



#14

# GIEC NORMAND

# ÎLOT DE CHALEUR URBAIN

Synthèse réalisée par l'Agence Normande de la Biodiversité et du Développement Durable et la Région Normandie à partir de la note produite par **O. Cantat** (IDEES Caen), **S. Costa** (IDEES Caen), **F. Beauvais** (IDEES Caen), **M. David** (IDEES Caen), **S. Schneider** (IDEES Caen), **C. Zangerl** (IDEES Caen), **B. Laignel** (M2C Rouen), **N. Buffard** (Météo France)



RÉGION  
NORMANDIE

[www.normandie.fr](http://www.normandie.fr)

## UN GIEC POUR LA NORMANDIE

La Région Normandie a confié à un groupe de 37 chercheurs et experts normands l'étude des conséquences locales du changement climatique, pour éclairer l'action politique et mieux informer le grand public.

### MÊME COMBAT

- ▶ En référence au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat mis en place en 1988, à la demande des sept plus grandes puissances économiques de la planète, **la Région Normandie a créé un GIEC normand (Groupe Interdisciplinaire d'Experts sur le Climat normand)**. À l'image de son aîné, il associe les meilleurs experts **pour appréhender les conséquences possibles du changement climatique en Normandie**.

### 37 SPÉCIALISTES

- ▶ Le GIEC normand est composé de **37 chercheurs et experts, tous issus d'universités et agences normandes**. Il est coprésidé par **Stéphane Costa**, professeur de Géographie Physique et environnement à l'Université de Caen Normandie, également référent scientifique de la stratégie nationale de gestion du trait de côte (Ministère de la Transition Écologique), et **Benoit Laignel**, professeur en géosciences et environnement à l'Université de Rouen Normandie, Haut Fonctionnaire Développement Durable du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Délégué français au GIEC/IPCC.

Il regroupe climatologues, géographes, écologues, géomorphologues, agronomes, écophysiologistes, géologues, biologistes, océanologues, épidémiologistes, sociologues, chercheurs en psychologie, juristes, économistes...

### 14 DOMAINES D'ÉTUDE

- ▶ De janvier à décembre 2020, ils ont **établi un premier diagnostic dans neuf domaines d'étude** : les changements climatiques et aléas météorologiques, la qualité de l'air, l'eau, la biodiversité, les sols et l'agriculture, la pêche et la conchyliculture, les territoires (habitat et mobilités), les systèmes côtiers, la santé (pollutions, nouvelles maladies). Puis, en 2024, un 2<sup>ème</sup> diagnostic a été élaboré, portant sur la sociologie, la psychologie, le droit, l'économie, les haies et le bocage. Le diagnostic de 2020 sur le climat a également été mis à jour à cette occasion, en y ajoutant le sujet des îlots de chaleur urbain.

### ÉTAT DES LIEUX

- ▶ La somme de leurs travaux est traduite au sein d'un corpus de documents de synthèse à destination de tous les décideurs de la région et du grand public. **Grâce à ce travail de projection, le GIEC normand endosse le rôle de lanceur d'alerte auprès des normands.** ●

POUR EN SAVOIR +

Suivez l'évolution de travaux de recherche du GIEC normand sur [normandie.fr](http://normandie.fr)

## Contexte

L'apparition d'un «**îlot de chaleur urbain**» (ICU) est la manifestation la plus concrète de la présence et des activités d'une ville sur le climat local. Ses caractéristiques d'intensité, de durée, de fréquence, de rythme et de forme reflètent les particularités de chaque ville, particulièrement son cadre physique, la densité de son bâti et la nature de ses matériaux de construction, mais aussi l'occurrence des «types de temps» favorables à sa formation

(ie des conditions claires et calmes). De ce fait, **chaque agglomération possède sa propre «identité thermique», variable dans le temps et dans l'espace.**

Aujourd'hui, et plus encore dans le futur avec le réchauffement global et la croissance urbaine, le renforcement du phénomène d'ICU nécessite de développer des programmes d'aménagement privilégiant des formes de bâti plus éco-

