

CONSTITUTION D'UN RESEAU METEOROLOGIQUE SUR LE TERRITOIRE DE CAEN LA MER ET PREMIERS RESULTATS SUR L'ILOT DE CHALEUR URBAIN SUR LA PERIODE D'AVRIL 2022 A SEPTEMBRE 2023

1. Contexte de la recherche

L'apparition d'un « **îlot de chaleur urbain** » (ICU) est la manifestation climatique la plus concrète de la présence et des activités d'une ville. Ses caractères reflètent essentiellement la multitude des combinaisons possibles entre les caractéristiques propres à chaque ville (cadre physique, forme et densité du bâti, nature des matériaux de construction, activités industrielles...) et l'occurrence de « types de temps » propices à l'expression des facteurs locaux sur les basses couches de l'atmosphère (conditions claires et calmes). De ce fait, chaque agglomération possède sa propre « identité thermique », variable dans le temps et dans l'espace (Cantat, 2004).

Aujourd'hui, et plus encore dans un futur proche avec la croissance urbaine, le renforcement du phénomène d'ICU nécessite de développer des programmes d'aménagement privilégiant des formes de bâti plus écologiques et intégrant davantage d'espaces « naturels » (plans d'eau, parcs), ce qui contribue tout à la fois à rendre la vie des citoyens plus agréable et à limiter le phénomène d'îlot de chaleur urbain grâce à la restitution d'humidité dans l'air asséché des villes (rôle de l'évapotranspiration dans la création d'îlots de fraîcheur urbains, IFU).

L'adaptation des villes au changement climatique passe par la maîtrise de l'ICU. La mise en œuvre de moyens d'atténuation suppose au préalable une connaissance fine d'un phénomène dont l'intensité, la durée et l'extension spatiale varient d'une ville à l'autre, en relation avec la fréquence des situations météorologiques les plus propices à sa formation et les spécificités géographiques de chaque site.

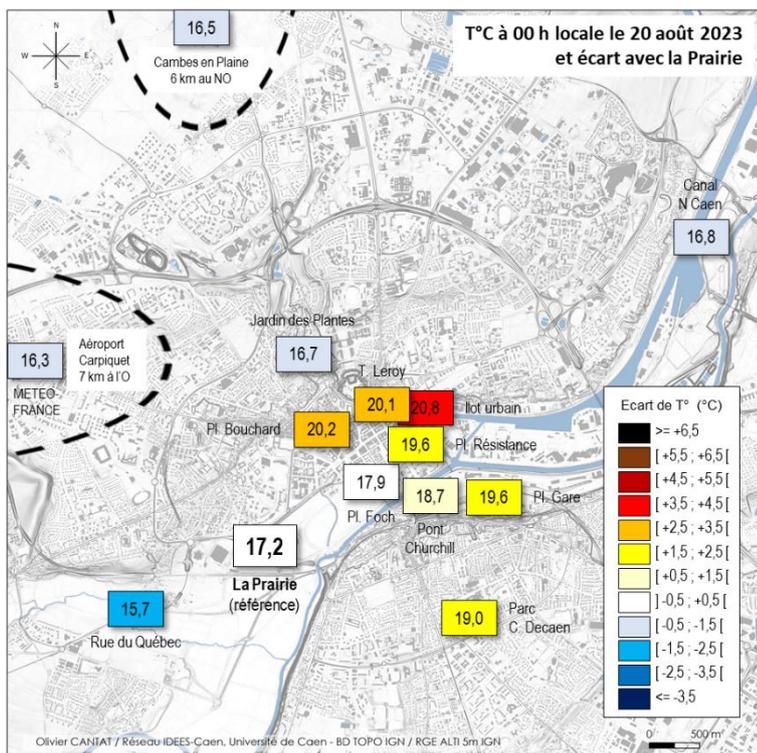
Partant de ces constats, et après quelques études préliminaires entreprises ces dernières années sur Caen (Cantat et Follin, 2020 ; Cenier, 2022), il fut décidé en 2021 de procéder à une étude exploratoire plus exhaustive sur le phénomène d'ICU en demandant à la Région et à l'Université de Caen Normandie un financement pour équiper la ville de premières stations automatiques *MeteoHelix* et *MeteoWind*.

