

OBJECTIFS - ENJEUX

- Caractériser spatialement l'effet refroidissant des parcs au travers du milieu urbain
- Etude de 2 parcs de tailles différentes:
 - Parc Montsouris (15.5 ha)
 - Square Elie Wiesel (0.77 ha)
- Analyse de température, de vent et d'humidité
- Mesures du refroidissement nocturne (16h-minuit UTC)

BILAN DES TRANSECTS

| Date | Heure début | Heure fin | Lieu | Type | Distance (km) | Tmax (°C) | Moyenne Vent (m.s ⁻¹) | Direction Vent | Turbulence |
|------------|-------------|-----------|-------------|------|---------------|-----------|-----------------------------------|----------------|--------------|
| 02-07-2023 | 18:05 | 20:40 | Montsouris | Velo | 26.2 | 22.53 | 4.04 | WNW | |
| 05-07-2023 | 18:15 | 20:30 | Elie Wiesel | Velo | 5.9 | 24.54 | 2.25 | NW | |
| 06-07-2023 | 17:30 | 18:35 | Elie Wiesel | Pied | 6.4 | 25.06 | 1.93 | SE | 1 (Low) |
| 06-07-2023 | 21:15 | 22:25 | Montsouris | Velo | 10.7 | 23.49 | 2.13 | ESE | 1 (Low) |
| 06-07-2023 | 21:30 | 22:45 | Elie Wiesel | Pied | 6.2 | 26.42 | 2.13 | ESE | 1 (Low) |
| 07-07-2023 | 17:30 | 18:30 | Elie Wiesel | Pied | 6.5 | 34.53 | 3.48 | SSE | 1 (Low) |
| 07-07-2023 | 21:25 | 22:20 | Montsouris | Velo | 12.3 | 27.35 | 2.48 | ESE | 1 (Low) |
| 07-07-2023 | 21:30 | 22:34 | Elie Wiesel | Pied | 5.5 | 29.63 | 2.48 | ESE | 1 (Low) |
| 08-07-2023 | 17:30 | 18:45 | Elie Wiesel | Pied | 5.7 | 36.02 | 3.07 | SW | 2 (Moderate) |
| 08-07-2023 | 21:17 | 22:30 | Elie Wiesel | Pied | 6.1 | 33.07 | 2.21 | SSW | 2 (Moderate) |
| 08-07-2023 | 21:35 | 22:30 | Montsouris | Velo | 10.9 | 28.96 | 2.21 | SSW | 2 (Moderate) |
| 10-07-2023 | 18:35 | 17:40 | Elie Wiesel | Pied | 6.8 | 32.6 | 3.26 | WSW | 1 (Low) |
| 10-07-2023 | 18:30 | 18:30 | Elie Wiesel | Pied | 4.8 | 32.85 | 2.12 | SW | 1 (Low) |
| 10-07-2023 | 21:20 | 22:20 | Montsouris | Pied | 5.5 | 25.55 | 1.62 | W | 1 (Low) |
| 10-07-2023 | 21:50 | 22:40 | Elie Wiesel | Pied | 4.2 | 28.34 | 1.62 | W | 1 (Low) |
| 11-07-2023 | 17:20 | 18:50 | Montsouris | Velo | 27.7 | 31.02 | 3.97 | W | 3 (High) |
| 11-07-2023 | 21:18 | 22:50 | Montsouris | Velo | 26.3 | 24.79 | 2.29 | NNE | 3 (High) |
| 11-07-2023 | 21:30 | 22:25 | Montsouris | Pied | 3.9 | 24.56 | 2.29 | NNE | 3 (High) |
| 11-07-2023 | 23:20 | 00:25 | Montsouris | Velo | 31.1 | 23.48 | 1.37 | W | 3 (High) |
| 14-07-2023 | 17:30 | 18:30 | Vincennes | Velo | 18.1 | 31.64 | 4.77 | SSW | 3 (High) |
| 14-07-2023 | 20:50 | 21:45 | Vincennes | Velo | 25.9 | 28.4 | 4.55 | SW | 3 (High) |
| 17-07-2023 | 17:30 | 19:20 | Montsouris | Velo | 20.6 | 25.63 | 2.29 | NNW | 2 (Moderate) |
| 17-07-2023 | 21:25 | 22:30 | Montsouris | Velo | 14.1 | 22.52 | 3.49 | NNE | 2 (Moderate) |
| 18-07-2023 | 17:30 | 18:20 | Montsouris | Velo | 14.2 | 20.69 | 1.32 | NNW | 2 (Moderate) |
| 18-07-2023 | 20:30 | 21:20 | Montsouris | Velo | 13.4 | 26.62 | 1.37 | NE | 2 (Moderate) |
| 19-07-2023 | 21:45 | 23:00 | Montsouris | Velo | 13.6 | 20.45 | 3.29 | NNW | 2 (Moderate) |
| 21-07-2023 | 21:45 | 22:35 | Montsouris | Velo | 13.7 | 20.26 | 3.96 | NNW | 2 (Moderate) |
| 25-07-2023 | 17:30 | 18:20 | Montsouris | Velo | 14.7 | 22.55 | 2.98 | SSW | 2 (Moderate) |
| 30-07-2023 | 21:45 | 22:50 | Montsouris | Velo | 14.1 | 21.0 | 2.28 | WSW | 2 (Moderate) |
| 21-08-2023 | 17:30 | 18:15 | Montsouris | Velo | 14.8 | 28.22 | 2.05 | NNE | 2 (Moderate) |
| 21-08-2023 | 21:25 | 22:30 | Montsouris | Velo | 14.5 | 25.13 | 2.31 | NE | 2 (Moderate) |
| 22-08-2023 | 17:30 | 18:25 | Elie Wiesel | Pied | 5.5 | 34.42 | 1.82 | E | 2 (Moderate) |
| 22-08-2023 | 21:20 | 22:10 | Elie Wiesel | Pied | 5.5 | 28.51 | 3.51 | NNE | 2 (Moderate) |
| 22-08-2023 | 23:30 | 00:30 | Elie Wiesel | Pied | 9.5 | 25.43 | 3.97 | NNE | 2 (Moderate) |
| 05-09-2023 | 17:30 | 18:30 | Elie Wiesel | Pied | 6.5 | 32.6 | 1.43 | ESE | 1 (Low) |
| 05-09-2023 | 21:20 | 22:30 | Elie Wiesel | Pied | 6.8 | 27.93 | 0.71 | SSE | 1 (Low) |
| 05-09-2023 | 17:30 | 18:20 | Montsouris | Velo | 13.4 | 32.71 | 2.72 | ENE | 1 (Low) |
| 05-09-2023 | 21:25 | 22:35 | Montsouris | Velo | 22.1 | 27.07 | 2.04 | E | 1 (Low) |
| 05-09-2023 | 23:50 | 00:50 | Montsouris | Velo | 18.1 | 24.71 | 1.72 | E | 1 (Low) |

