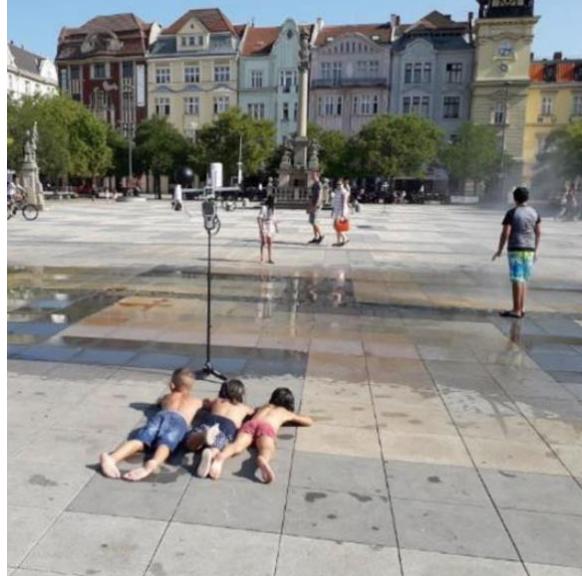


Les différentes approches de mesure *in situ*



Martin Hendel

Académie du Climat

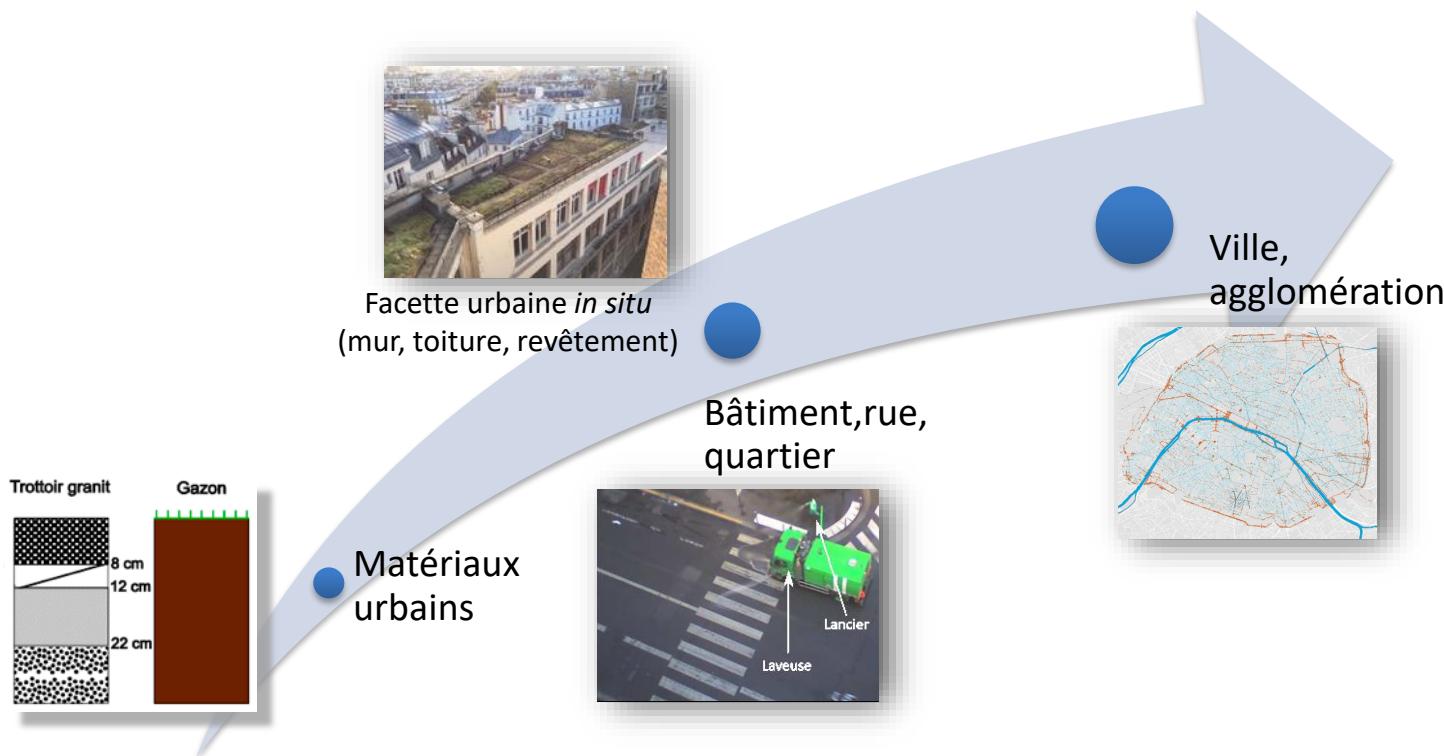
Journée DIAMS

10 septembre 2024

L'équipe Climat Energie en Milieu Urbain

Rafraîchissement urbain : du laboratoire à la ville

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



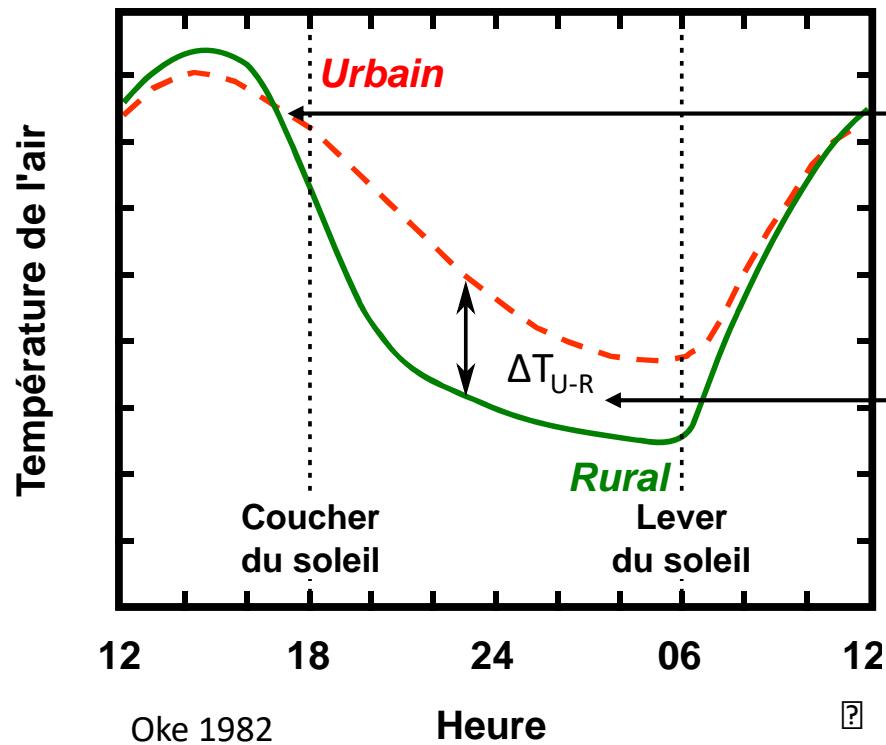