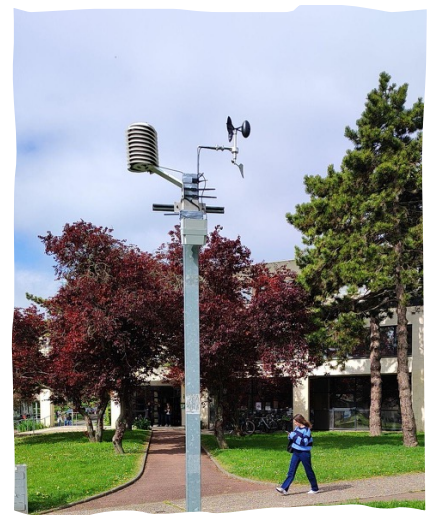
logiques et intégrant davantage d'espaces naturels (plans d'eau, parcs). Cela contribue tout à la fois à limiter l'ICU grâce à la restitution d'humidité dans l'air asséché des villes (rôle de l'évapotranspiration et des ombrages dans la création d'îlots de fraîcheur urbains (IFU)) et à rendre la vie des citoyens plus agréable, notamment en filtrant la pollution de l'air, de l'eau, et celle occasionnée par le bruit. ●

## Constats

La présence d'une ville entraîne la modification locale du bilan d'énergie en raison premièrement de l'extension des surfaces minérales imperméables emmagasinant facilement l'énergie solaire et secondairement du dégagement de chaleur des diverses activités (industrie, chauffage/climatisation, circulation). La principale conséquence est la création d'un îlot de chaleur. Cette surchauffe urbaine vient se superposer à la surchauffe d'échelle mondiale imposée par le changement climatique, rendant en été les conditions de vie plus difficiles dans le cœur des villes. En période de canicule, le phénomène d'ICU peut même occasionner une surmortalité chez les personnes les plus fragiles (accentuation du risque d'hyperthermie dans les espaces urbains confinés peu ventilés et temps de récupération

physiologique très limité lors des «nuits tropicales»).

La mise en œuvre de moyens d'atténuation de ces ICU suppose au préalable la connaissance précise du phénomène. L'analyse la plus avancée en Normandie s'appuie actuellement sur le développement depuis trois ans d'un réseau de mesures dans l'agglomération caennaise par le laboratoire universitaire IDEES Caen (Cantat, David et Beauvais, 2024) (Fig.1). De nouvelles expérimentations sont en cours sur des agglomérations de tailles différentes (Bayeux, 12700 habitants et Colomby-Anguery, 1300 habitants) et un projet sur la vallée de la Seine a vu le jour avec le déploiement à partir de 2025 d'un réseau d'une soixantaine de stations météorologiques par l'Université de Rouen Normandie. ●



**Figure 1 |** Exemple de station météorologique expérimentale à l'université de Caen, dans le contexte urbain normand.

(photographie O. Cantat)