2. Présentation du réseau de mesure

Actuellement le réseau est composé de 13 stations, réparties du centre ville dense (Place Bouchard, Tour Leroy, Ilot St-Jean) à la périphérie de l'agglomération représentative de l'espace non affecté par la ville (Rue du Québec au sud, le long du Canal au Nord). L'espace urbain est également représenté par des sites « verts » de tailles différentes (Prairie, Jardin des Plantes, Place de la Résistance) et « bleus » (Pont Winston Churchill). Grâce à la Ville de Caen et à Caen la Mer, il est prévu d'étoffer ce réseau dans les prochains mois pour avoir une vision plus large et plus complète des singularités de la ville dans son contexte climatique régional (station Météo-France de référence à Carpiquet).

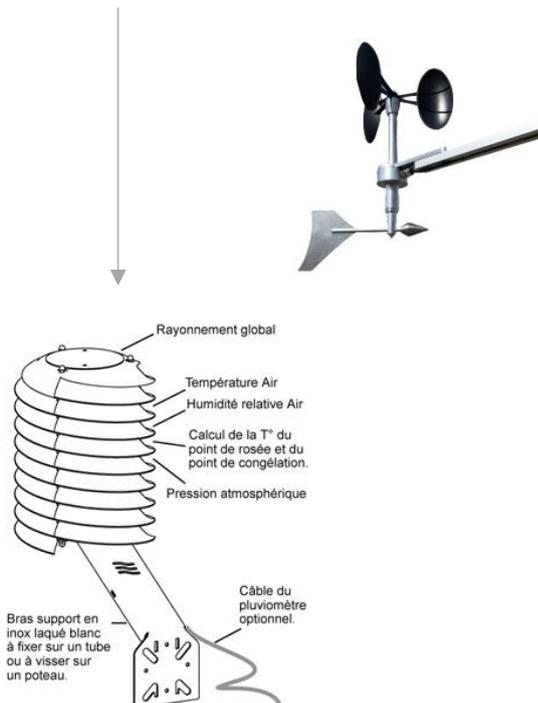
Les contraintes métrologiques et méthodologiques étaient de disposer d'un réseau fiable, totalement autonome et représentatif de la diversité urbaine. Le matériel Barani a été choisi pour ses performances et sa simplicité de mise en œuvre : il s'agit de stations automatiques *MeteoHelix* - avec abri hémisphérique pour éliminer les effets radiatifs - et d'anémomètres-girouettes *MeteoWind*, avec transmission des données toutes les 10 mn *via* le réseau Sigfox. Les sites instrumentés ont été choisis à partir de notre connaissance fine du terrain d'étude.

Réseau actuel des stations (exemple des températures le 20 août 2023 à minuit)



