



L'îlot de chaleur urbain dans la métropole de Metz

Thèse en cours à l'Université de Lorraine

Présenté par :

Nassima HASSANI

Labo. de géographie LOTERR

Thèse encadrée par :

Gilles DROGUE, Pr. Univ. de Lorraine

Sébastien LEBAUT, MCF Univ. de Lorraine

Sébastien DOUCHE, Metz Métropole

Partenariats locaux : soutien d'acteurs institutionnels

ADEME



**AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

Soutien financier

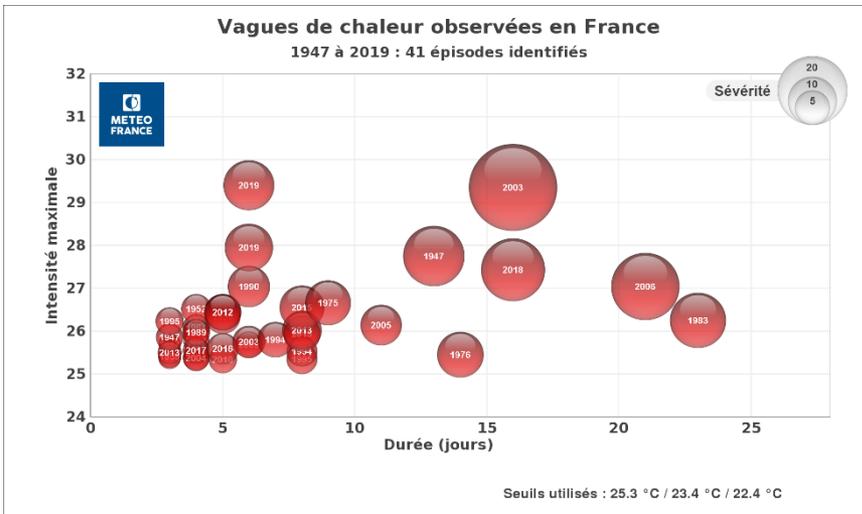
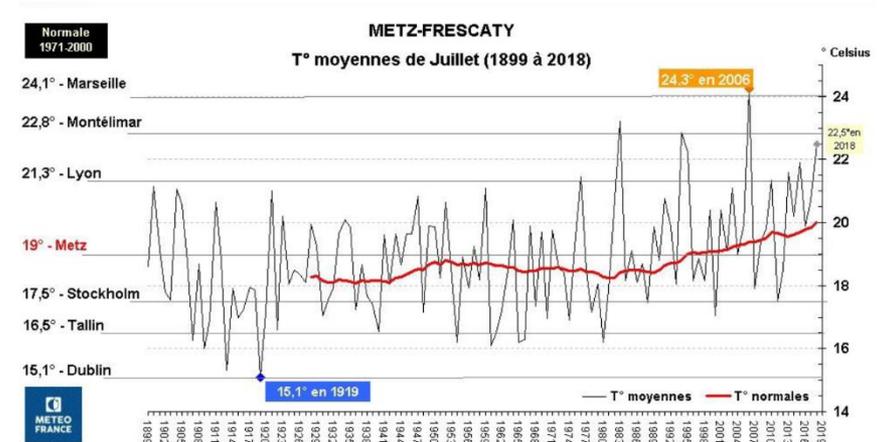


Accompagnement technique

Pourquoi ?

Contexte climatique général :

- Hausse de la température moyenne annuelle de Metz : son climat actuel correspond à celui de Mâcon dans les années 1980 (Météo-France).



- **Vagues de chaleur estivales plus intenses et plus fréquentes** : leur nombre a triplé entre 1950 et 2016 (nouveau record de chaleur enregistré à Metz date désormais du 25 juillet 2019 avec 39.7°C sous abri) (Météo France).
- Les années 2019 et 2020 ont été les plus chaudes jamais enregistrées (données OMM).

Pourquoi ?

