

La surchauffe urbaine dans les Hauts de France, une approche multiscalaire et multisite.

Nathalie Molines, Fabien Lamarque, Eduard Antaluca
Laboratoire AVENUES – Département Génie Urbain
Université de technologie de Compiègne

Nathalie.molines@utc.fr

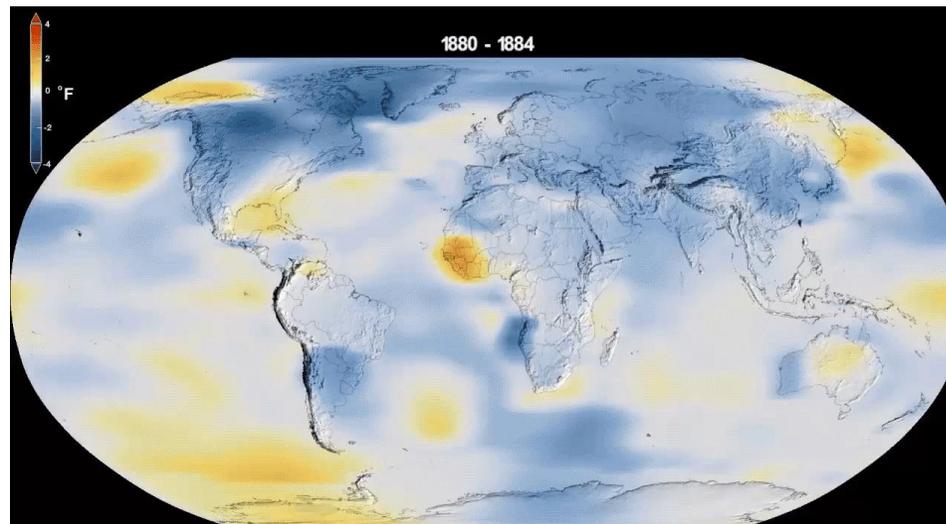


Dans un contexte mondial alarmant, les Hauts de France ne sont pas épargnés

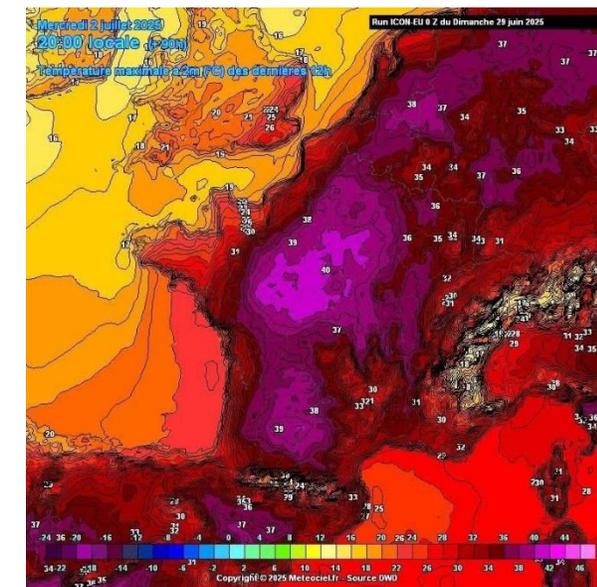
+0 °C – 1850
+1,1 °C – 2023
+1,5 °C – 2030
GIEC, 2023

“Lille parmi les trois communes Françaises les plus touchées par la surchauffe urbaine”
MApUCE, 2018

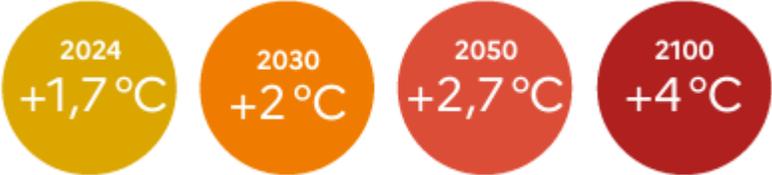
“Les Hauts-de-France, région française la plus menacée d’ici 2080”
Classée 121e mondiale sur 2600
XDI, 2023



Évolution de la température moyenne mondiale (1880-2021). Réseau Action Climat, 2021.



Dans un contexte mondial alarmant, les Hauts de France ne sont pas épargnés



Climat futur de la France métropolitaine selon la TRACC (ref 1900-1930), Drias, Météo-France

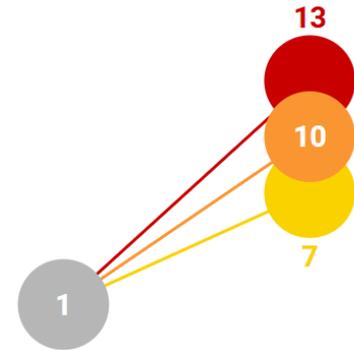
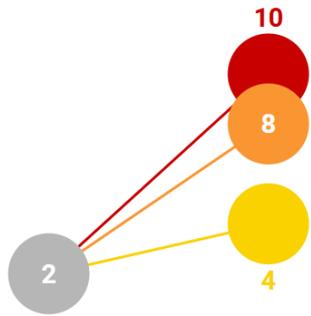


3eme Plan national d'adaptement au changement climatique Ministère de la Transition écologique, 2025.

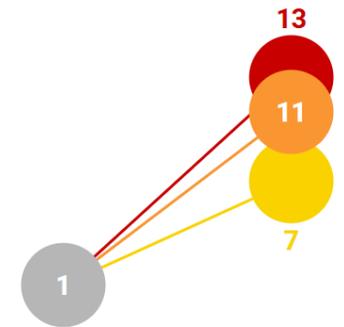
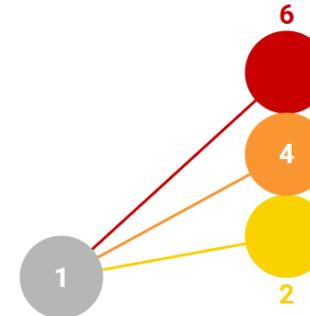
Les conséquences du dérèglement climatique sur les Hauts de France

2050 

Lille



Amiens



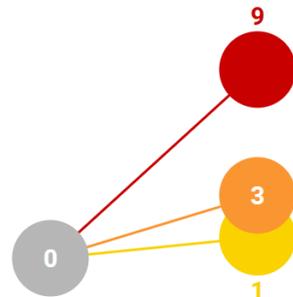
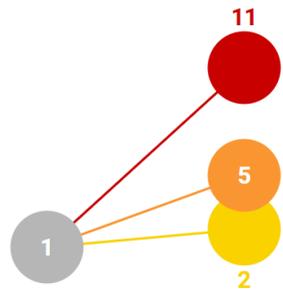
Nombre annuel de nuits chaudes (>20°C),
Climadiag - Météo France, 2020.

Nombre annuel de jours en vague de
chaleur, Climadiag - Météo France, 2020.

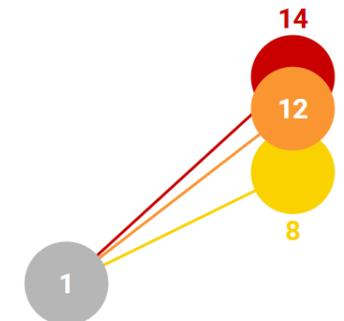
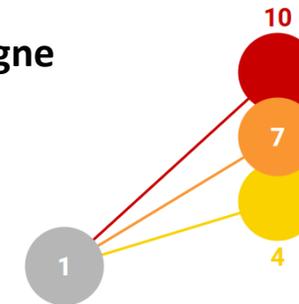
Nombre annuel de nuits chaudes (>20°C),
Climadiag - Météo France, 2020.

Nombre annuel de jours en vague de
chaleur, Climadiag - Météo France, 2020.