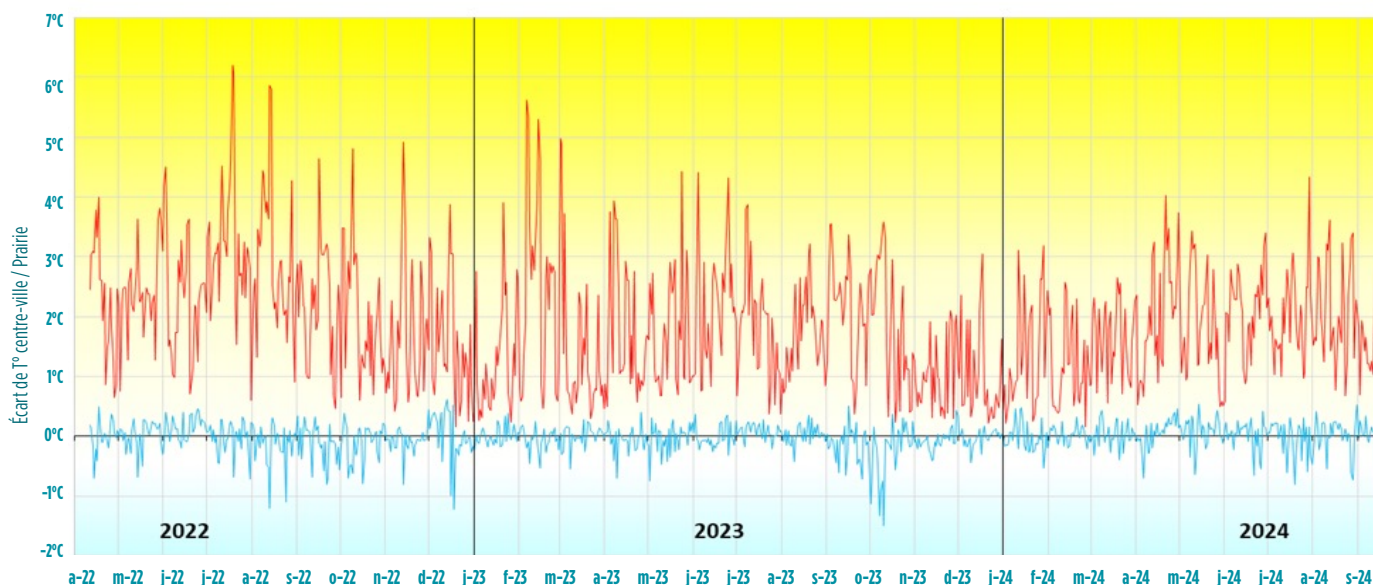
# ÎLOT DE CHALEUR URBAIN

## UNE RÉALITÉ À CAEN

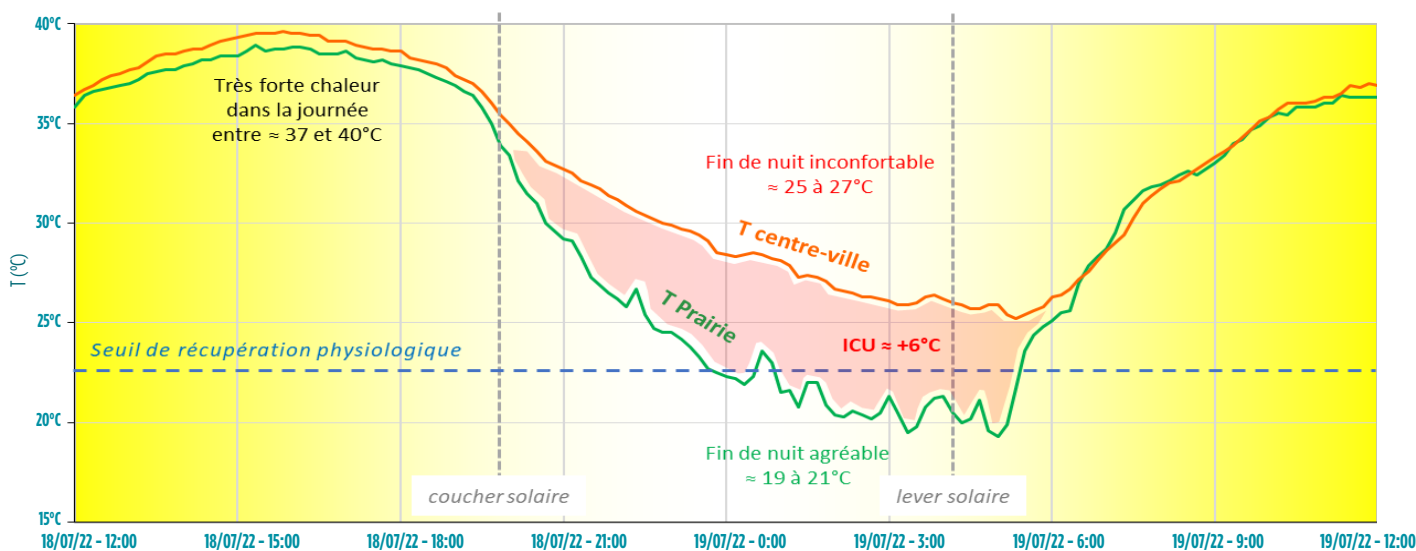
Sur Caen, les premiers résultats montrent la présence d'un ICU dont **l'intensité est très variable en fonction des conditions météorologiques** qui président à son établissement (Fig. 2). **L'intensité du phénomène peut atteindre 3°C durant la nuit par temps clair et calme, et parfois même dépasser 5 à 6°C.** Ce fut le cas notamment lors de la