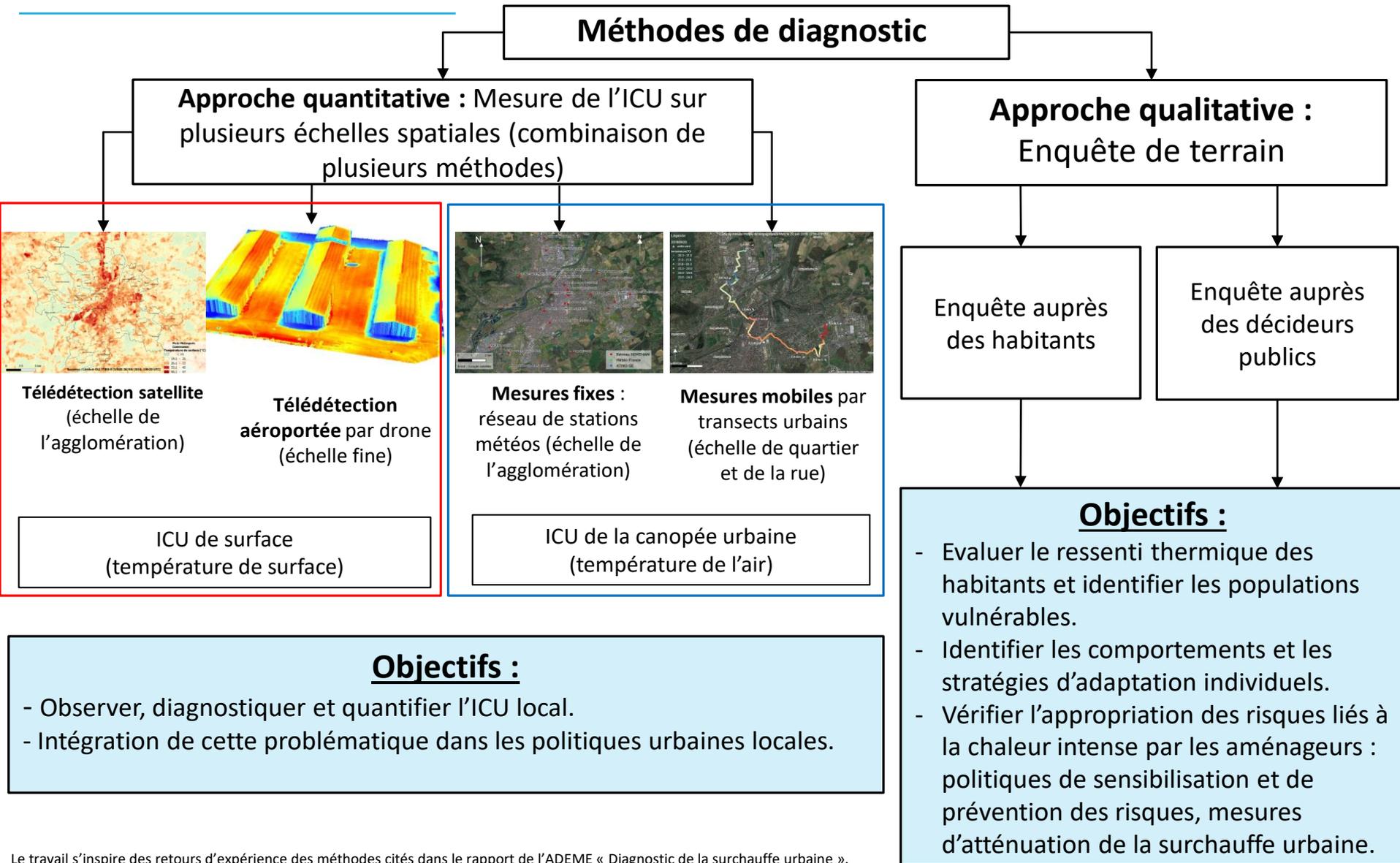
Objectifs scientifiques

- Avoir une **connaissance précise** de l'ICU dans la métropole de Metz.
- Etudier l'**impact de la dynamique de l'urbanisation** sur l'évolution spatio-temporelle de l'ICU.
- Obtenir une **vision complète des facteurs influençant l'ICU** (en fonction des saisons, de l'heure de la journée, des conditions météos, de l'occurrence ou non de vagues de chaleur, des typologies urbaines, etc.).

Enjeux pour la gouvernance de la ville

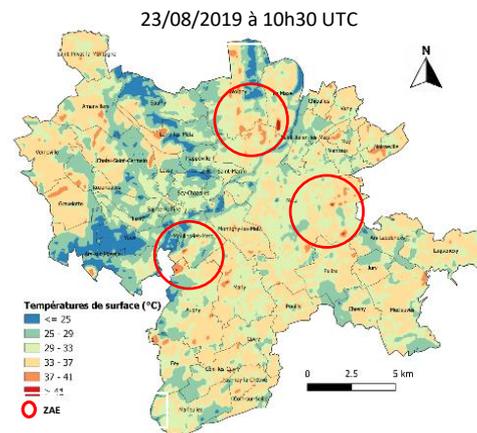
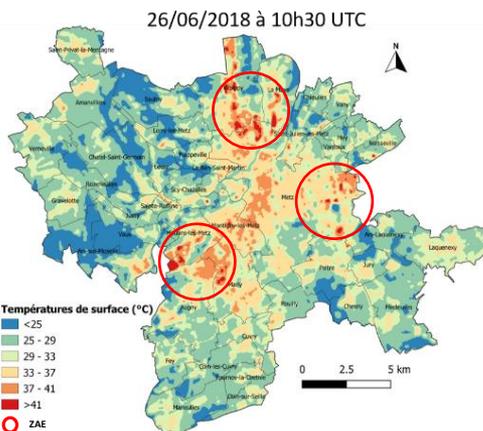
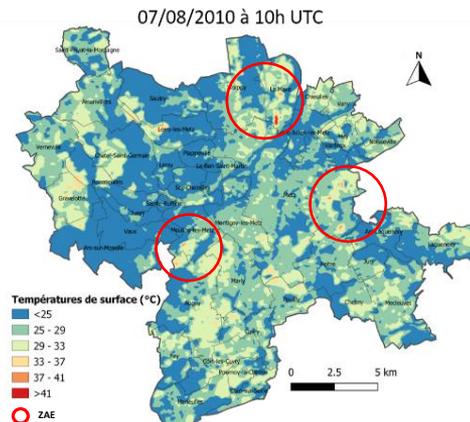
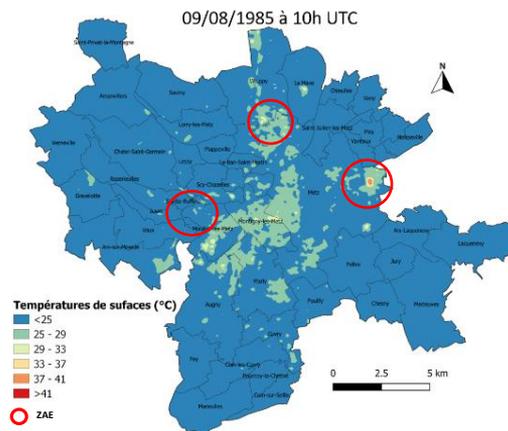
- Avoir une meilleure connaissance de l'ICU local et de son évolution.
- **Intégrer les données produites dans la planification urbaine de la Métropole.**
- Rendre la ville plus résiliente face aux risques liés à la chaleur intense.