Dunkerque



Compiègne

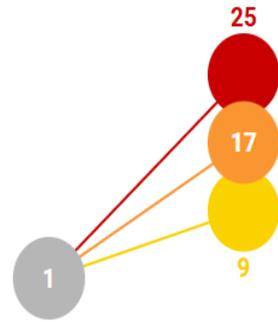
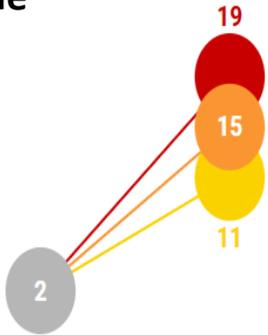


● Valeur de référence ● Valeur basse 2050 ● Valeur médiane 2050 ● Valeur haute 2050

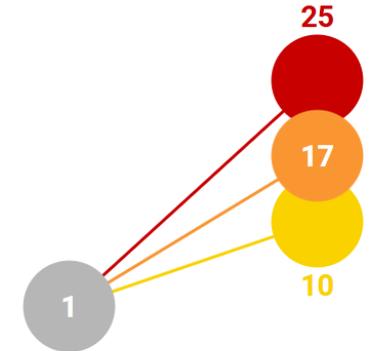
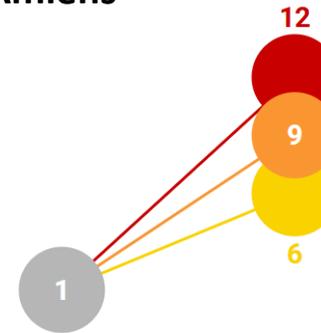
Les conséquences du dérèglement climatique sur les Hauts de France

2100  +4°C

Lille



Amiens



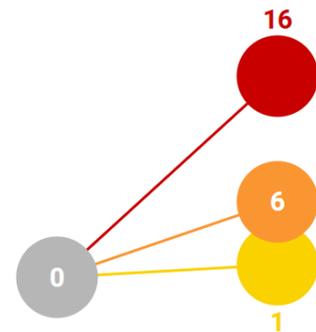
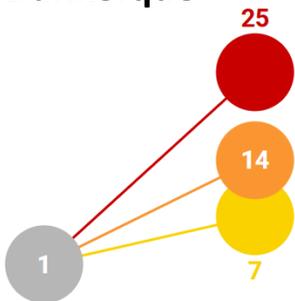
Nombre annuel de nuits chaudes (>20°C), Climadiag - Météo France, 2020.

Nombre annuel de jours en vague de chaleur, Climadiag - Météo France, 2020.

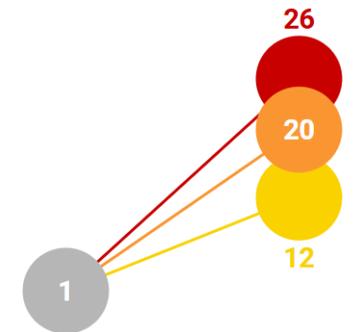
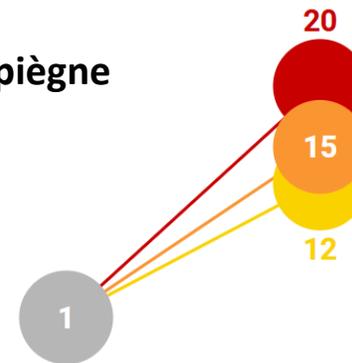
Nombre annuel de nuits chaudes (>20°C), Climadiag - Météo France, 2020.

Nombre annuel de jours en vague de chaleur, Climadiag - Météo France, 2020.

Dunkerque



Compiègne



● Valeur de référence

● Valeur haute 2100

● Valeur médiane 2100

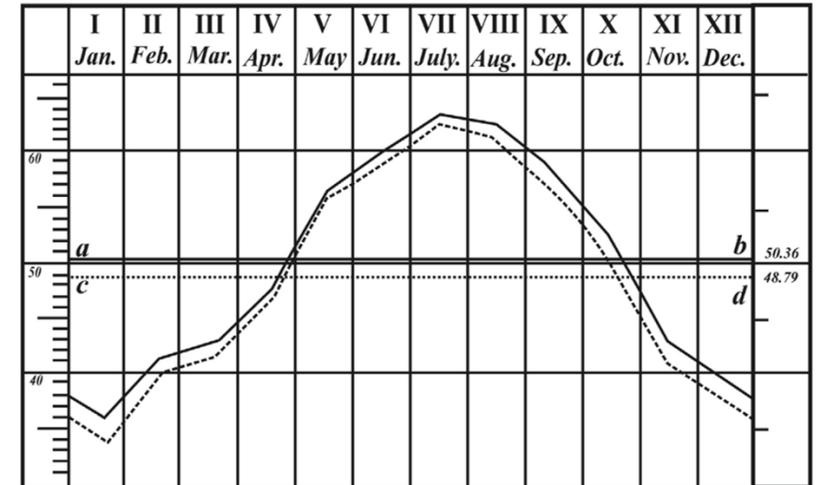
● Valeur basse 2100



1- Quelques définitions

L'îlot de Chaleur Urbain (ICU)

- ✓ Un phénomène ancien (Howard, 1833) fortement amplifié par le dérèglement climatique.

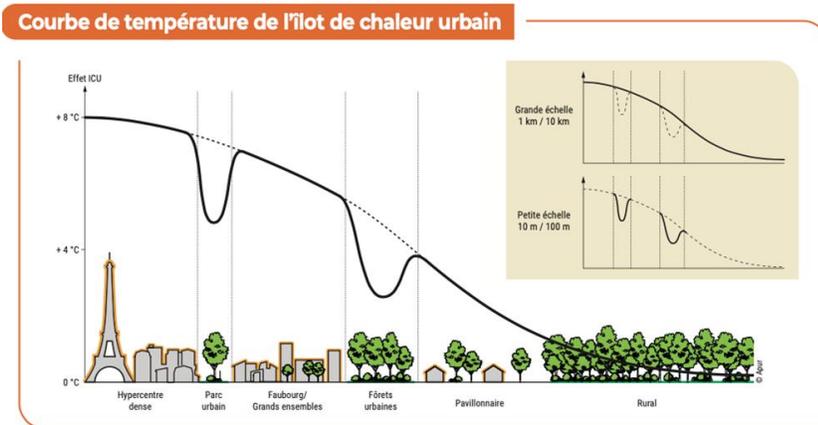


Comparaison entre les relevés de la température de l'air à Londres et dans la campagne environnante entre 1807 et 1816 (d'après Howard (1833)).

1- Quelques définitions

a- L'îlot de Chaleur Urbain (ICU)

- ✓ Un phénomène ancien (Howard, 1833) fortement amplifié par le dérèglement climatique.
- ✓ A milieu du XXème siècle ce phénomène est appelé îlot de chaleur urbain (ICU) et T. Oke propose une modélisation de ce phénomène à partir de la géométrie de la ville. Il démontre ainsi que plus la ville est dense et minérale e les rues étroites (effet canyon) plus l'ICU est important.
- ✓ Ce phénomène s'amplifie avec le dérèglement climatique.



Courbe d'augmentation de la température à Paris par rapport à l'espace rural environnant lors de la canicule de 2003. (Ville de Paris, 2021).