CCI PARIS ILE-DE-FRANCE
EDUCATION



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. Chanal (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

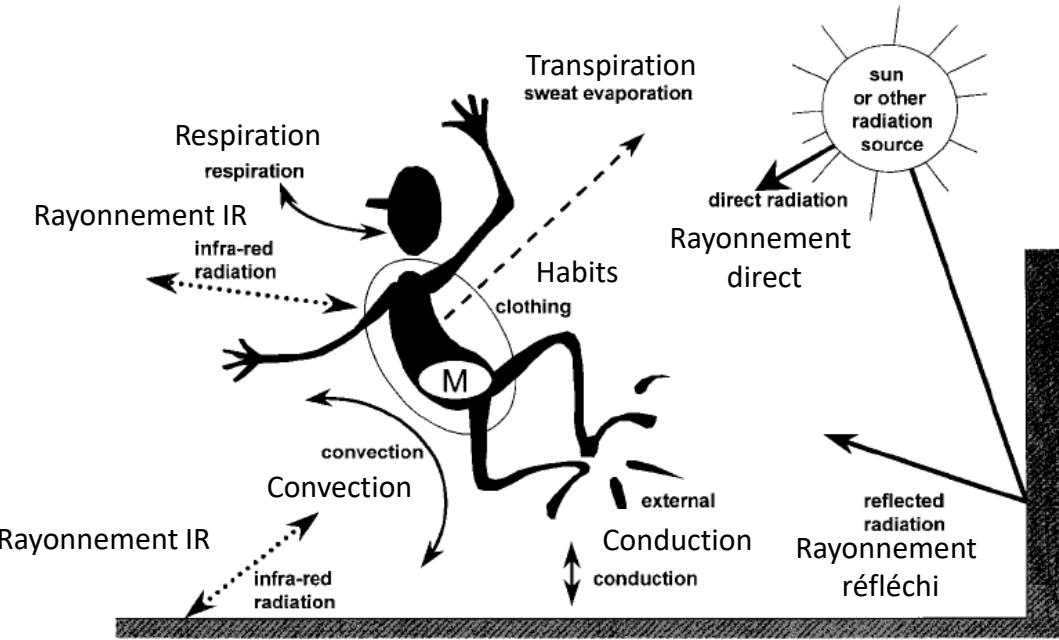
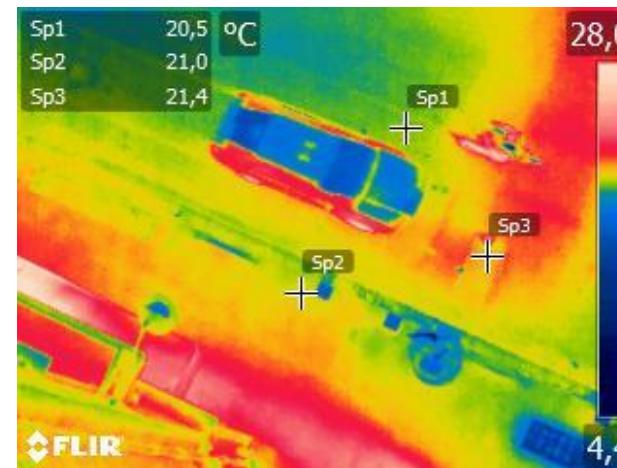
Que mesurer/caractériser ?



Pic de température ?

- ICU ?

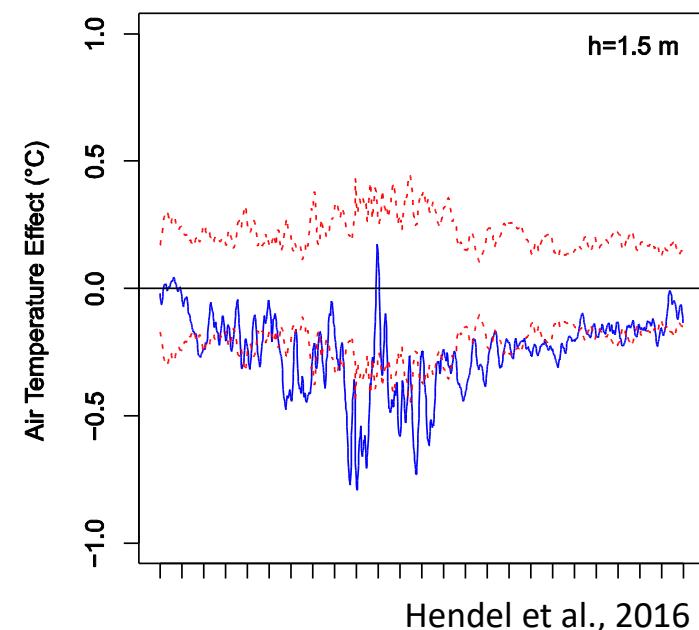
Température(s) de surface(s) ?