Comment ?



Le travail s'inspire des retours d'expérience des méthodes cités dans le rapport de l'ADEME « Diagnostic de la surchauffe urbaine ».

Etude diachronique des températures de surface (Ts) diurnes d'été : impact de l'urbanisation sur les Ts



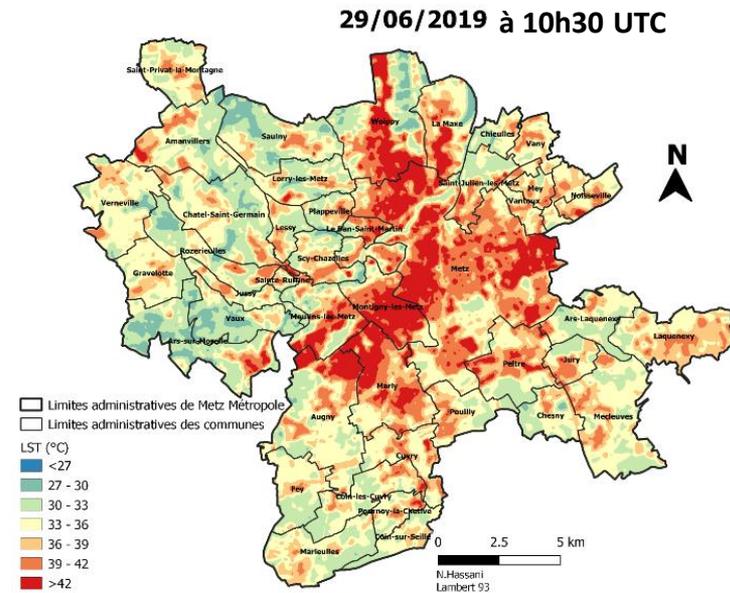
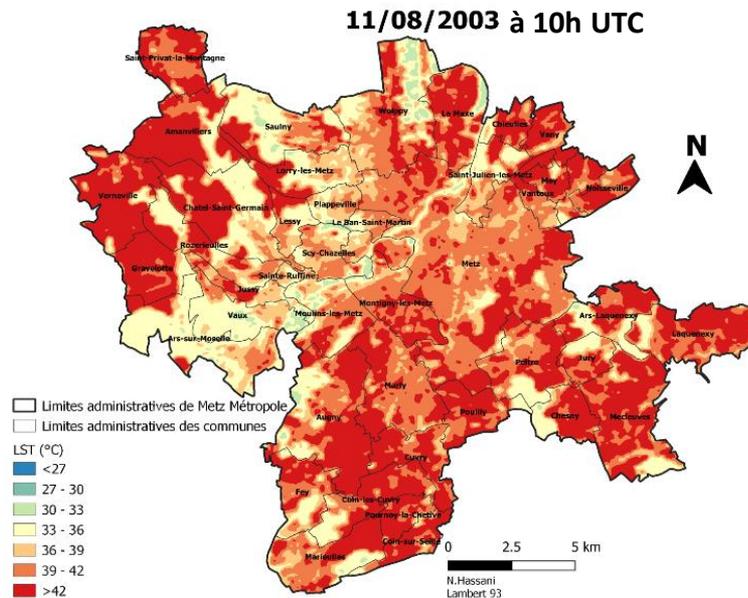
- Les thermographies multi-dates montrent que les zones les plus chaudes se sont **étendues en périphérie de la ville** entre 1985 et 2019, en parallèle avec l'**extension urbaine**.

- Les Ts dans les **zones d'activités** sont les **plus élevées**.

- De même, l'**intensité maximale** des Ts s'est nettement **accrue**.

Calcul des Ts : Algorithme Signle-Canal (Sobrino et *al.*, 2004 et 2010)

L'effet canicule sur l'ICU



- En période caniculaire, les **Ts les plus élevées** s'étendent jusqu'aux **terres agricoles** (sols asséchés, étendues dépourvues de la végétation)
- L'**intensité** des Ts atteint son **maximum** en période caniculaire.

2 La Télédétection aéroportée : Thermographies diurnes par drone

Mise en place du protocole de correction radiométrique des images :

- Calibrage des images thermiques à l'aide de références de terrain (plaques de polystyrène).
- Application d'une équation d'étalonnage reliant la T_s mesurée au niveau des cibles et la valeur moyenne de luminance de chaque référence terrain pour chaque image brute.