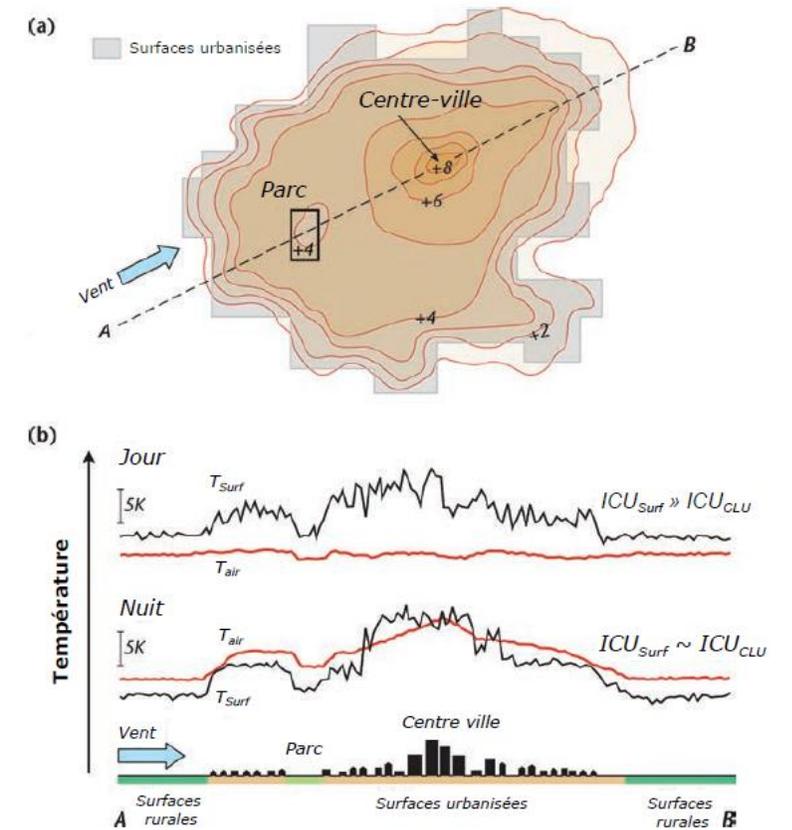


Schéma d'un îlot de chaleur urbain (Cravero, 2023, d'après Oke, 2017)

1- Quelques définitions

a- L'îlot de Chaleur Urbain (ICU) – les zones climatiques locales

Les zones climatiques locales (LCZ) Stewart et Oke (2012) – Traduction Cerema			
Classes bâties	Définitions	Classes non bâties	Définitions
1. Ensemble compact de tours	Mélange dense de grands immeubles avec des dizaines d'étages. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre.	A. Espace densément arboré	Paysage fortement boisé composé d'arbres à feuilles caduques et/ou à feuilles persistantes. Couverture du sol principalement perméable (plantes basses). Fonction de la zone : forêt, arboriculture, parc urbain.
2. Ensemble compact d'immeubles	Mélange dense de bâtiments de hauteur moyenne (3 à 9 étages). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction : pierre, brique, tuile, béton.	B. Espace arboré clairsemé	Paysage légèrement boisé composé d'arbres à feuilles caduques et/ou à feuilles persistantes. Couverture du sol principalement perméable (plantes basses). Fonction de la zone : forêt, arboriculture, parc urbain.
3. Ensemble compact de maisons	Mélange dense de bâtiments de faible hauteur (1 à 3 étages). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction : pierre, brique, tuile, béton.	C. Espace végétalisé hétérogène	Buissons, arbustes et ligneux espacés. Couverture du sol principalement perméable (sol nu ou sable). Fonction de la zone : maquis, agriculture.
4. Ensemble de tours espacées	Tours espacées de plus de 10 étages. Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre.	D. Végétation basse	Paysage plat composé d'herbe ou plantes herbacées, de cultures. Peu ou pas d'arbres. Fonction de la zone : prairie, agriculture, parc urbain.

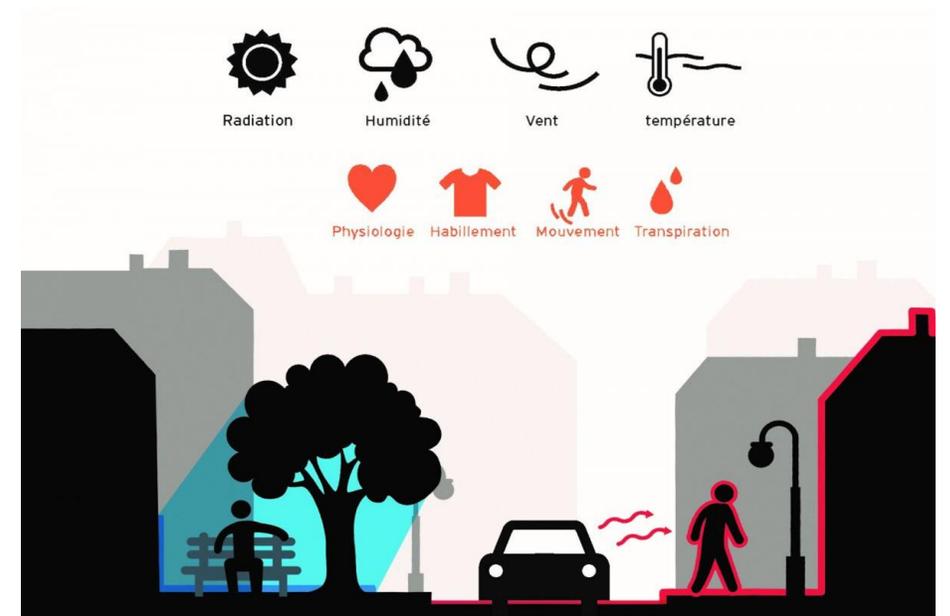
5. Ensemble d'immeubles espacés	Bâtiments de hauteur moyenne espacés (3 à 9 étages). Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre.	E. Sol imperméable naturel ou artificiel	Paysage plat rocheux ou revêtu. Peu ou pas d'arbres ou de plantes. Fonction de la zone : désert naturel (roche) ou route.
6. Ensemble de maisons espacées	Bâtiments de faible hauteur espacés (1 à 3 étages). Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : bois, brique, pierre, tuile, béton.	F. Sol nu	Paysage plat composé de sol nu ou de sable. Peu ou pas d'arbres ou de plantes. Fonction de la zone : désert naturel ou agriculture.
7. Ensemble dense de maisons ou constructions légères	Mélange dense de bâtiments à un étage. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement compacté. Matériaux de construction légers : bois, chaume, tôle ondulé, etc.	G. Eau	Plans d'eau (mers, lacs, rivières, bassins, lagons).
8. Bâtiments bas de grande emprise	Bâtiments bas (1 à 3 étages) de grande emprise, et espacés. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu. Matériaux de construction en acier, béton, métal et pierre.	10. Industrie lourde	Structure industrielle basse ou de hauteur moyenne (tours, réservoirs, cheminées). Peu ou pas d'arbres. Sol principalement revêtu ou compacté. Matériaux de construction : métal, acier, béton.
9. Implantation diffuse et espacée de maisons	Bâtiments de petite ou moyenne hauteur et éloignés dans un cadre naturel ou végétalisé. Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars).		

Classification LCZ de Stewart et Oke (2012) traduit par le Cerema

1- Quelques définitions

b- La surchauffe urbaine

- ✓ La surchauffe urbaine désigne le **stress thermique ressenti** par des personnes en milieu urbain dû à une accumulation excessive de chaleur. Ce phénomène se manifeste à une **échelle micro** de jour comme de nuit et touche surtout les personnes vulnérables (personnes âgées, enfants et malades).



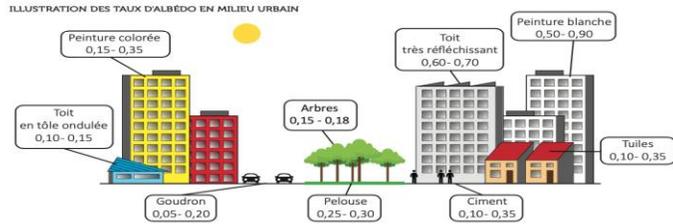
Phénomène de surchauffe urbaine TADAA, 2019. (TRIBU, 2019).