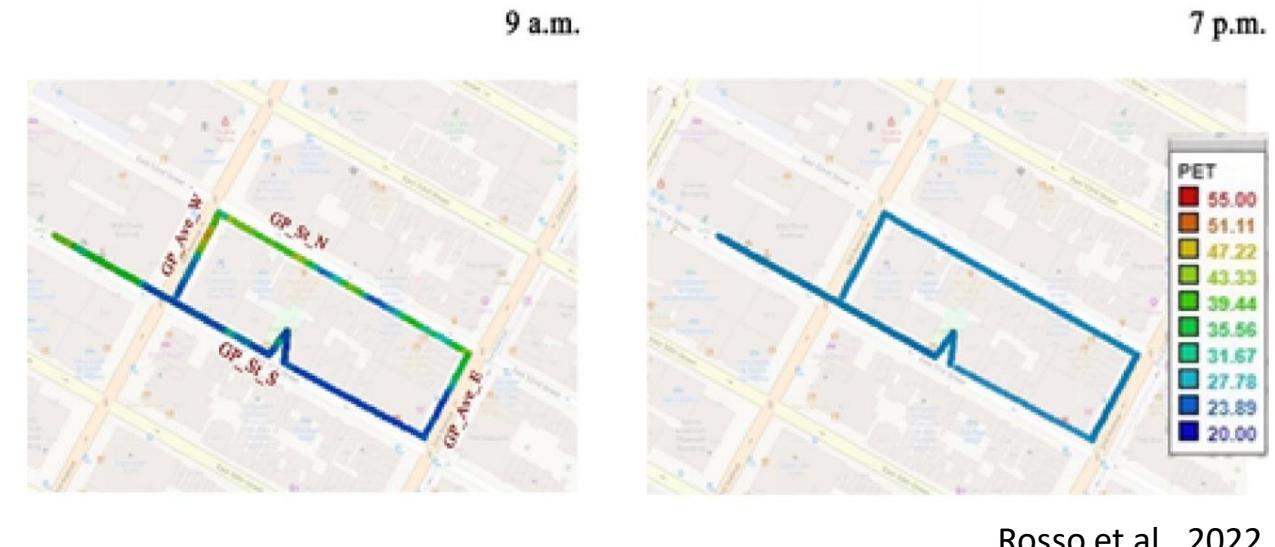
Stress thermique

Comment ?

Mesures fixes ?



Mesures mobiles ?



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

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

Ponctuelles (qq heures, jours)



Lehnert et al., 2020

Mesures fixes



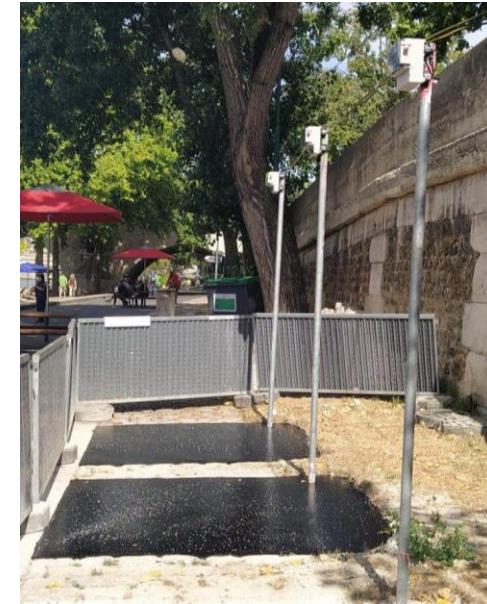
Na et al., 2021

Semi-permanentes (qq mois, années)