- 39 transects
 - 22 parcours à vélo (~18km par transect)
 - 17 parcours à pied (~6km par transect)
- 3 mois
- 18 jours d'étude
- Journées analysées:
 - 8 juillet 2023
Turbulence modéré
Square Elie Wiesel
 - 11 juillet 2023
Turbulence forte
Parc Montsouris
 - 6 septembre 2023
Turbulence faible
Parc Montsouris

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Sonde m20 :

- Mesures de température, humidité, vitesse de déplacement, coordonnées, altitude, temps
- 1 mesure par seconde
- Ventilation pour s'affranchir de la vitesse de déplacement (~5 m.s⁻¹ de flux d'air)
- Placée dans sac à dos et transportée à vélo ou à pied

Station IOT :

- 1 mesure par 10 minutes
- Situés principalement sur lampadaire

Station Météo-France :

- 1 mesure par 6 minutes
- Située au parc Montsouris

MÉTHODOLOGIE

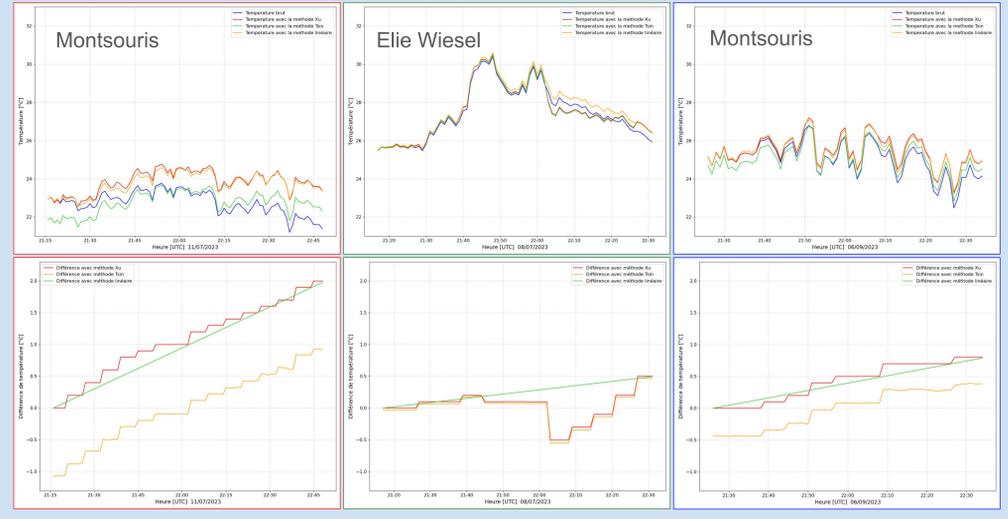
Correction du biais de température de la sonde m20 lié au temps de parcours, 3 méthodes testées:

- Ajustement par la température moyenne :

$$T_{ajusté} = \frac{T_{brut \text{ à un temps } i}}{T_{ref, site temps i} / T_{ref, site moyenne}} \quad [3] \text{ Tsin et al}$$
- Ajustement par normalisation au moment de la mesure:

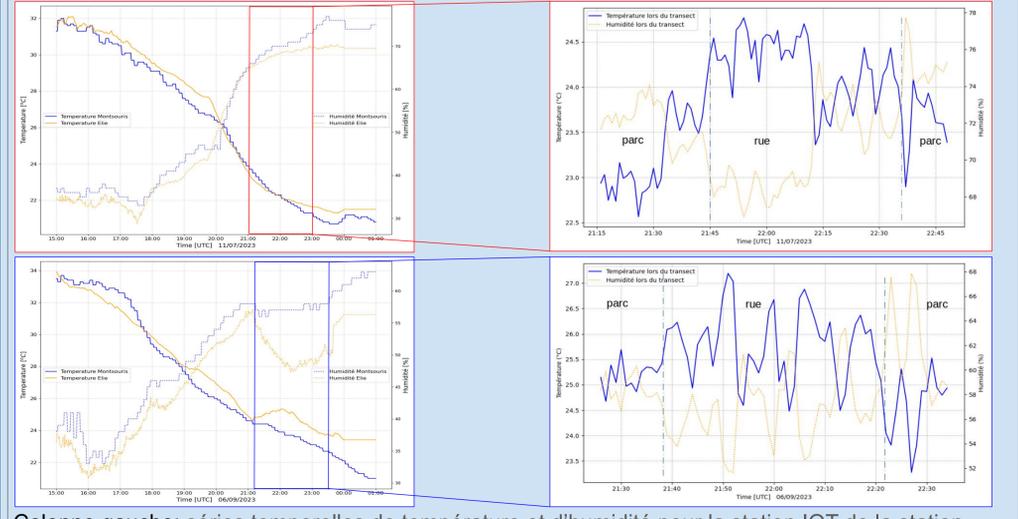
$$T_{ajusté} = T_{brut temps i} - (T_{ref, site temps i} - T_{ref, site temps fin}) \quad [4] \text{ Xu et al}$$
- Ajustement linéaire sur toute la mesure:

$$T_{ajusté} = T_{brut temps i} - \frac{(T_{ref, site temps fin} - T_{ref, site temps début}) * i}{\text{nombre de mesure}}$$

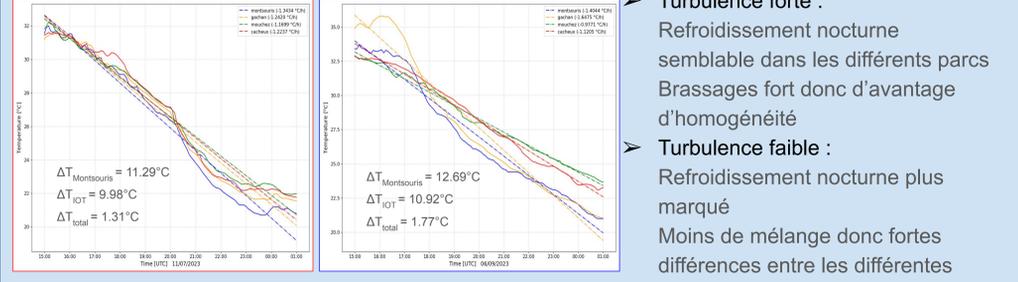


Méthode Tsin : correcte mais peu adaptée pour cette étude car se centrant sur la moyenne et non sur le début du transect
Méthode Xu : problèmes lors de la non-stationnarité météorologique dans l'intervalle de temps étudié
Méthode Xu : la plus adaptée qui réunit toutes les conditions (méthode utilisée par la suite)