canicule de juillet 2022 où, après les 40°C de la journée, une chaleur étouffante persista durant la nuit dans le cœur de la ville (27°C - très au-dessus du seuil de récupération physiologique d'environ 23°C), alors qu'à quelques centaines de mètres, la température descendait sous les 20°C sur la Prairie et au Jardin des Plantes (Fig 3). Inversement, en début de matinée, la ville peut enregistrer des valeurs légèrement

plus basses que la campagne, car les ombres projetées par les façades et l'inertie des matériaux urbains ralentissent le réchauffement, tandis que les espaces ouverts bénéficient des rayons du soleil dès les premières heures du jour. Cet exemple souligne **les conséquences sanitaires possibles induites par l'ICU** (inconfort thermique) et donc **l'importance de la nature en ville dans la lutte contre les ICU.**



**Figure 2 |** Intensité journalière maximale et minimale de l'îlot de chaleur urbain à Caen entre le 22 avril 2022 et le 15 septembre 2024. Écart de la température sous abri entre la Place Boucard et la Prairie. Réseau d'observation IDEES Caen. (réalisation O. Cantat)



**Figure 3 |** Température de l'air sous abri pour 2 stations (la Prairie et le centre-ville) dans la nuit du 18 au 19 juillet 2022, par temps clair et calme en période caniculaire. Réseau d'observation IDEES Caen. (réalisation O. Cantat)

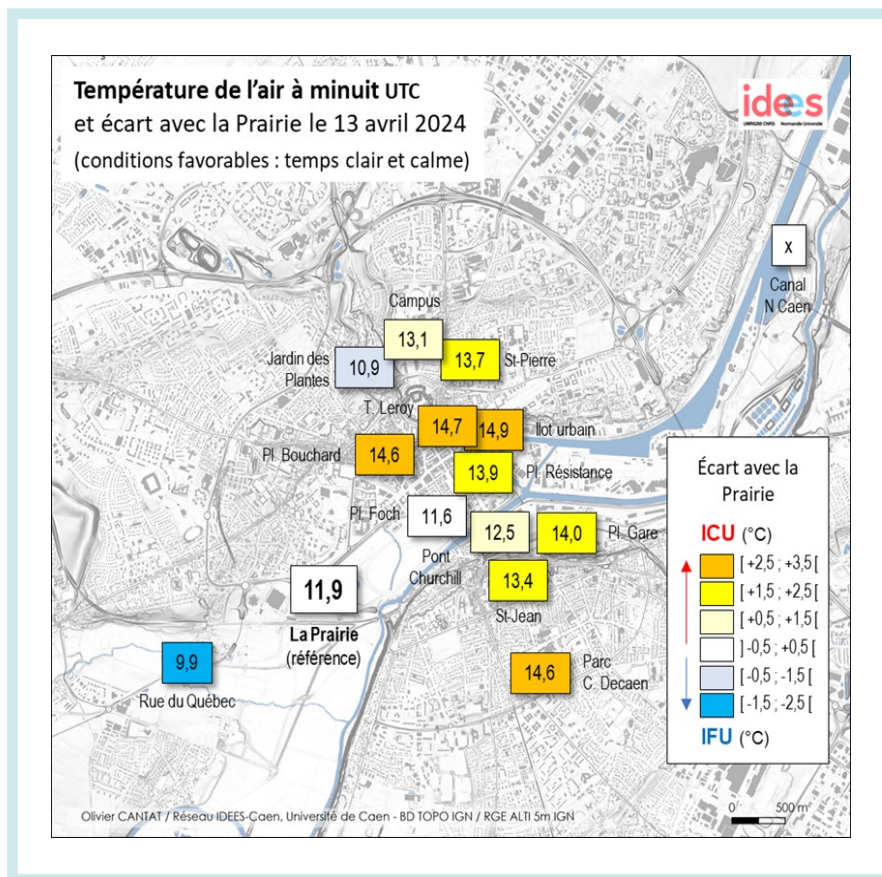
En raison de la restitution différée de l'énergie solaire emmagasinée sous forme de chaleur dans les matériaux de construction et les revêtements urbains, l'ICU caennais présente un rythme journalier très affirmé par temps clair et calme, alors que le phénomène s'efface presque totalement par temps nuageux et/ou venteux.