Drone DJI Phantom 4 Pro



Caméra thermique FLIR Vue Pro



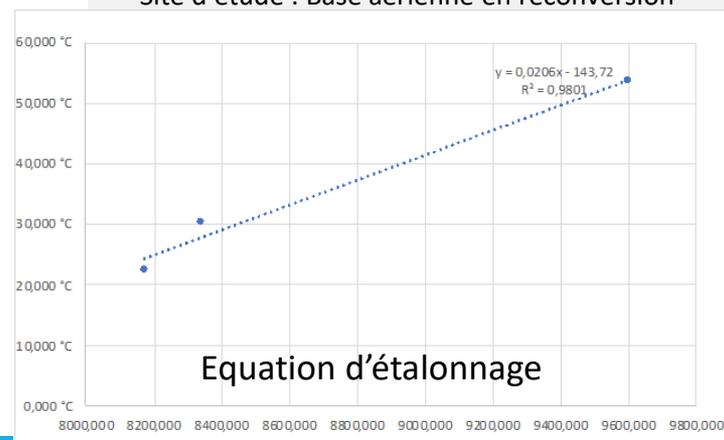
Site d'étude : Base aérienne en reconversion



Cible chaude

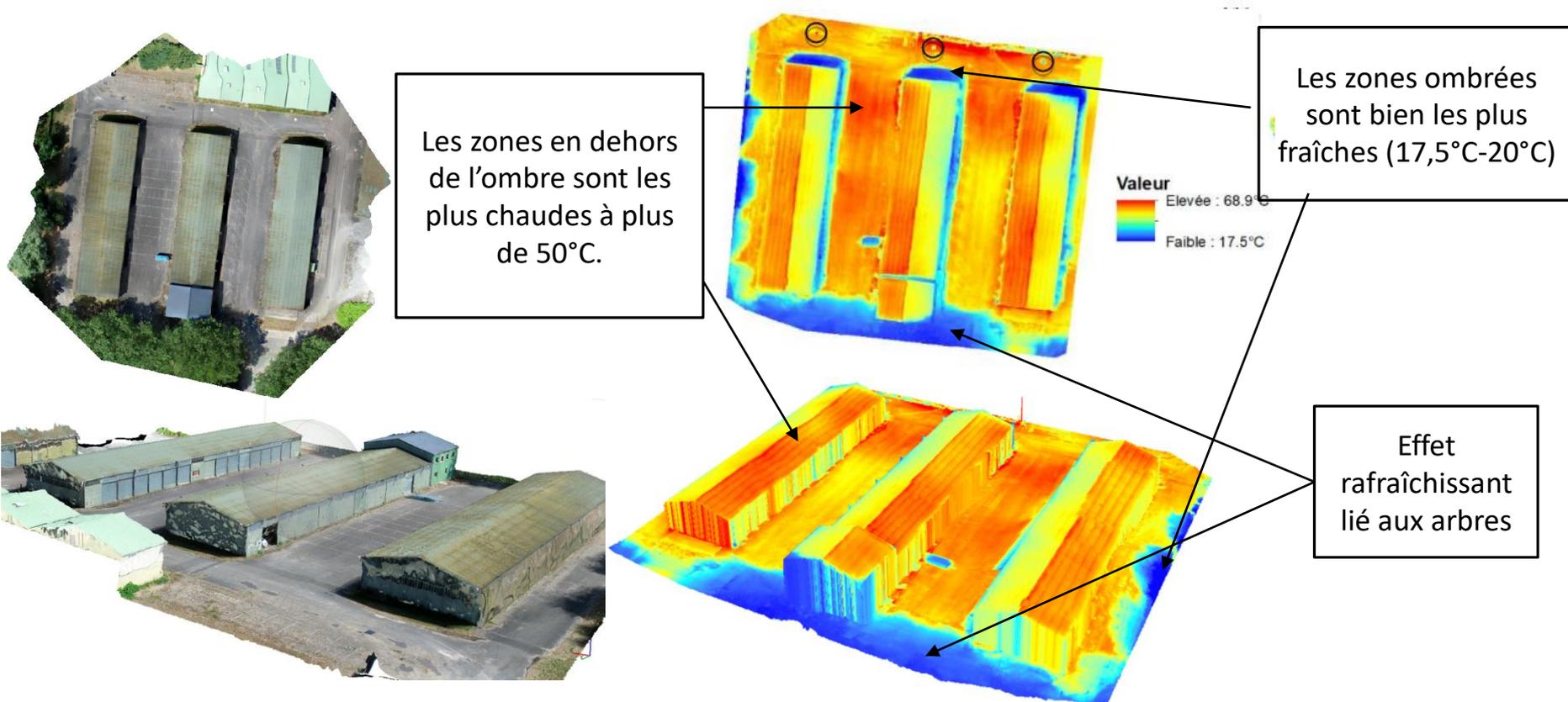
Cible froide

Cible intermédiaire



2 La Télédétection aéroportée : Thermographies diurnes par drone

Résultats de la mission sur le site Base-vie Frescaty (8 juillet 2019) : mise en place du protocole



Les thermographies obtenues nous permettent de discerner facilement les bénéfices liés à la **végétation** et à l'**ombre**.