1- Quelques définitions

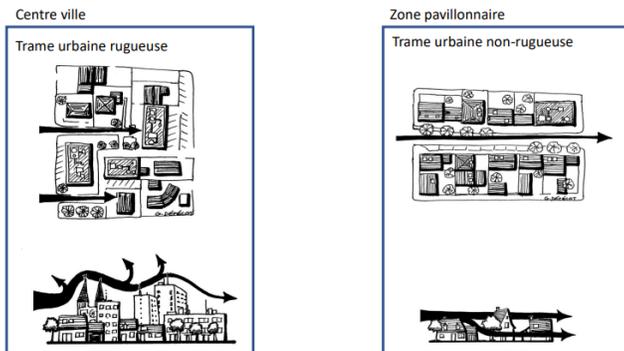
b- La surchauffe urbaine

Facteurs aggravants

- Dérèglement climatiques
- Matériaux urbains à faible albedo
- Forme urbaine (rugosité, rue canyons...)
- Chaleur anthropique



Taux d'albédo des différents matériaux urbains (Adulm, 2017)



Rugosité au vent (Adulm, 2017)

Facteurs atténuants

- Végétation
- Eau
- Ombrage
- Matériaux à fort albédo

Figure 14-A

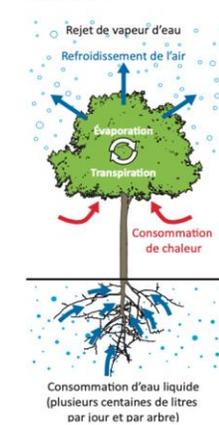
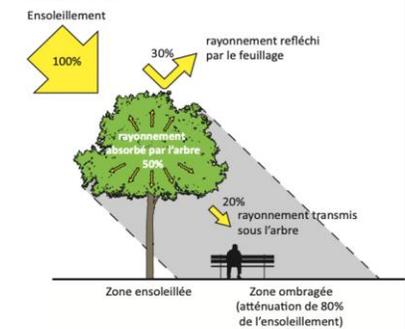


Figure 14-B

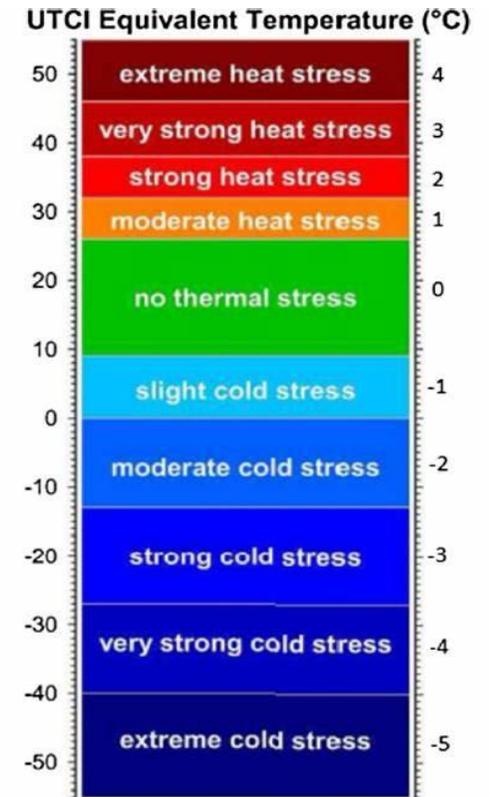


Comparaison qualitative des atouts et inconvénients de deux formes urbaines parisiennes (Apur, 2012)

1- Quelques définitions

c- Le confort thermique

- ✓ Le confort thermique détermine les conditions ambiantes pour lesquelles un individu est satisfait d'un point de vue thermique, c'est-à-dire qu'il n'a ni trop chaud ni trop froid. Cette sensation de satisfaction thermique est propre à chaque personne et n'est donc pas définie uniquement par les conditions environnementales (Migliari et al., 2022).
- ✓ l'indice universel du climat thermique, UTCI (pour *Universal Thermal Climate Index*) donne une mesure du stress thermique humain en combinant quatre paramètres environnementaux (la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent et le rayonnement) intervenant dans le bilan énergétique d'un individu.

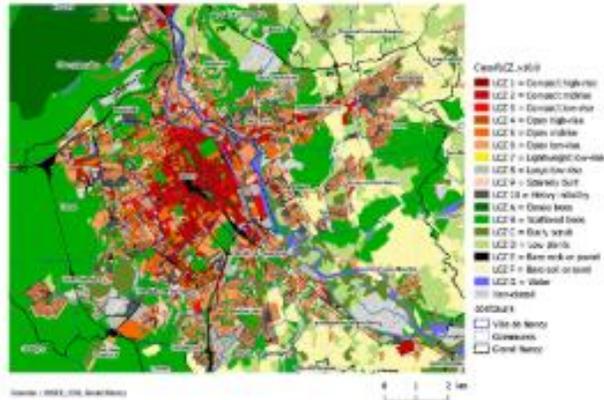


Echelle UTCI
(The UTCI story hub)

1- Quelques définitions

d- Les outils de mesure de la surchauffe urbaine

La modélisation de la forme urbaine



Modélisation LCZ (cerema)

L'imagerie satellitaire

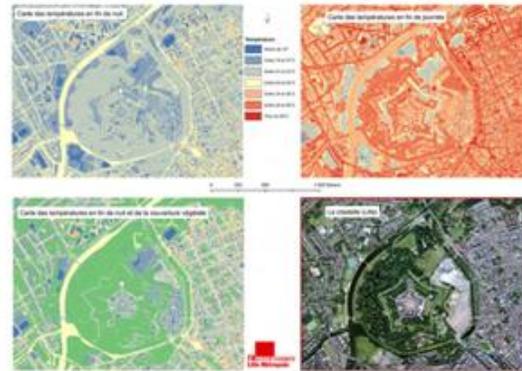
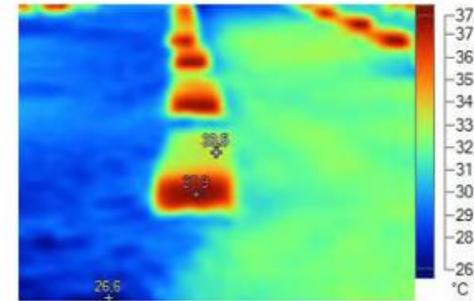


Image satellite (Agence de développement et d'urbanisme de Lille Métropole, IGN)

Caméra thermique



Caméra thermique (Agence de développement et d'urbanisme de Lille Métropole)

Station météorologique



TABLEAU DES TEMPÉRATURES PAR COMMUNE, EN FIN DE JOURNÉE ET FIN DE NUIT MOYENNE

Commune	Température moyenne en fin de journée	Température moyenne en fin de nuit
BONDUES	40	40
LEERS	23,55	20,27
HÉM	24,15	20,64
VILLENEUVE-D'ASCQ	24,90	20,98
LEZ-VALES	24,37	20,90
WATTRELOS	24,38	20,79
US-LEZ-LANNY	24,50	21,06
WATTRELOS	24,53	21,21
ROCHEN	24,89	21,03
MARQUEFIN	25,14	21,52
CRUX	25,18	21,60
MARCO-EN-BARDEUL	25,22	21,49
BOURBAIX	25,38	21,84
FACHES-THIAUMESNIL	25,52	21,37
MARQUILLÉ	25,60	21,84
MARQUETTE-LEZ-LILLE	25,62	21,85
MORVILLEN-BARDEUL	25,66	21,82
TROUBOINS	25,97	22,24
LILLE	26,08	22,24
SAINTE-ANDRÉE-LEZ-LILLE	26,25	22,01
LAMBRESART	26,36	22,32
LA MADELEINE	26,41	22,23