Lyon

New York

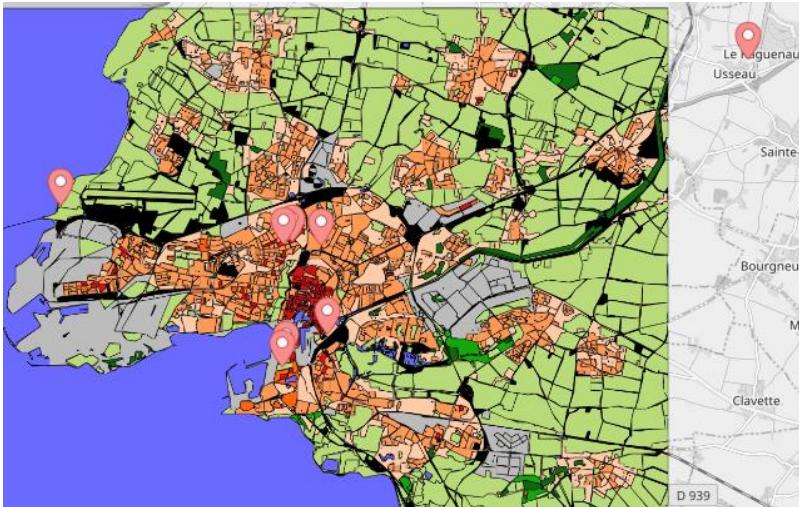


Parison et al., 2020, *unpublished*

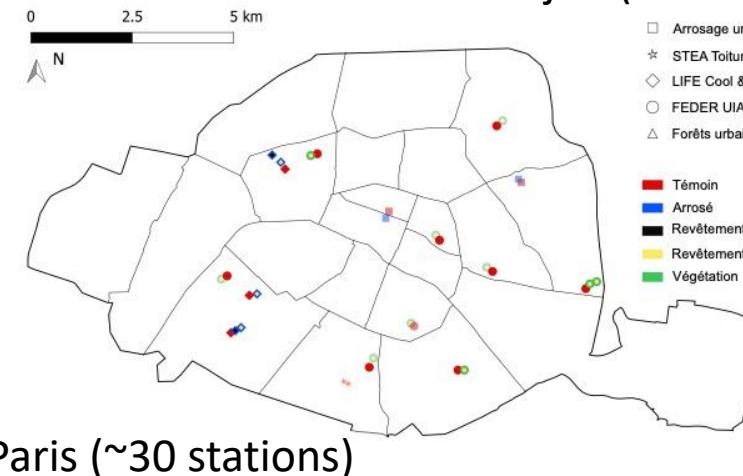
Parison et al., 2020

Mesures fixes

Réseaux de mesure pérennes



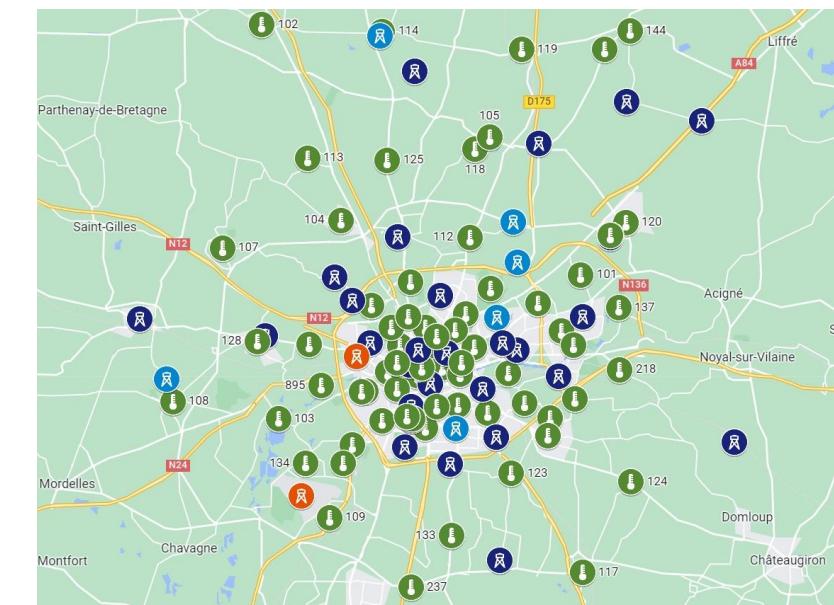
La Rochelle (8 stations)



Paris (~30 stations)