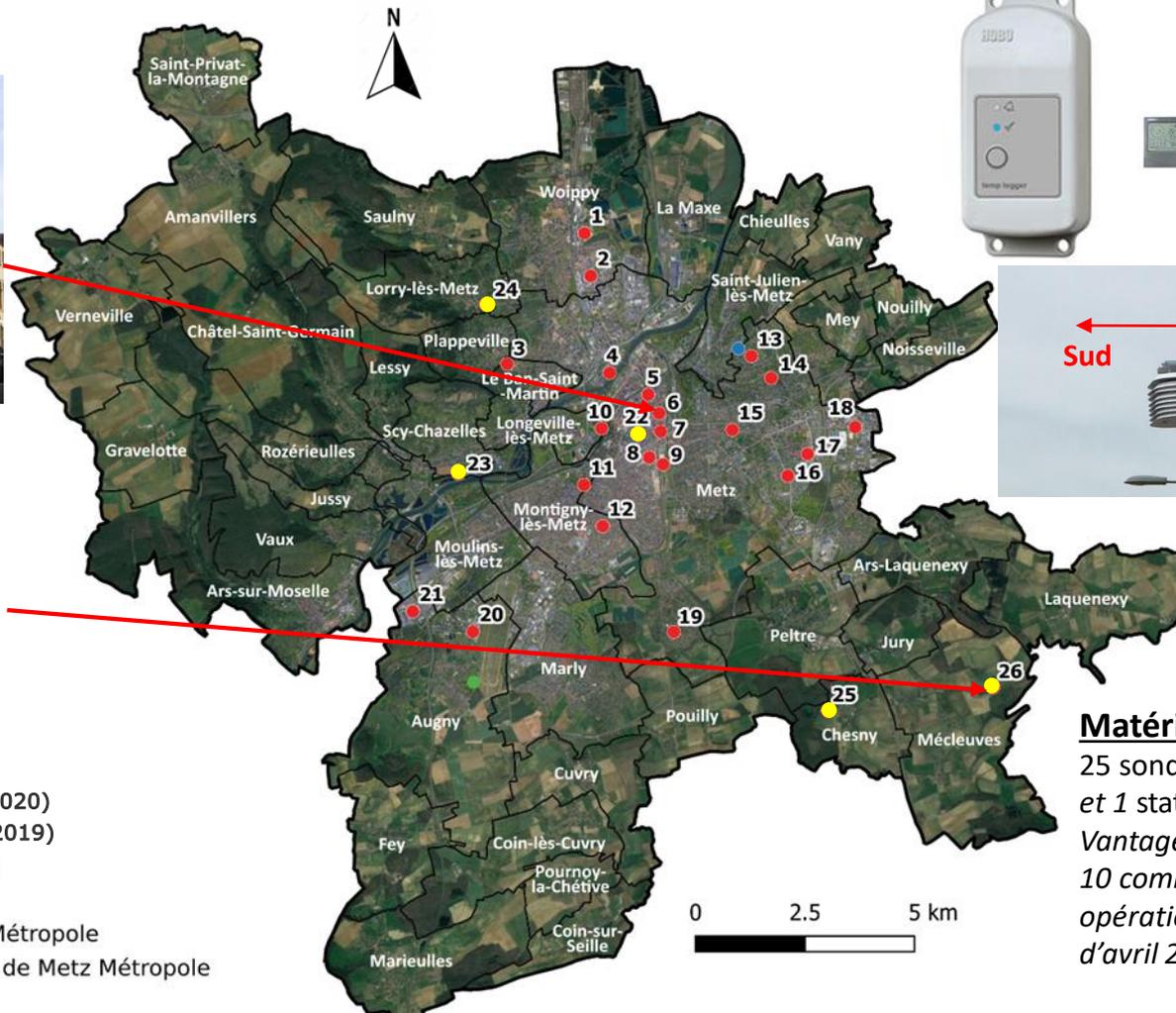
3 Les mesures *in-situ* : Diagnostic de l'ICU de canopée urbaine

Réseau de Mesures Thermo-Hygrométriques de l'Agglomération Messine (REMTHAM)

Place au Lièvre (centre urbain dense)



Méclevés (milieu rural)



- Stations REMTHAM (2020)
- Stations REMTHAM (2019)
- Station Météo France
- Station ATMO GE
- Communes de Metz Métropole
- ▬ Limite administrative de Metz Métropole

Matériels :
25 sondes thermiques *HOBO*
et 1 station météorologique
Vantage 2 Pro implantées sur
10 communes + 4 sondes
opérationnelles à partir
d'avril 2021.