Station météorologique (Agence de développement et d'urbanisme de Lille Métropole)

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

a- Objectifs et hypothèse

- ✓ Les Hauts de France sont fortement impactés par la surchauffe urbaine mais peu d'études ont été menées à l'échelle micro (Lille excepté)
- ✓ Les villes des Hauts de France réagissent-elles de manière uniforme à la surchauffe ?
- ✓ A LCZ équivalente, la surchauffe est-elle identique ?
- ✓ Il existe de nombreux outils de simulation de la surchauffe, quels avantages / inconvénients ?
 - ❑ **Un projet pédagogique de sensibilisation et d'initiation de 19 étudiants ingénieurs en génie urbain,**
 - ❑ **Une première base d'un travail de recherche sur la surchauffe urbaine dans les Hauts de France**

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

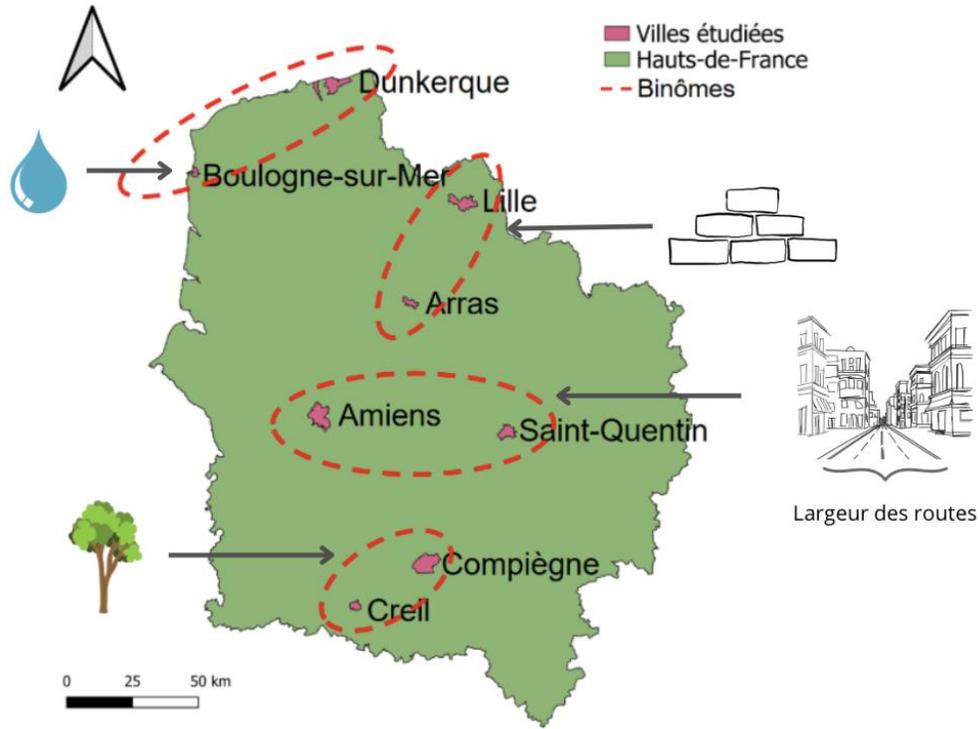
a- Méthodologie

- ✓ Evaluation macro 2025 : à l'échelle de la ville via les zones locales climatique => sélection d'un type LCZ sensible présent dans les 8 villes
- ✓ Evaluation micro 2025 : choix d'un ilot dans chaque ville.
 - ✓ Évaluation de la surchauffe via Ice Tool
 - ✓ Evaluation multiphysique via ENviMet
- ✓ Evaluation In situ 2025 (sur Compiègne uniquement)
- ✓ Projection 2080, différents scénarios (ne rien faire, aménagement simple, aménagement plus poussé)



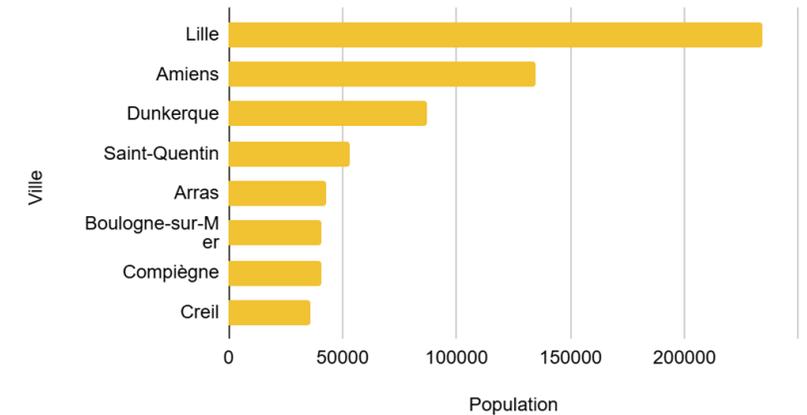
2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

b- Les villes étudiées



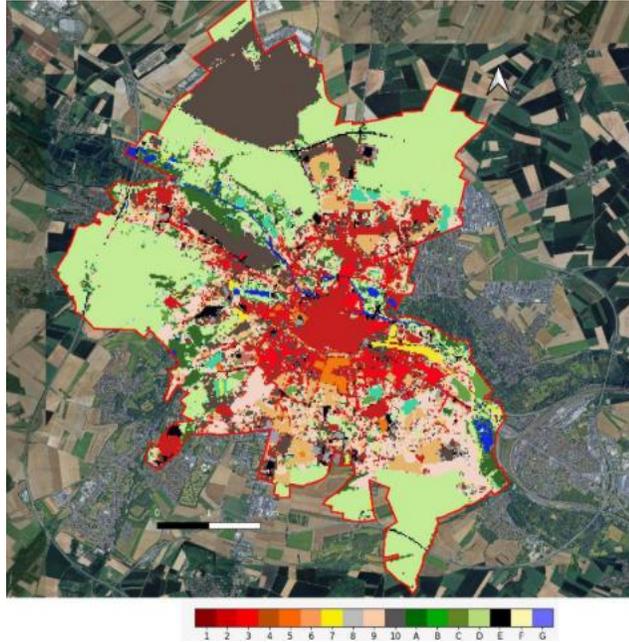
Villes étudiées	
<ul style="list-style-type: none">• Lille (59)• Dunkerque (59)• Compiègne (60)• Amiens (80)	<ul style="list-style-type: none">• Arras (62)• Boulogne-sur-Mer (62)• Creil (60)• Saint-Quentin (02)

