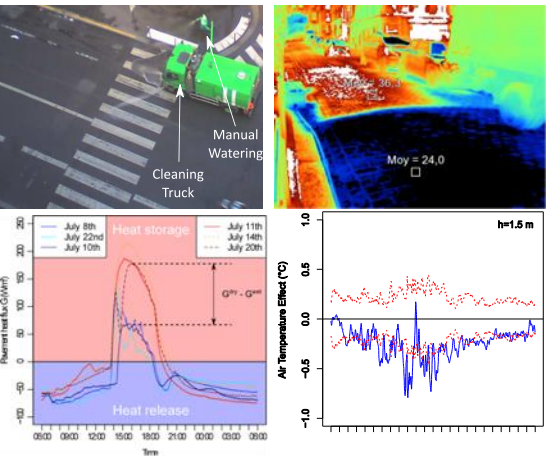
Forêts urbaines



Lisière d'une Tierce Forêt



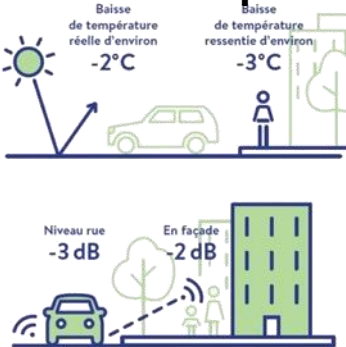
Arrosage urbain



Projet FEDER UIA OASIS



LIFE C-LOW-N Asphalt



Recherches: aide à la décision/conception



➔ Matériaux urbains

- Revêtements
- Façades et toitures

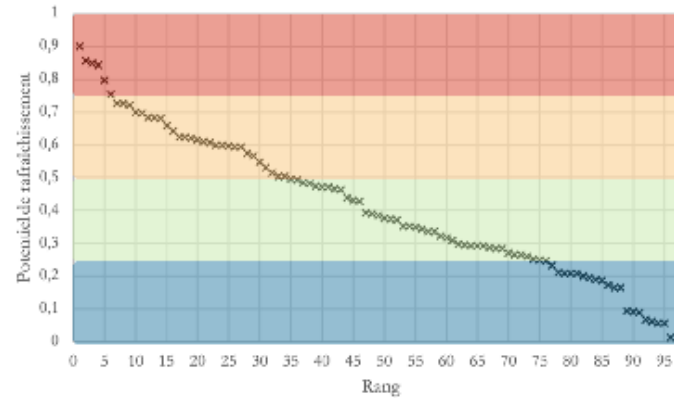
➔ Etudes in situ

- Arrosage urbain
- Matériaux innovants
- Cours d'école
- Stress thermique et santé

➔ Aide à la décision

- Où intervenir en priorité ?
- Aide à la conception

Cours d'école (Saint-Denis)



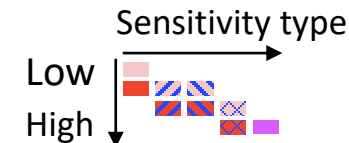
Hendel et al., *unpublished*

Stratégie d'arrosage urbain

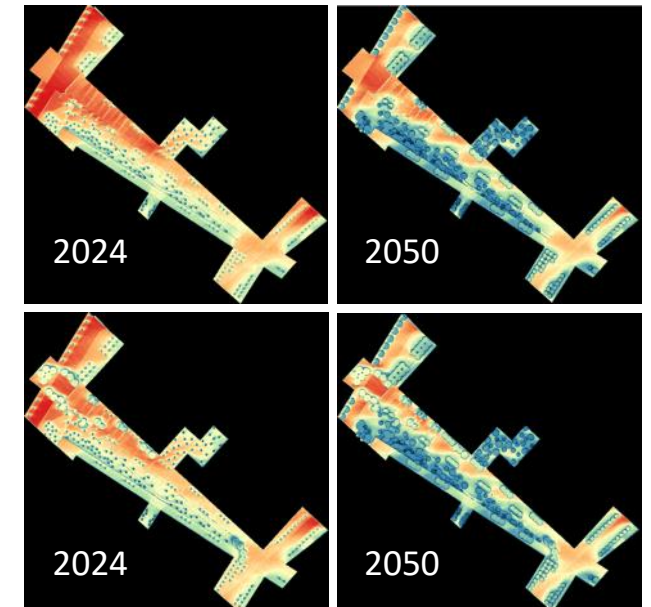


Hendel et al., *Urban Climate*, 2020

Cooling priority



Village Olympique 2024



Hendel et al., *unpublished*

Projets en cours ou à venir

➔ Matériaux urbains

- Revêtements
- Façades et toitures

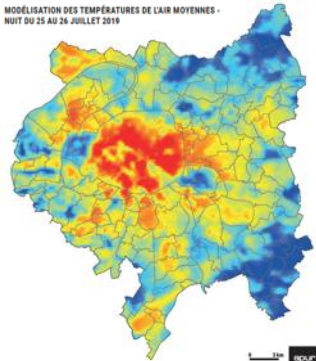
➔ Etudes in situ

- Arrosage urbain
- Matériaux innovants
- Cours d'école
- Stress thermique et santé

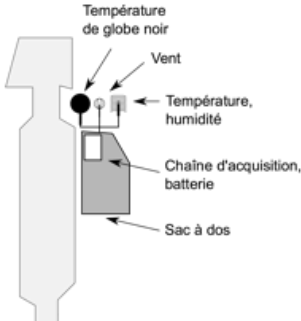
➔ Aide à la décision

- Où intervenir en priorité ?
- Aide à la conception

ANR H3Sensing (2022-2027)



Thèse J. Kamara (2023-2026)



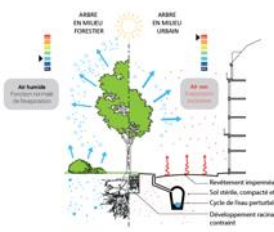
Projet ZINC (?)



ADEME Cool Street (2025-2028)

PEPR VDBI "VF++" (2025-2030)

Forêts urbaines



PEPR VDBI "Paris RÉUSSI" (2025-2030)

Thèse CIFRE C. Abboud (2023-2026)
Thèse CDSN A. Girier (2024-2027)

Revêtements urbains VdP



Merci de votre attention

Martin Hendel

ResearchGate

https://www.researchgate.net/profile/Martin_Hendel

Université Gustave Eiffel, ESIEE Paris, Département SEED

Université Paris Cité, Laboratoire Interdisciplinaire des Énergies de Demain (LIED) - UMR 8236 CNRS

Sciences Po, Laboratoire Interdisciplinaire d'Evaluation des Politiques Publiques (LIEPP)

martin.hendel@u-paris.fr