Dijon (~100 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

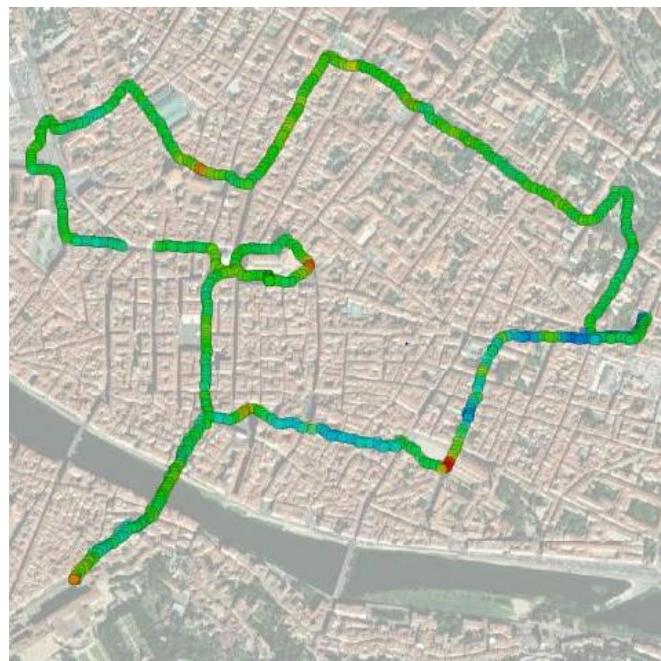
Agglomération/Territoire

Commune/Arrondissement

Quartier/Rue/Place

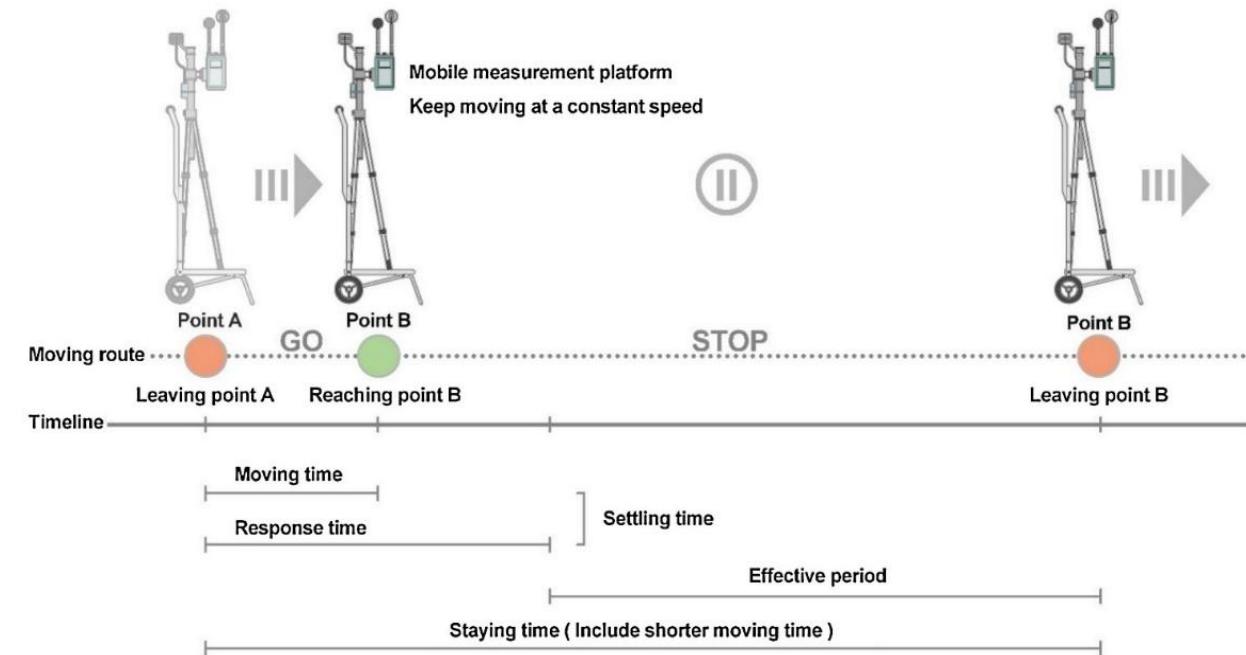
Mesures mobiles

Continues



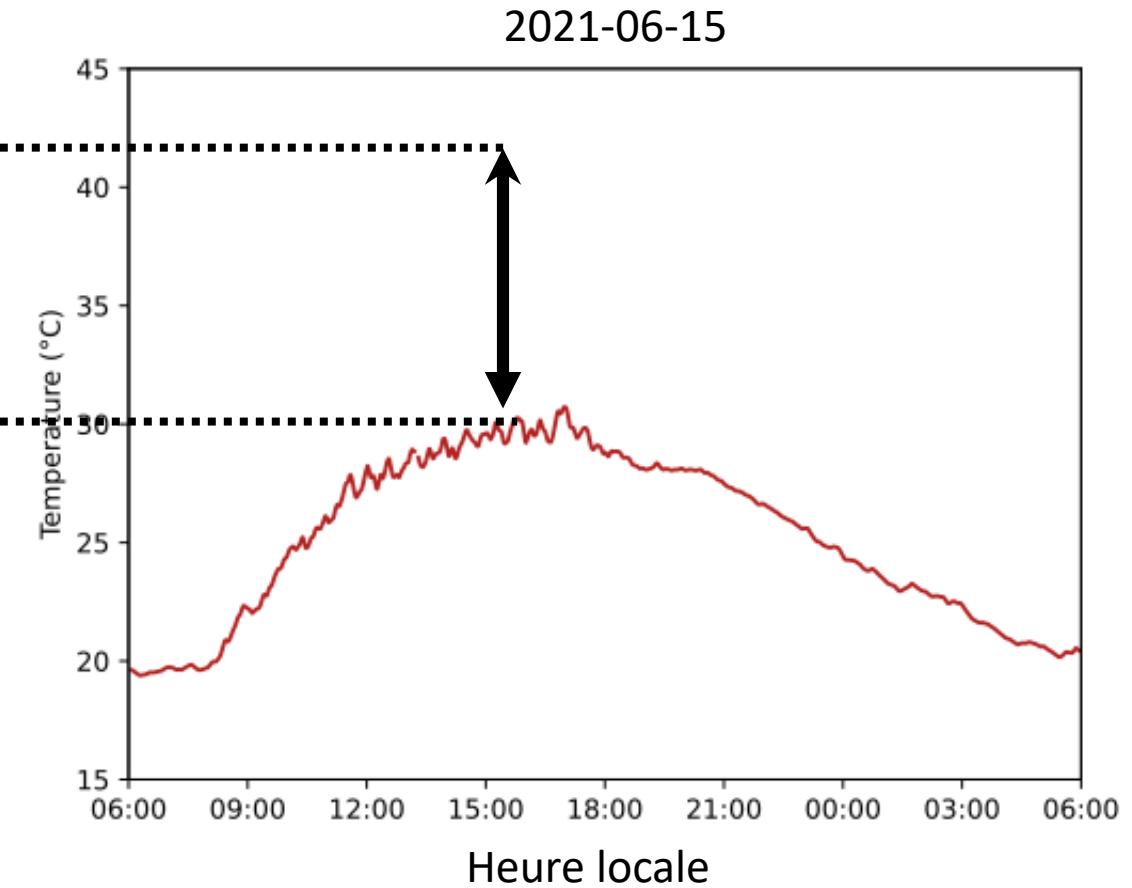
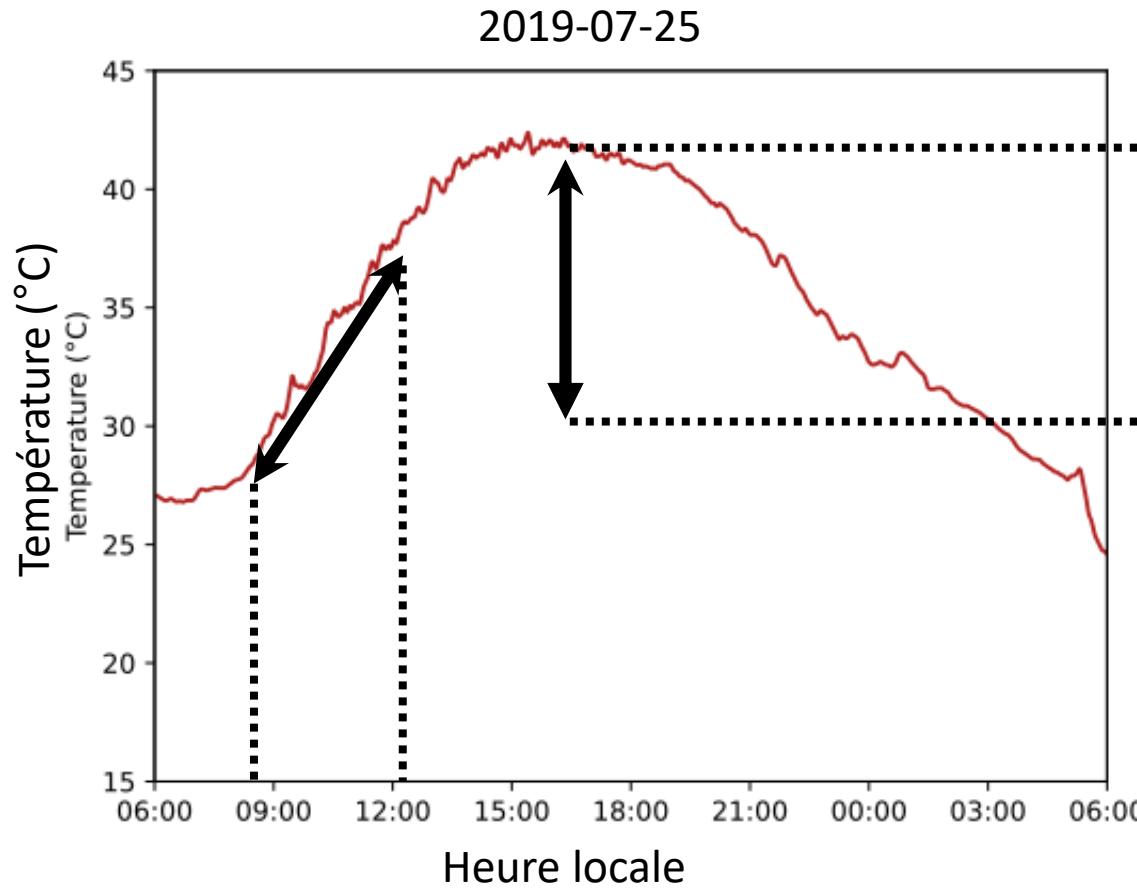
Cureau et al, 2024