Population par ville étudiée

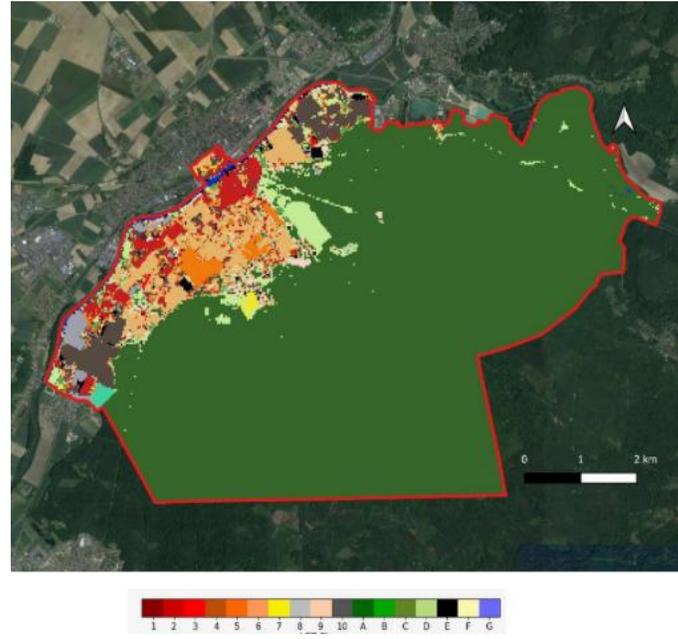


2- Analyse la surchauffe urbaine dans les HdF

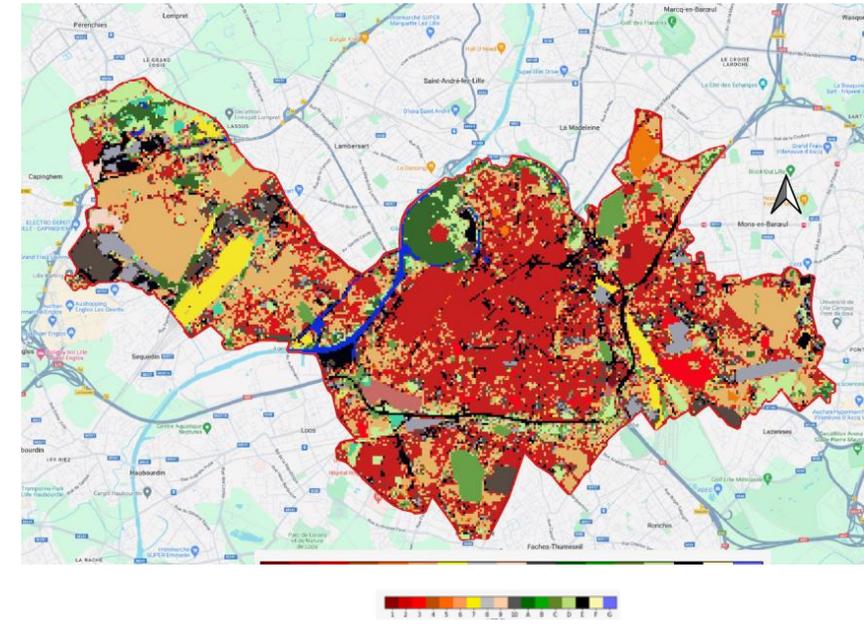
C- analyse macro : les LCZ



LCZ AMIENS (Paola Maigua Lopez (2025))



LCZ COMPIEGNE (Paola Maigua Lopez (2025))



LCZ LILLE (Paola Maigua Lopez (2025))

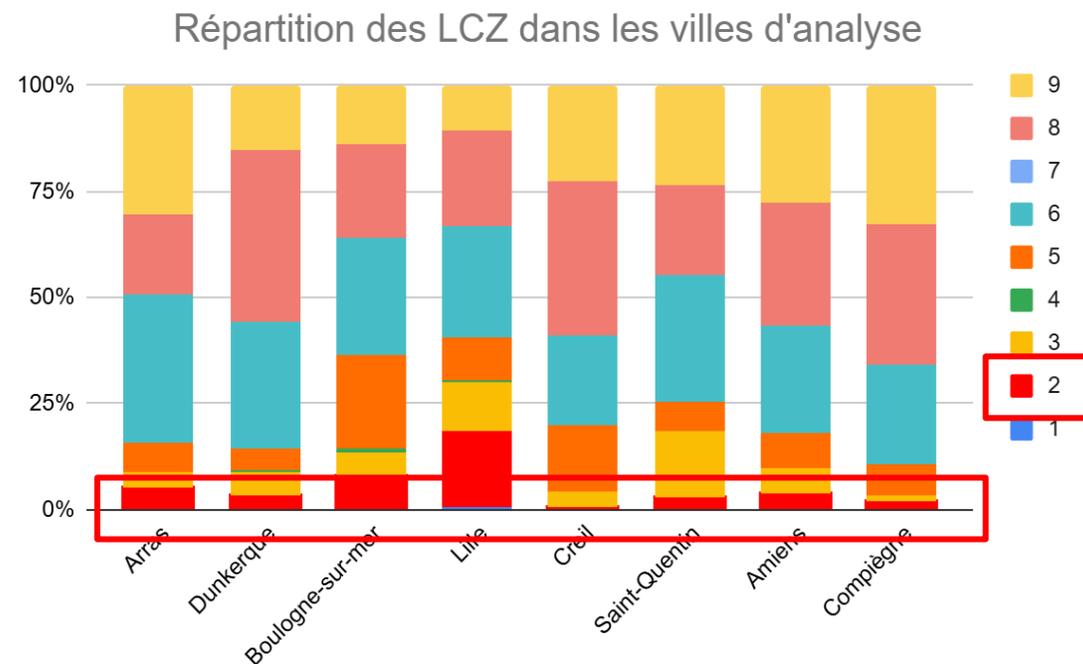
2- Analyse la surchauffe urbaine dans les HdF

C- analyse macro : les LCZ



Relation entre les profils de température et les types de LCZ à Strasbourg (MODIS-Terra, 2019)

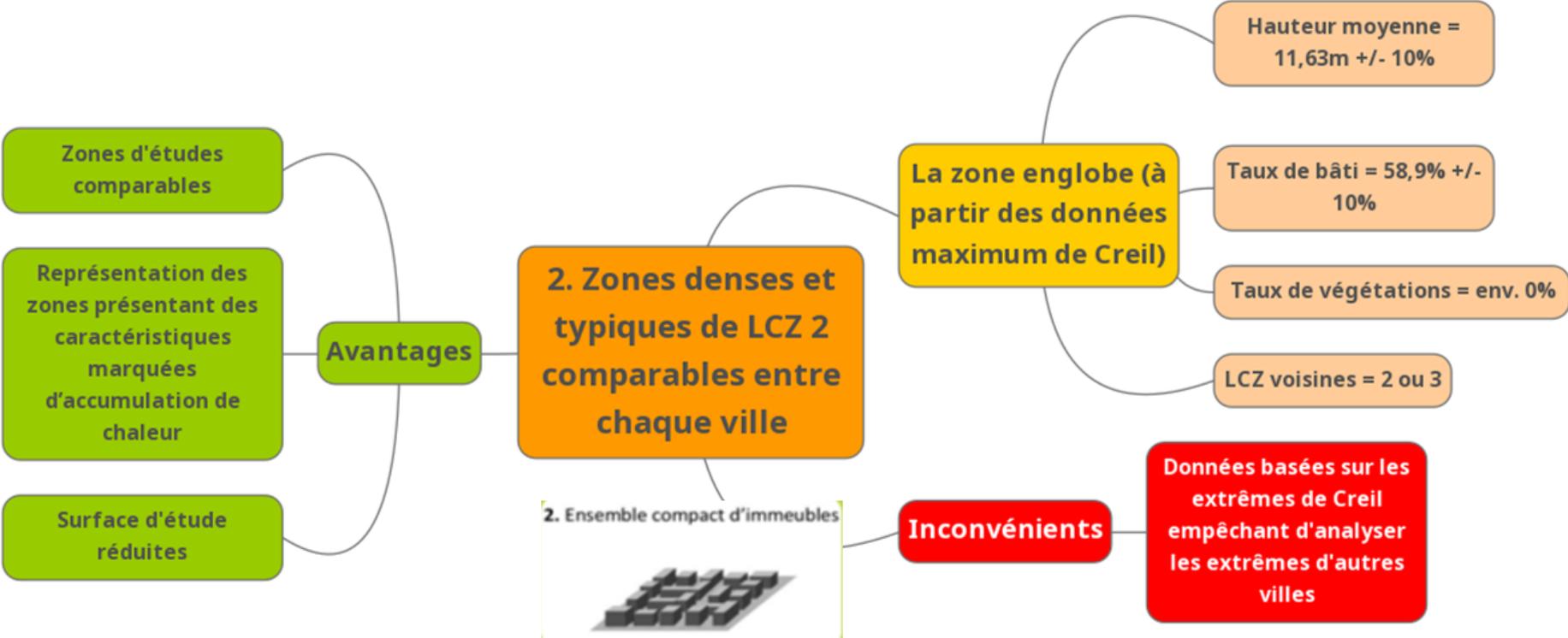
LCZ favorisant le plus les ICU :
LCZ 4 – LCZ 2