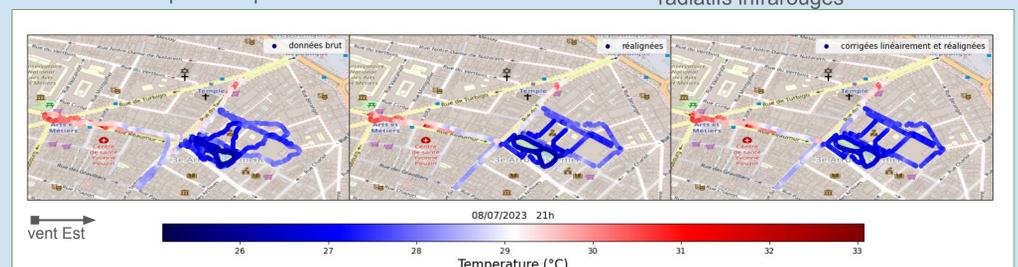
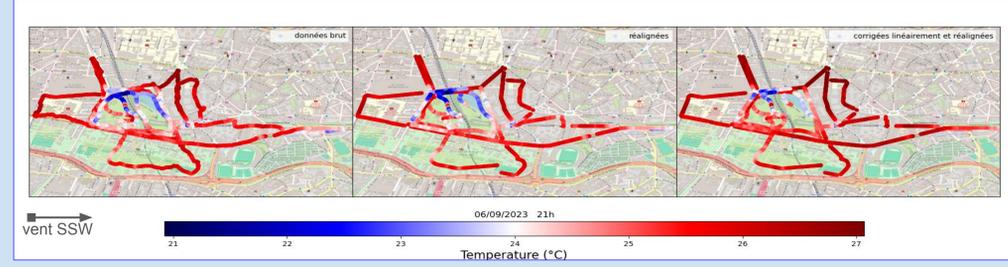
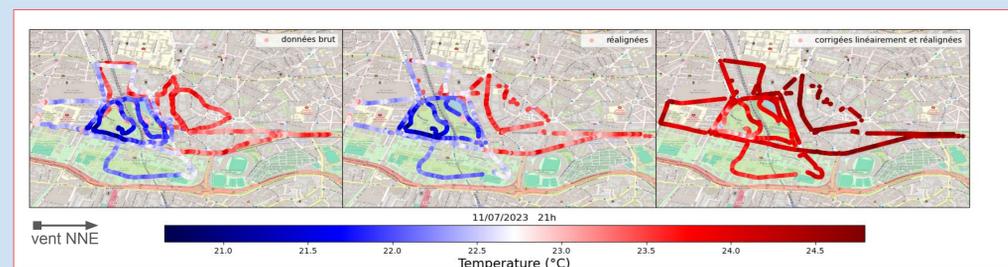
ANALYSES - INTERPRÉTATIONS



Colonne gauche : séries temporelles de température et d'humidité pour la station IOT de la station Météo-France et du parc Montsouris square Elie Wiesel
Colonne droite : mêmes paramètres analysés lors des transects avec sonde m20 à 22h (UTC). On observe une corrélation humidité/température importante quelque soit le régime de turbulence, avec une température à Elie Wiesel supérieure dû à une zone plus urbaine



Correction des données de localisation dû aux incertitudes du GPS : Alignement des points de mesures pour analyser au mieux la vraie différence de température parc / bâtiment :



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- Mise en place de méthodes pour corriger à la fois les données de façon géophysique et géographique
- On peut analyser que le régime de turbulence faible est celui qui montre le plus l'effet du parc lors du refroidissement nocturne (en accord avec Haeffelin et al., 2024 [2])
- Dans la suite de ce projet nous pourrions nous concentrer sur les régimes faible et fort en définissant des zones précises (parc/zone de transition/urbain) ou des secteurs (Nord/Sud/Est/Ouest). Nous pourrions aussi continuer à développer des méthodes en trouvant et analysant les "hotspots".

BIBLIOGRAPHIE

[1] https://observations.ipsl.fr/aeris/paris-campaigns/#/campaigns/mf_reports
[2] Haeffelin et al., 2024: *Impact of boundary layer stability on urban park cooling effect intensity*, submitted to ACP
[3] Tsin et al., 2016: *Microscale mobile monitoring of urban air temperature*
[4] Xu et al., 2020: *Research on the relationship between urban morphology and air temperature based on mobile measurement: A case study in Wuhan, China*