Points d'intérêt (stop and go)

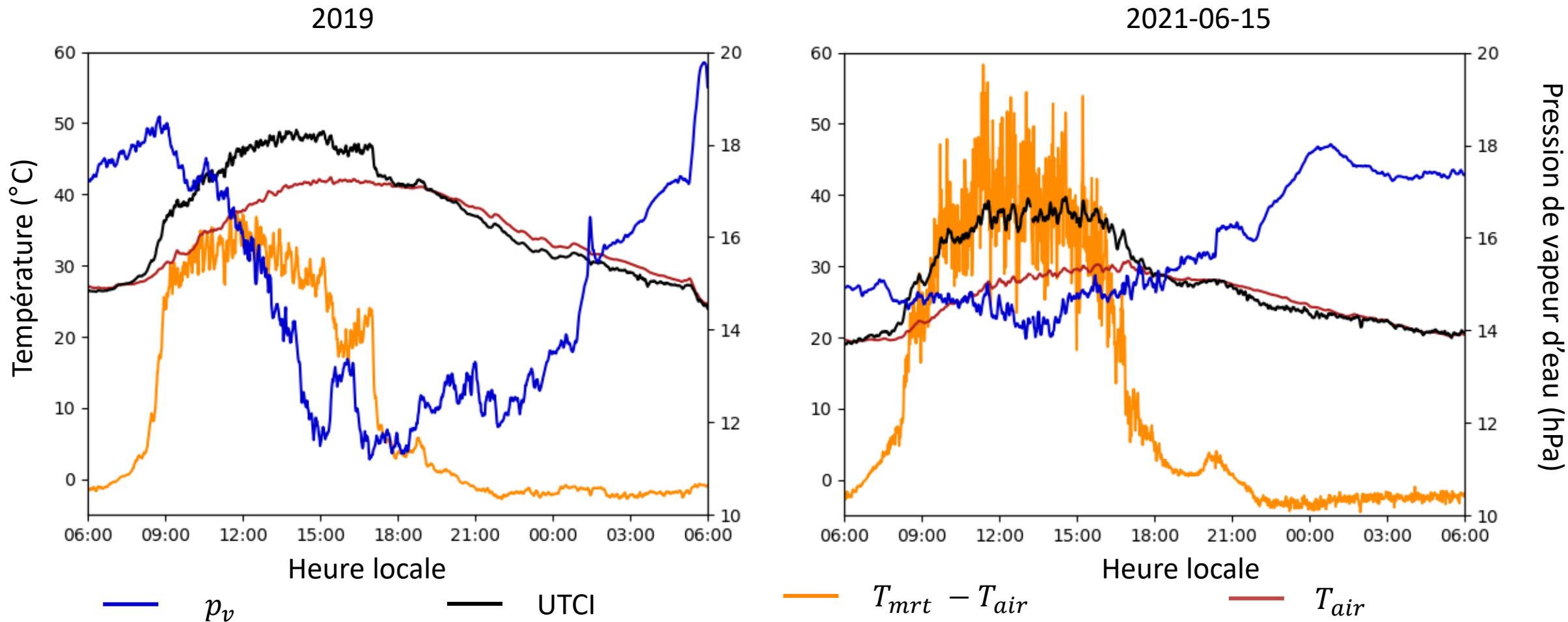


Qi et al, 2021

Comment comparer les mesures ?



Comment comparer les mesures ?



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

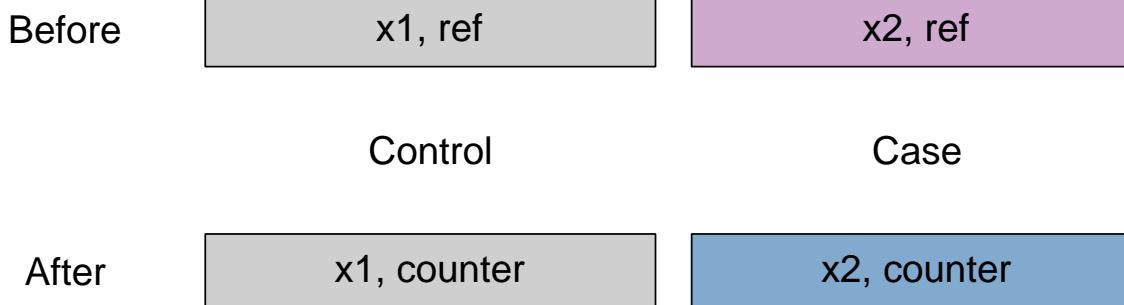
Comment tenir compte de la non simultanéité des mesures ?