LCZ présentes dans toutes les villes :
LCZ 2 – LCZ 3 – LCZ 5 – LCZ 6 – LCZ 8 – LCZ 9

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

C- analyse macro : choix des zones micro, à partir des LCZ



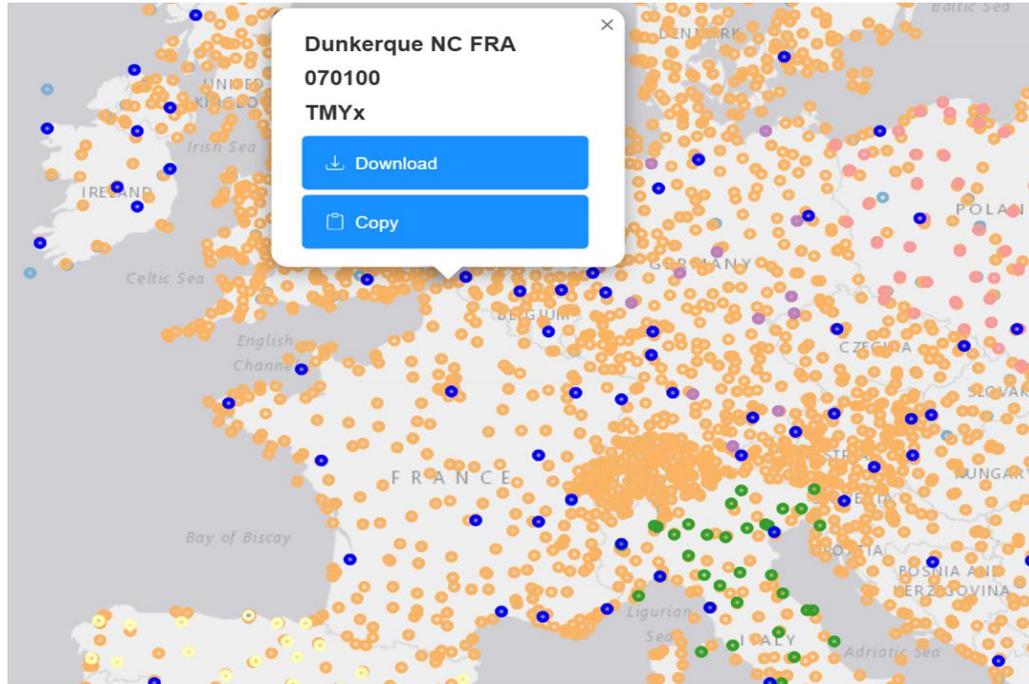
2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

C- analyse macro : choix des zones micro, LCZ 2



2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

d- analyse micro : hypothèses de simulation => Données météo pour 2025



Stations météorologiques (Ladybug tools – EPW Map)

- **Station météo** : la plus proche
- **Années de référence** : pour les mois de juillet et août
- **Jour de simulation** : le plus chaud avec le plus d'ensoleillement
- **Heure d'étude des simulations** : 1 h et 13 h

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

d- analyse micro : hypothèses de simulation => caractérisation des bâtiments et des sols

Connexions

gpkg@C:/Users/lison/Desktop/P25/AP00/gpkg/bdnb.gpkg

Connecter Nouveau Supprimer

Table	Type	Colonne géométrique	Sql
C:/Users/lison/Desktop/P25/AP00/gpkg/bdnb.gpkg			
adresse_compile	Unknown geom		
batiment_construction	Unknown geom		
batiment_groupe_compile	Unknown geom_groupe		
parcelle	Unknown geom_parcelle		
rel_batiment_construction_adresse	Unknown geom		
rel_batiment_construction_rnb	Unknown geom		
rel_batiment_groupe_adresse	Unknown geom		

Importation des données BDNB dans QGIS (BDNB, affichage dans QGIS)

Matériaux	Code	Albédo	Emissivité
Enrobé bitumineux noir	CC5	0,15	0,94
Enrobé bitumineux rouge	CC6	0,31	0,94
Enrobé bitumineux beige	CC7	0,45	0,94
Dalle béton grise	CC9	0,25	0,94
Dalle Béton Beige	CC8	0,45	0,94
Terre nue	VG10	0,25	0,98
Eau	WT1	0,06	0,96
Gravier	ST8	0,09	0,92

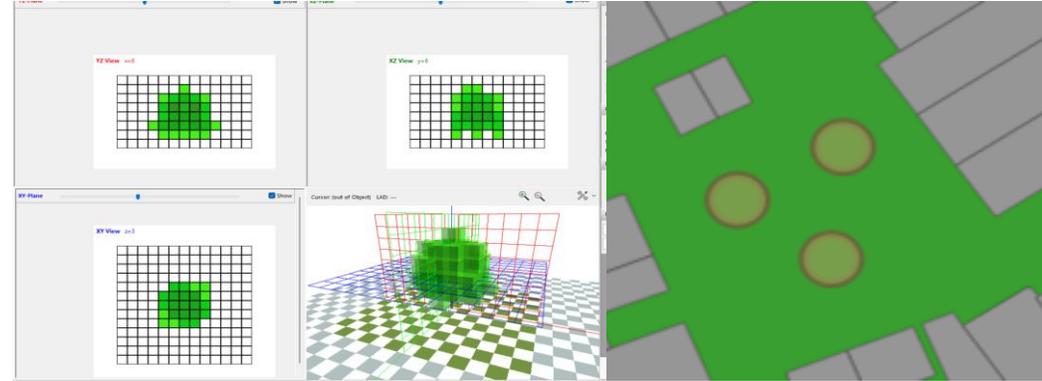
Choix des différents matériaux (AP Écrin, 2025)

2- Analyse la surchauffe urbaine dans les HdF

d- analyse micro : hypothèses de simulation => caractérisation des arbres

Type d'arbre	CAT	R	H
Petit (haie)	1	1,5	2
Moyen	2	2,5	6
Grand	3	4	10

Catégorisation des arbres (AP ECRIN, 2025)



Visualisation physique d'un arbre de catégorie 2 sur Envi-MET et Icetool (AP Écrin, modélisation Envi-MET et Icetool, 2025)