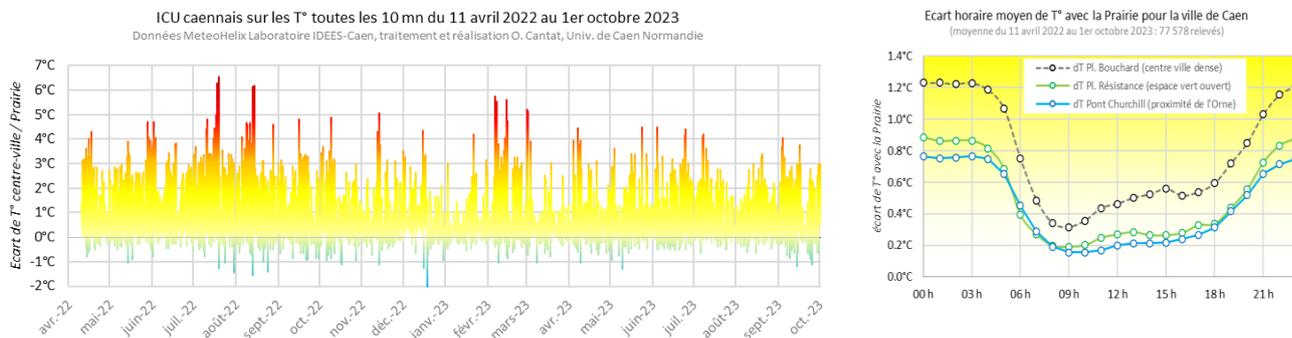
Station *MeteoHelix*

Station *MeteoWind*

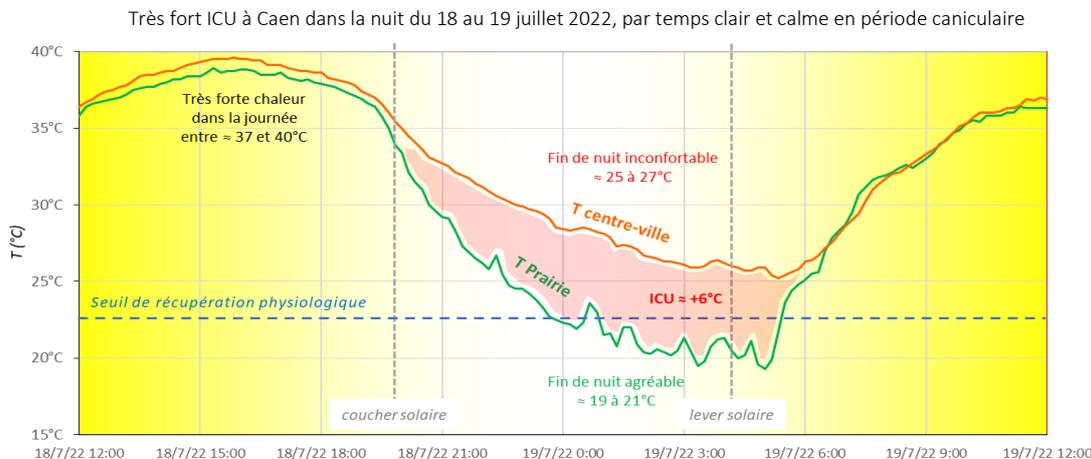


3. Premiers résultats (synthèse sur 17 mois d'analyse expérimentale, d'avril 2022 à septembre 2023)

La première année et demie de mesures a mis en évidence la présence du phénomène d'ICU sur la ville de Caen avec un écart moyen de l'ordre de +0,8°C, masquant des différences beaucoup plus importantes quand les conditions météorologiques sont propices à l'expression des facteurs géographiques locaux sur les basses couches de l'atmosphère (temps clair et calme). Par ce type de temps, des écarts de 3 à 4°C sont alors fréquents, voire jusqu'à plus de 5 à 6°C, et en toute saison, même si l'occurrence est naturellement plus élevée en été avec de longs épisodes anticycloniques, *a contrario* de l'hiver et de ses circulations perturbées fréquentes et durables propres au climat des latitudes moyennes océanisées. Les données au pas de temps de 10 mn permettent de voir le rythme très net de cet ICU, avec une présence affirmée de nuit et un effacement de jour, en accord avec les mécanismes physiques qui régissent les températures en ville. Par temps clair, on observe une accumulation de chaleur solaire dans les matériaux urbains de jour et sa lente restitution qui se prolonge durant la nuit, alors que sur la campagne l'énergie solaire n'affecte qu'une faible épaisseur du sol. De ce fait, l'échauffement diurne est rapide sur la campagne mais l'absence de réserve de chaleur explique la chute rapide et prononcée de la température après le coucher du soleil.



Lors de l'épisode chaud exceptionnel de l'été 2022 (record absolu de chaleur à la station Météo-France de Caen-Carpiquet avec 40,1°C), le réseau de mesures a pu mettre en évidence de nuit des contrastes remarquables à de faibles distances sur la ville de Caen. Ainsi durant la « nuit tropicale » du 19 juillet 2022, les températures sont restées très au-dessus du seuil de récupération physiologique (≈ 22 ou 23°C) sur le centre-ville (25 à 27°C) alors que la Prairie enregistrait des valeurs inférieures à 20°C . Cet exemple souligne les conséquences sanitaires possibles induites par l'ICU (inconfort thermique) et donc en amont l'importance de la nature en ville dans la lutte contre les ICU.



Enfin, l'exemple de la Place Foch a permis de mettre en évidence les variations parfois très rapides de la température sur la périphérie de l'espace urbain, sous la dépendance des advections possibles d'air plus frais en provenance de la Prairie et de la campagne. Durant la nuit du 22 juillet 2022, la température de la Place Foch suit celle du centre-ville jusqu'à 2 heures du matin (UTC), puis chute brutalement au niveau de celle enregistrée sur la Prairie. Cette évolution est en accord avec les indications de vent données par l'anémomètre placé sur la Prairie, montrant une bascule de direction à partir de minuit. Deux heures plus tard, l'air frais formé sur la Prairie pénètre en ville, jusqu'à la reprise d'un vent d'est soutenu à 4 heures du matin qui homogénéise la masse d'air et disperse les effets géographiques locaux à l'interface sol/air. Ces exemples démontrent l'influence de l'emplacement des espaces verts *intra* et *extra muros* et de la présence d'axes permettant la circulation/pénétration en ville de l'air plus frais.