Quelques exemples de corrections ou protocoles

Mesures fixes

— Comparaison directe —

Méthode BACI



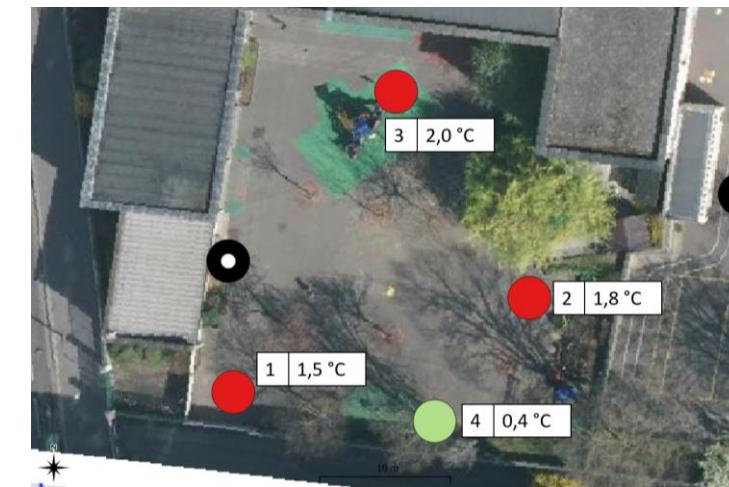
Parison et al, 2020

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'Evaluation des Politiques Publiques (LIEPP)

martin.hendel@u-paris.fr

Recherches : matériaux urbains

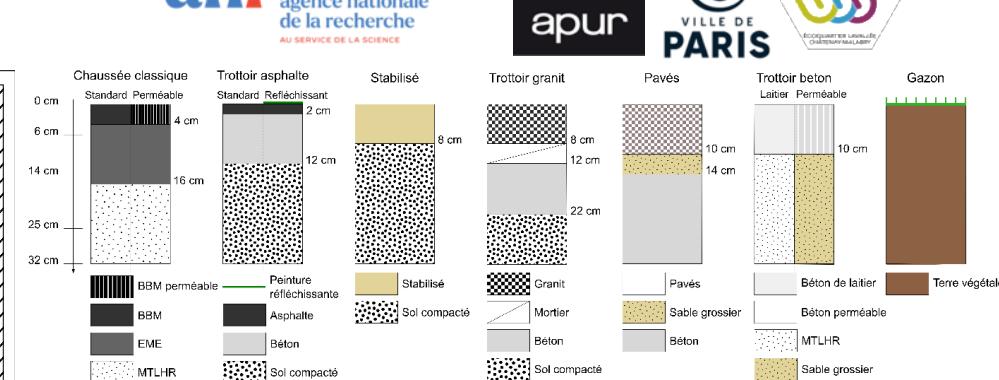
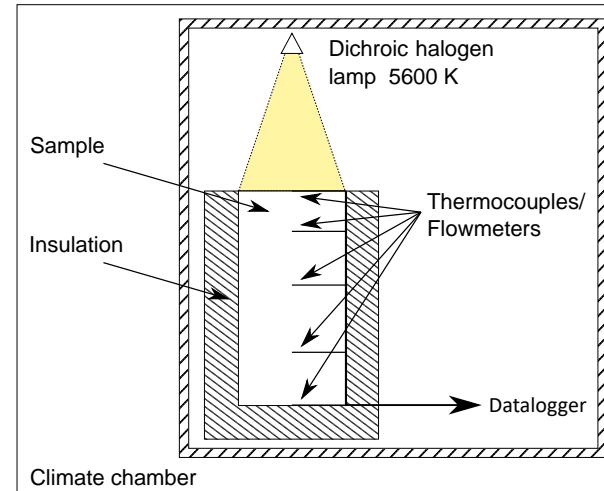
→ Matériaux urbains

- Revêtements
- Façades et toitures

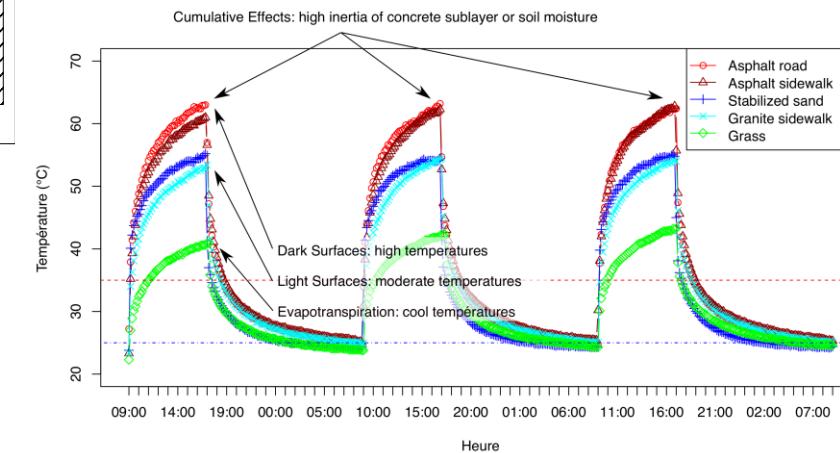
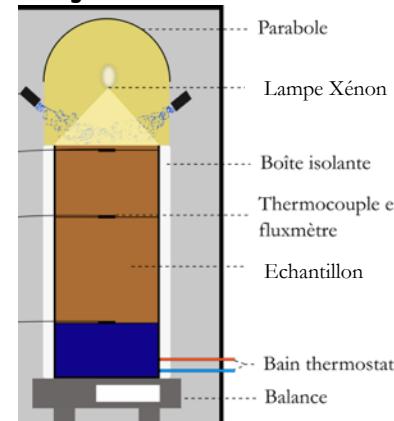
Démonstrateur Ville de Paris



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

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

→ Etudes *in situ*

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



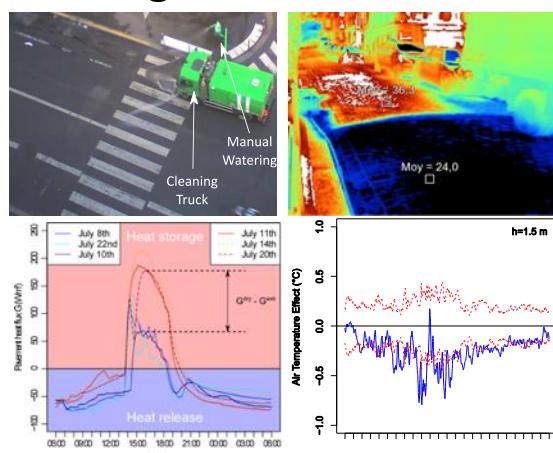
anr[®]
agence nationale
de la recherche
AU SERVICE DE LA SCIENCE