Sous notre climat tempéré océanique, l'occurrence moyenne des temps clairs et calmes est plus élevée en été qu'en hiver. Il est donc logique de retrouver en moyenne un ICU plus marqué à la « belle saison » que durant les mois perturbés de la « mauvaise saison ». Sur la période 2001-2023, d'après les observations de la station Météo-France de Caen-Carpiquet, l'occurrence des types de temps globalement favorables à la formation d'un ICU passe de 7% en hiver à 41% en été.

La forme de l'ICU caennais est sous la dépendance de la topographie du site : la ville profite du couloir formé par l'Orne et le canal qui permet l'entrée d'air plus frais en provenance de la campagne ou de la mer. Au gré de la direction des brises qui apparaissent lors des temps clairs et calmes favorable à l'ICU, les quartiers dans le prolongement de la Prairie récupèrent de la fraîcheur élaborée sur ce grand espace vert. À minuit le 13 avril 2024, la Place Foch était 3°C plus fraîche que le centre-ville ; de l'air plus frais avait également gagné la station du Pont W. Churchill (Fig. 4). En dehors de l'agglomération, rue de Québec, on pouvait observer des températures encore plus basses en raison d'un relief en creux favorisant l'accumulation d'air froid par densité (« trou à froid »). Le Jardin des Plantes favorise la fraîcheur nocturne pour les mêmes raisons topographiques mais à un niveau moindre de par sa taille et sa position intra-urbaine.

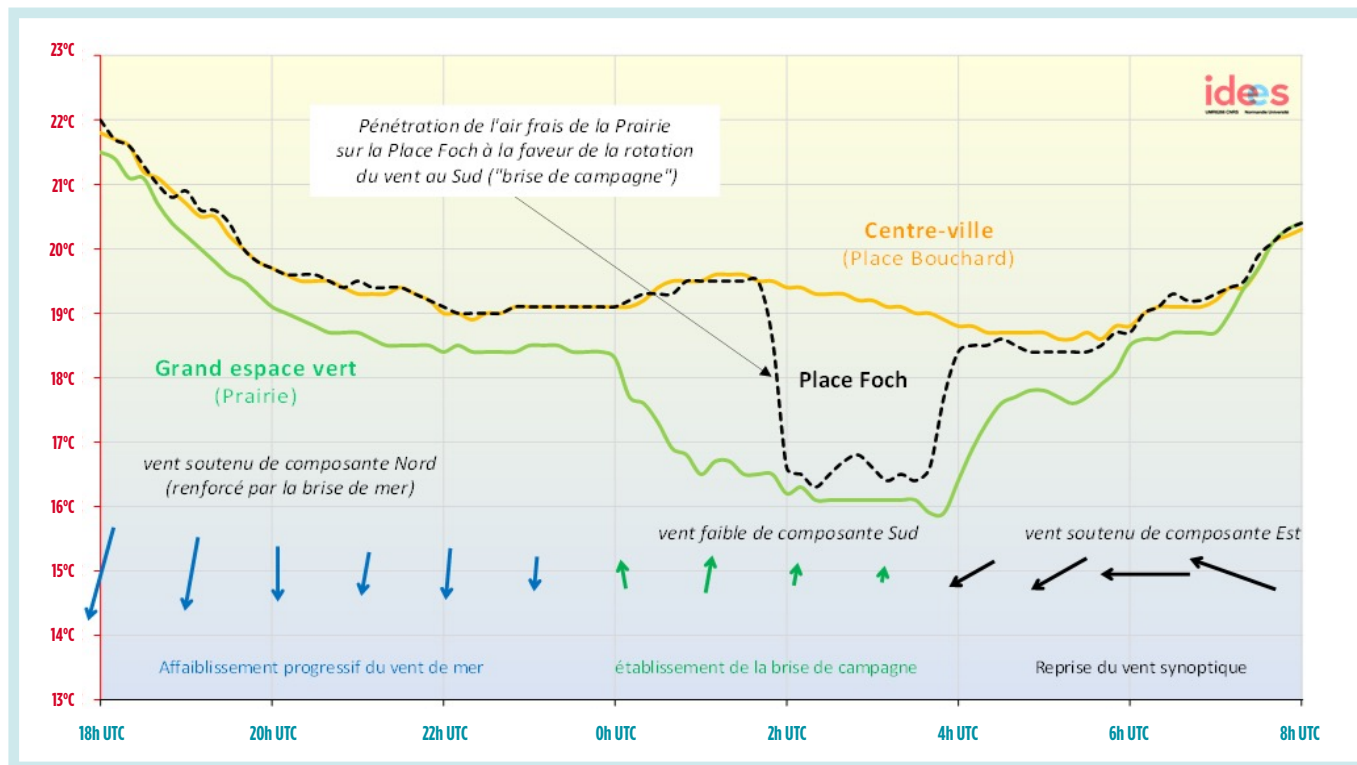
**Figure 4 |** Température de l'air sous abri et écart avec la valeur de référence de la Prairie dans la nuit du 13 avril 2024 sur l'agglomération caennaise. Réseau d'observation IDEES Caen.