3 Les mesures *in-situ* : Diagnostic de l'ICU de canopée urbaine

Quelques résultats : Variabilité de l'ICU en période caniculaire

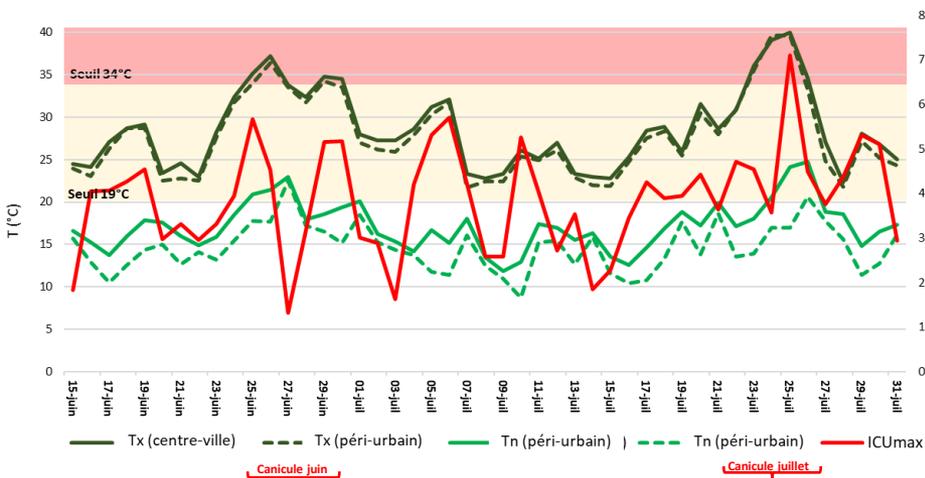
-Records de température de juillet 2019 :

39,6°C station Météo-France Frescaty, **40,4°C** capteur rue Claude Chappe, **40,2°C** capteur avenue de Thionville.

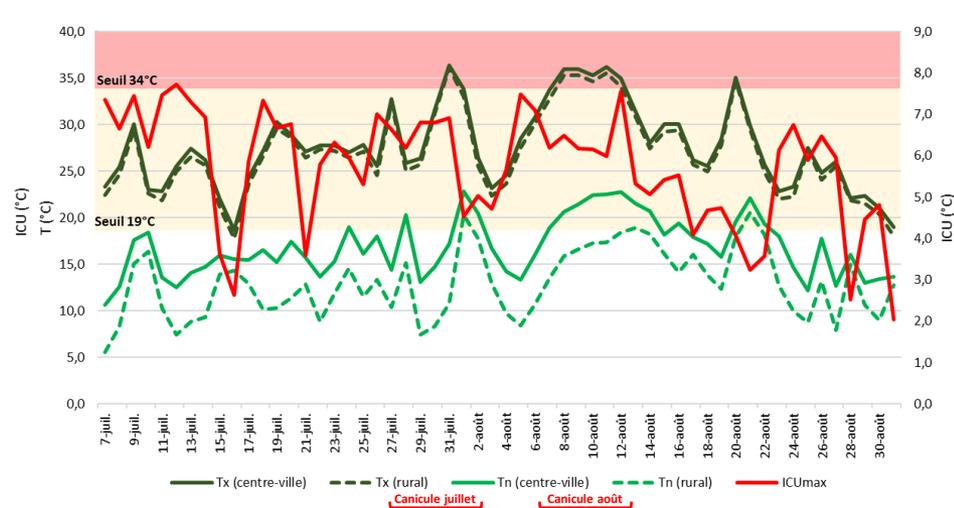
(NB : record 2003, Frescaty 39,5°C).

-Records de température d'août 2020 :

37,1°C sur la station Météo-France Frescaty, **37,2°C** sur la station Ecole maternelle Saint-Martin.



Valeurs des Tx et Tn observées en milieu urbain et en milieu périurbain du 15 juin au 31 juillet 2019.

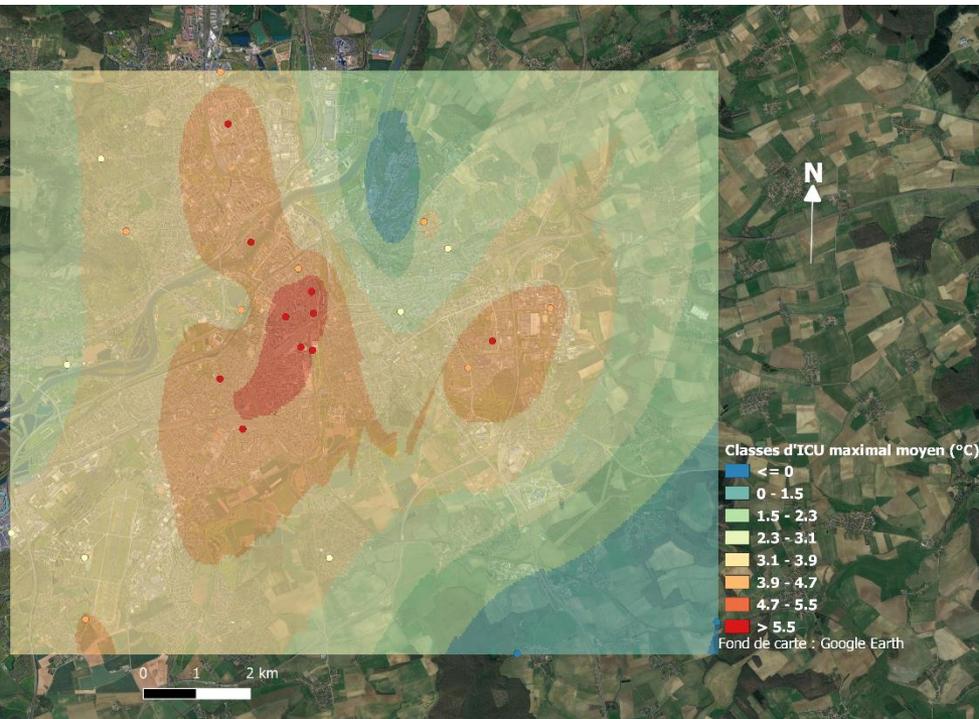


Valeurs des Tx et Tn observées en milieu urbain et en milieu rural du 7 juillet au 31 août 2020