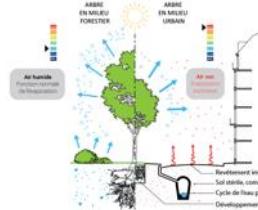
FUTURE
INVENTER LES VILLES DE DEMAIN

EIFFAGE

Arrosage urbain



Forêts urbaines



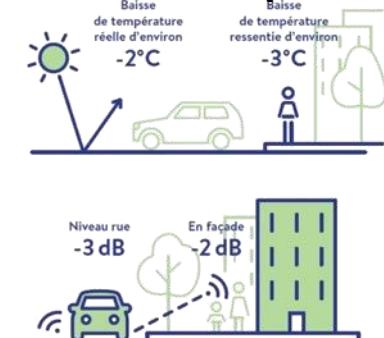
Lisière d'une Tierce Forêt



Projet FEDER UIA OASIS



LIFE C-LOW-N Asphalt



Recherches: aide à la décision/conception



→ Matériaux urbains

- Revêtements
- Façades et toitures

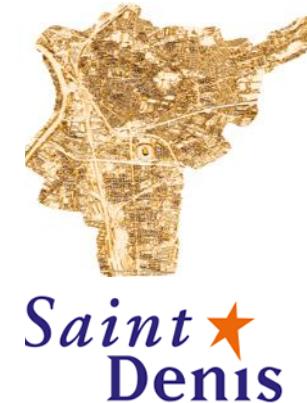
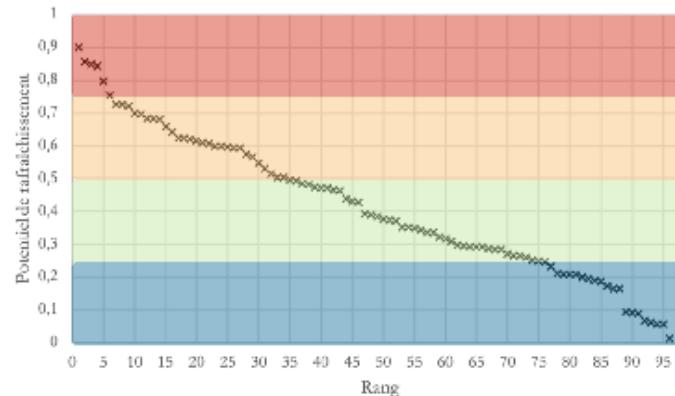
→ Etudes *in situ*

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

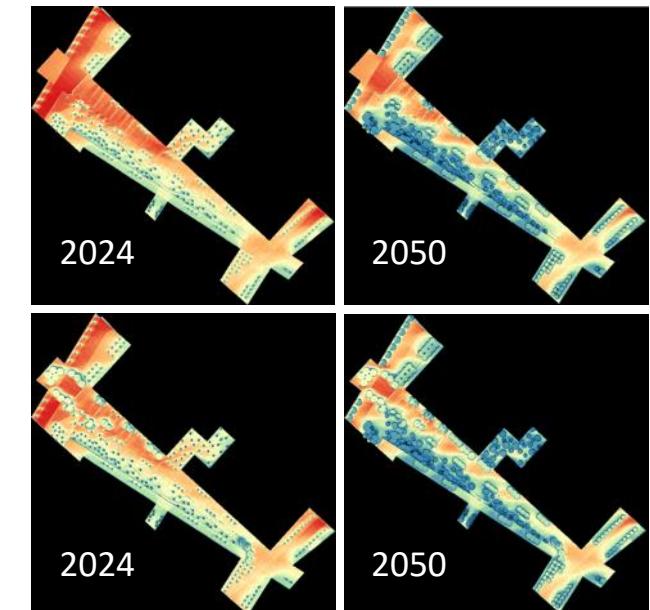
→ Aide à la décision

- Où intervenir en priorité ?
- Aide à la conception

Cours d'école (Saint-Denis)

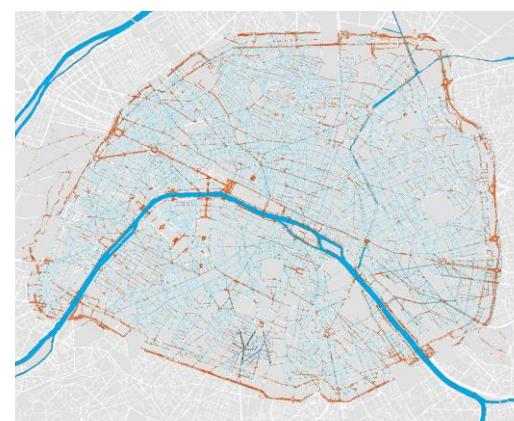


Village Olympique 2024

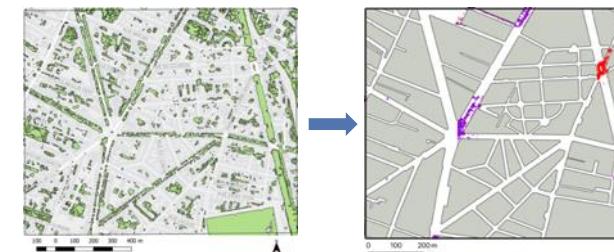


Hendel et al., *unpublished*

Stratégie d'arrosage urbain



Hendel et al., *Urban Climate*, 2020



Projets en cours ou à venir

→ Matériaux urbains

- Revêtements
- Façades et toitures

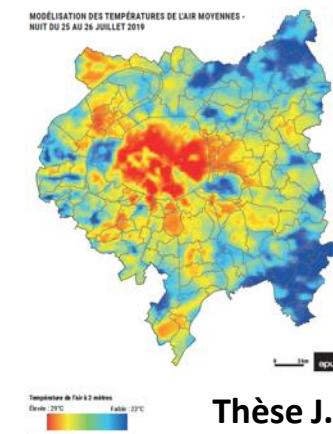
→ Etudes *in situ*

- 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)



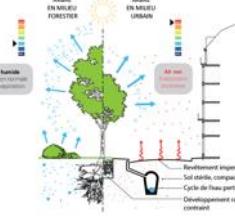
Thèse J. Kamara (2023-2026)

Projet ZINC (?)



ADEME Cool Street (2025-2028)

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