(réalisation O. Cantat)



De par la taille relativement réduite de l'agglomération, l'ICU caennais est par ailleurs très réactif. L'effacement de l'ICU sur certains secteurs de l'agglomération peut se faire en quelques minutes (Fig. 5). Durant la nuit du 22 juillet 2022, la température de la Place Foch reproduit fidèlement celle du centre-ville jusqu'à 2 heures du matin, puis chute brutalement au niveau de celle enregistrée sur la Prairie. Cette évolution est en accord avec les indications de vent sur la Prairie montrant une bascule

d'orientation à partir de minuit. Deux heures plus tard, à la faveur de la brise de campagne, 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.** ●



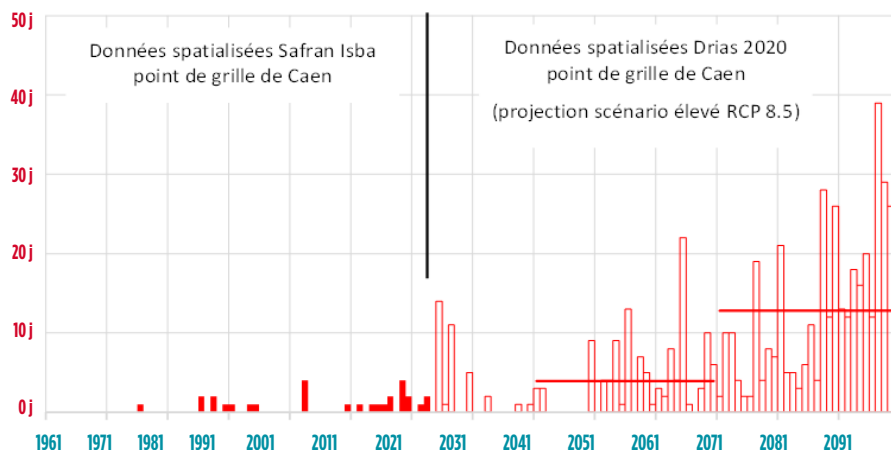
**Figure 5 |** Température de l'air sous abri pour 3 stations représentatives de l'agglomération caennaise. Évolution entre le 21 juillet 2022 à 18h UTC et le 22 juillet 2022 à 8h UTC. Réseau d'observation IDEES Caen. Données Drias-2020 (réalisation d'O. Cantat).

## PROJECTIONS : LE FUTUR

Depuis quelques années, les **politiques d'aménagement** se préoccupent de plus en plus des excès de chaleur diurne et nocturne en ville, et pas uniquement pour les métropoles de dimension mondiale. Toutes les villes sont sujettes au phénomène d'ICU, à des degrés et sous des formes divers qu'il convient de préciser pour trouver les moyens les plus adaptés pour agir efficacement. **La Normandie est donc concernée, depuis les grandes agglomérations comme Rouen, Le Havre et Caen jusqu'aux plus petits villages qui composent la trame urbaine régionale.** La démarche est appelée à se poursuivre et se développer, car les risques induits devraient augmenter avec le réchauffement climatique d'échelle

planétaire, et notamment la **multiplication des « nuits tropicales » préjudiciables à la santé (Fig. 6), dont la fréquence et l'intensité sont aggravées en milieu urbain.** ●

**Figure 6 |** Nombre de « nuits tropicales » (minimum supérieur à 20°C) à Caen entre 1961 et 2023 selon la simulation Safran Isba et projection à l'horizon 2100 selon le scénario élevé RCP 8.5 (point de grille n°1048, expérience Météo France CNRM 2020 : Modèle Aladin). Données Drias-2020 (réalisation O. Cantat).