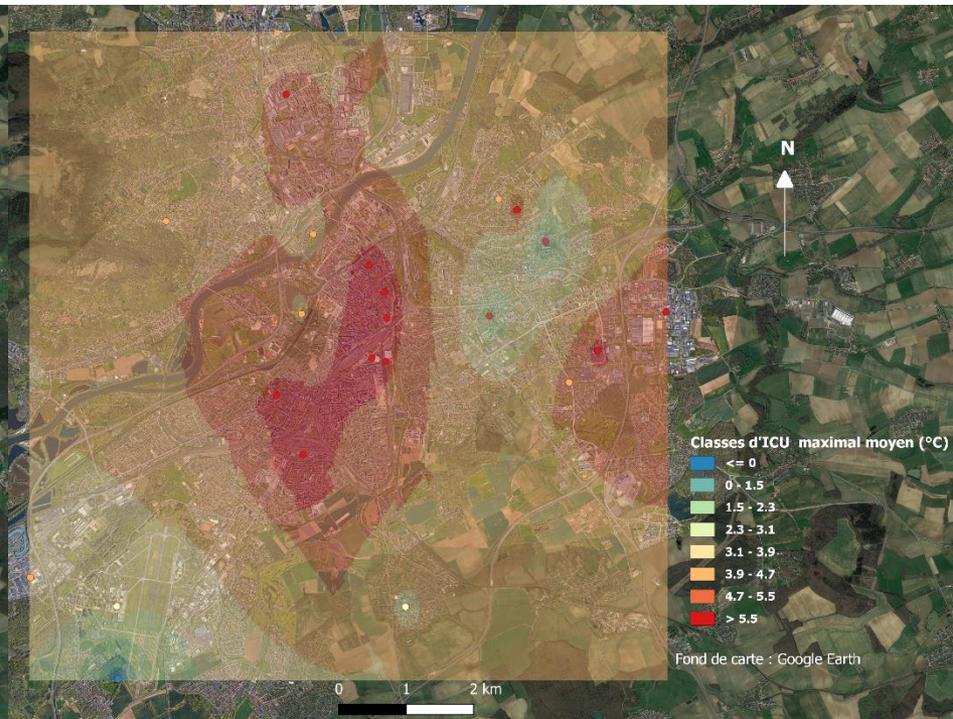
3 Les mesures *in-situ* : Diagnostic de l'ICU de canopée urbaine

Spatialisation de l'ICU par interpolation pendant l'été 2020 et la canicule de juillet 2019

- Les zones les plus chaudes couvrent le centre-ville et sa périphérie ainsi que les zones d'activités.
- En période caniculaire, l'ICU devient plus intense et dépasse le cadre des zones urbaines et des zones d'activités.



Interpolation spatiale (méthode RBF) de l'ICUmax moyen pendant l'été 2020.



Interpolation spatiale (méthode RBF) de l'ICUmax moyen pendant la canicule de juillet 2019 (25-30)

Données : Météo France, Atmo Grand Est et REMTHAM

4 Les mesures mobiles : Diagnostic de l'ICU de canopée urbaine

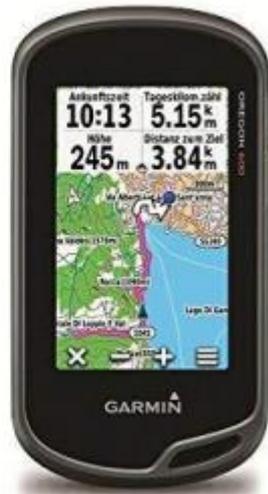
Pour compléter les mesures du réseau RHEMTHAM

Protocole de mesure :

- Vélo instrumenté d'un équipement météorologique et d'un GPS.
- Campagnes de mesures menées après le coucher de soleil lors de conditions anticycloniques.
- Correction temporelle de la température appliquée (pour avoir toutes les températures au même moment) (Leconte et al.,2015)