## CONCLUSION

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.

Pour répondre aux objectifs du développement durable, à la réglementation qui impose aux villes la prise en compte du phénomène d'ICU dans leurs plans d'aménagements et aux nécessités d'adaptation de nos villes pour le bien-être de ses habitants, il faut donc **penser la ville de demain dans le cadre global du réchauffement planétaire et dans le cadre local de l'atténuation des ICU**. Les projets d'aménagement privilégiant des formes de bâti plus écologiques et intégrant davantage d'espaces « naturels » reposant sur les solutions fondées sur la nature peuvent y contribuer. En plus de favoriser la fraîcheur dans les milieux urbains, et donc de préserver la santé de ses habitants, ces mesures engendreront de **nombreux cobénéfices**, notamment la réduction de la demande en énergie, la diminution à la source de la pollution de l'eau et de l'air (incluant la réduction des émissions de gaz à effet de serre), de même qu'une meilleure gestion des eaux pluviales et l'augmentation de la biodiversité urbaine. ●

## Données à surveiller et études complémentaires à mener

Grâce à la Ville de Caen et à la communauté urbaine Caen la mer, le réseau comptera une vingtaine de stations supplémentaires en 2025 pour avoir une vision plus large et plus complète des singularités de la ville dans son contexte climatique régional (représenté par la station Météo-France de référence à Carpiquet, à environ 7 km à l'ouest de la ville).

L'Université de Rouen Métropole travaille également sur un projet similaire (HELIOS) depuis 2023, visant, d'une part,

à caractériser spatialement les ICU et leurs conséquences sanitaires et sociales et, d'autre part, à explorer des solutions d'adaptation fondées sur la nature qui pourraient être développées pour augmenter la résilience des points chauds identifiés dans 6 collectivités territoriales normandes et franciliennes (la commune du Havre, l'Agglo Seine-Eure, la Métropole Rouen Normandie, la Ville d'Argenteuil, la Communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise, la Ville de Mantes-la-Jolie). ●

## Données utilisées dans le cadre de cette étude

Les données proviennent du réseau d'observations « Météo-IDEES-Caen » du laboratoire UMR-CNRS 6266 IDEES de l'université de Caen Normandie, constitué par des stations météorologiques automatiques et autonomes MeteHelix (température, humidité, rayonnement solaire et pression atmosphérique) et MeteoWind (force et direction du vent), enregistrées toutes les 10 minutes.

Olivier Cantat, Matthieu David et François Beauvais, 2024: « L'îlot de chaleur urbain à Caen : un phénomène d'intensité et de répartition géographique très

variables, sous la dépendance des types de temps », in Atlas Social de Caen [En ligne], ISSN : 2779-654X, mis à jour le : 11/09/2024, URL : <https://atlas-social-de-caen.fr:443/index.php?id=1271>, DOI : <https://doi.org/10.48649/asdc.1271>.

Actuellement, le réseau à Caen est composé de 18 stations, réparties du centre-ville dense (Place Bouchard, Tour Leroy, Îlot St-Jean) à la périphérie de l'agglomération représentative de l'espace non affecté par la ville (Rue de Québec et Louvigny au sud, le long du Canal au Nord). ●



Abbaye-aux-Dames • Place Reine Mathilde  
CS 50 523 • 14035 Caen Cedex 1  
Tél. : 02 31 06 98 98 • Fax : 02 31 06 95 95



Direction Énergies, Environnement, Développement Durable  
DEEDD@normandie.fr • 02 31 06 96 91  
**[www.normandie.fr](http://www.normandie.fr)**