Kestrel 5500



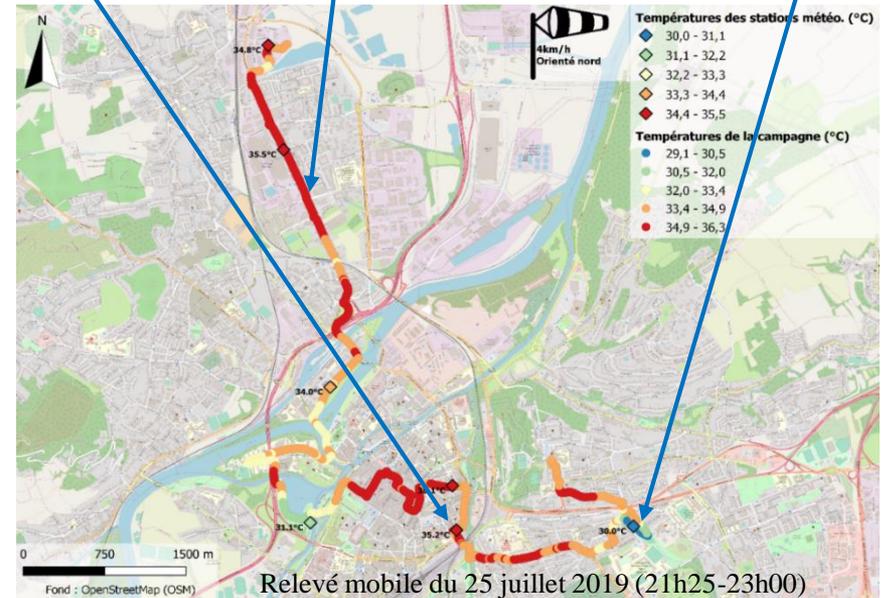
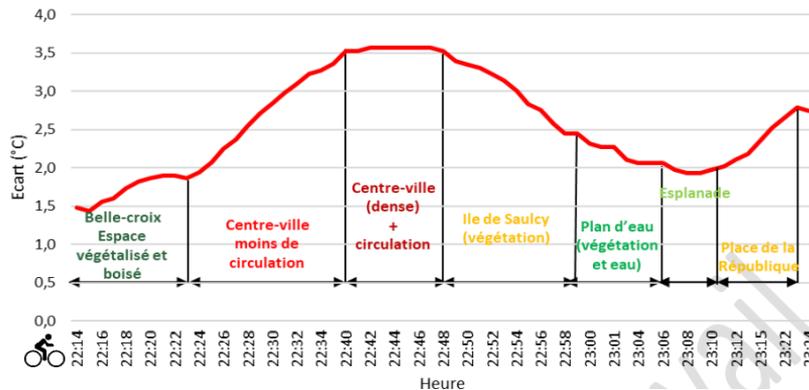
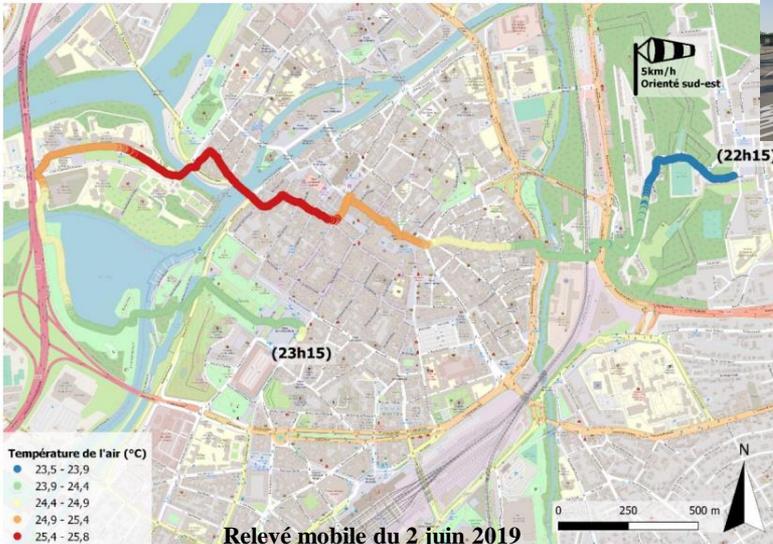
GPS Garmin 600



Vélo instrumenté

4 Les mesures mobiles : Diagnostic de l'ICU de canopée urbaine

Résultats des Campagnes nocturnes de l'été 2019



- Les relevés mobiles **confirment** ce qui se trouve sur les **images satellites** et par le réseau de **mesure fixe**.
- **Écart** de températures entre les espaces végétalisés et les espaces urbanisés : de **5°C à 7.2°C**

Travaux en cours et perspectives

▪ *Perspectives :*

- Traiter l'ensemble des données recueillies lors des été 2019 et 2020 par le réseau REMTHAM et les relevés mobiles en utilisant la cartographie LCZ pour mieux comprendre la dynamique de rafraîchissement nocturne.
- Conduire le travail d'enquête à partir du mois de mars prochain.
- Mener les missions drone prévues pour l'été 2021.
- Croiser les résultats recueillis par les deux approches (quantitative et qualitative) avec d'autres indicateurs (relief, états de surface, données démographiques) pour produire des cartes de vulnérabilité, cartes de l'ICU et des îlots de fraîcheur.

▪ *Publications :*

- 2 Actes du colloque de l'AIC, Rennes, juillet 2020 : [Hassani et al., 2020](#) et [Drogue et al, 2020](#).
- 1 Acte du colloque les ressources naturelles aux Maroc : politiques de gestion et enjeux de développement, Casablanca (Maroc), octobre 2019 : [Hassani et al, 2019](#).
- Article dans la revue Climatologie, février 2021 (à paraître) : [Hassani et Drogue., 2020](#).
- Article dans la revue BSGLG, septembre 2021 (à paraître) Hassani et al., 2021.

Merci pour votre attention !