Pourcentage de la hauteur de canopée : 25 %

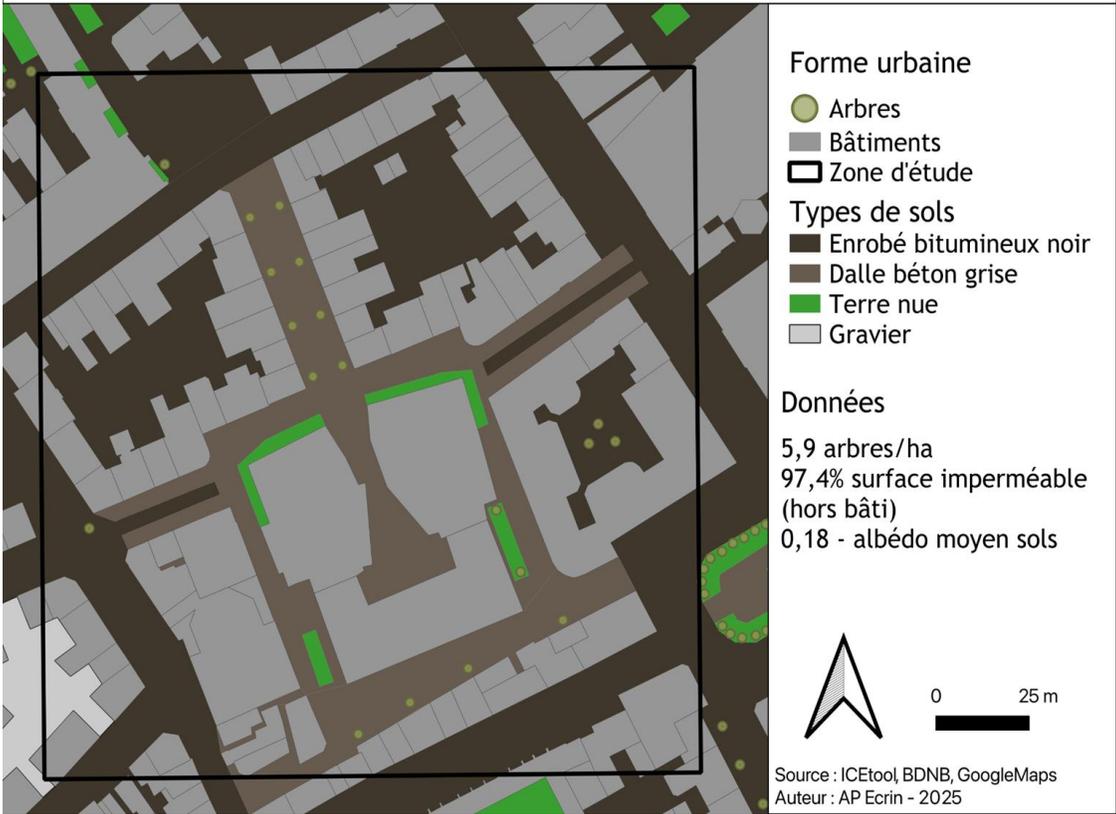
Transmittance lumineuse : 3%

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

e- analyse micro : analyse de la surchauffe actuelle, le cas de Compiègne

Contexte territorial

Modélisation des sols à Compiègne en 2025

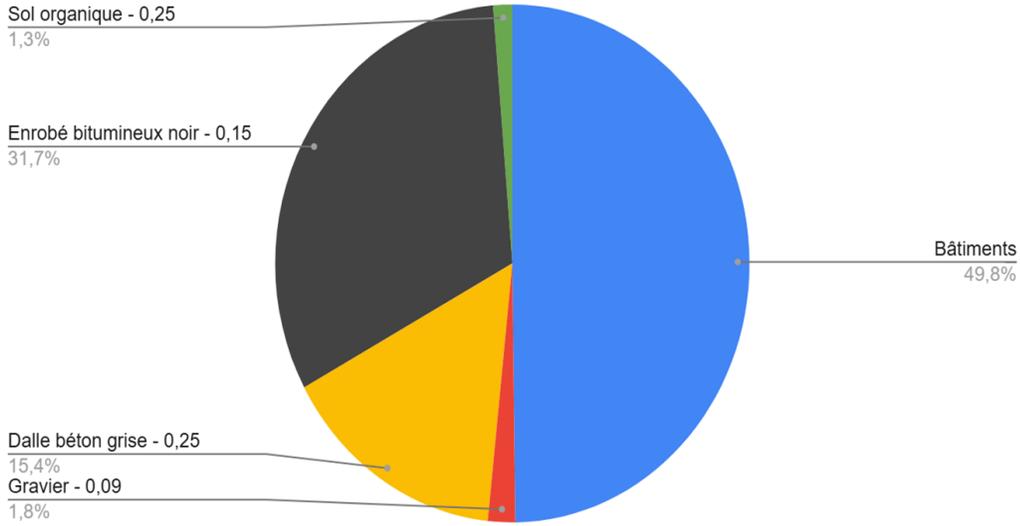


Climat : océanique, ensoleillement médiocre, pluviométrie moyenne

Morphologie urbaine : centre urbain intermédiaire, hauteur moyenne de bâti assez basse

Justification de la zone d'étude : propice aux ICU et potentiel d'aménagement

Spécificités : Situé entre l'Oise et la forêt de Compiègne, trafic important



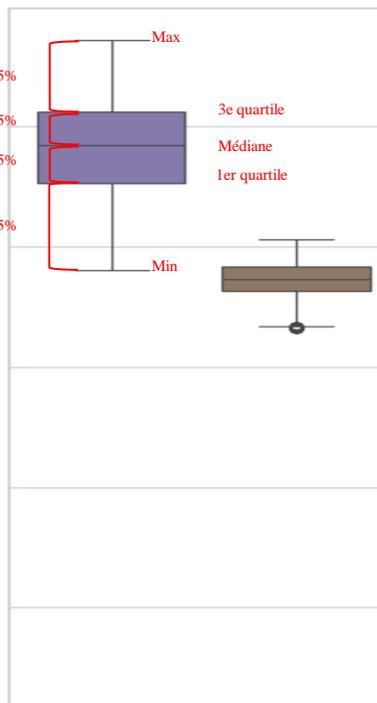
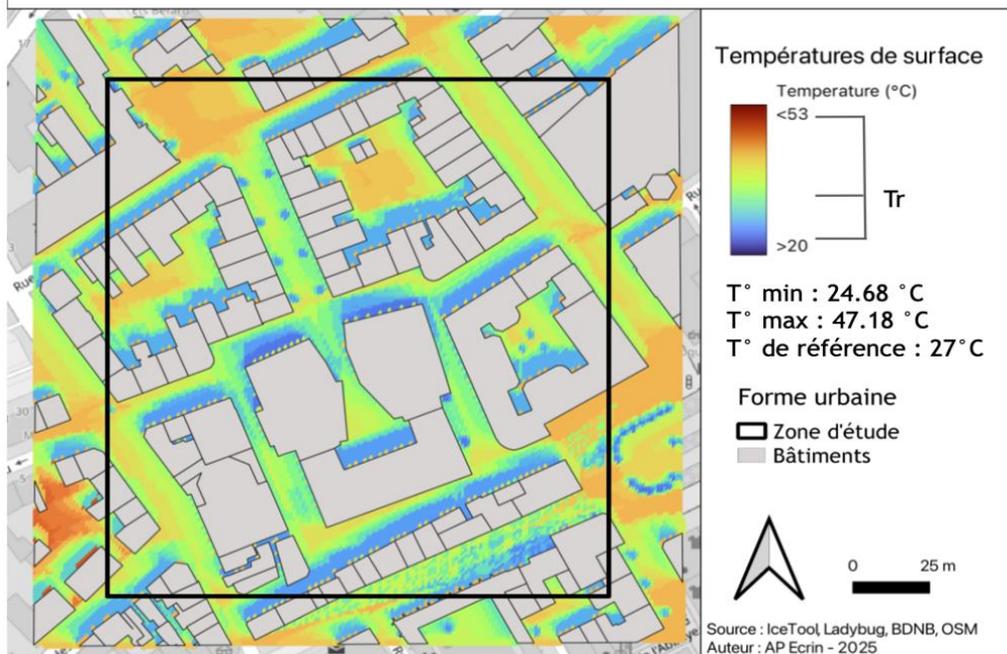
Occupation du sol et de l'albédo de la zone d'étude de Compiègne (AP ÉCRIN, 2025)

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

e- analyse micro : analyse de la surchauffe actuelle, le cas de Compiègne

Modélisation d'une journée chaude de référence

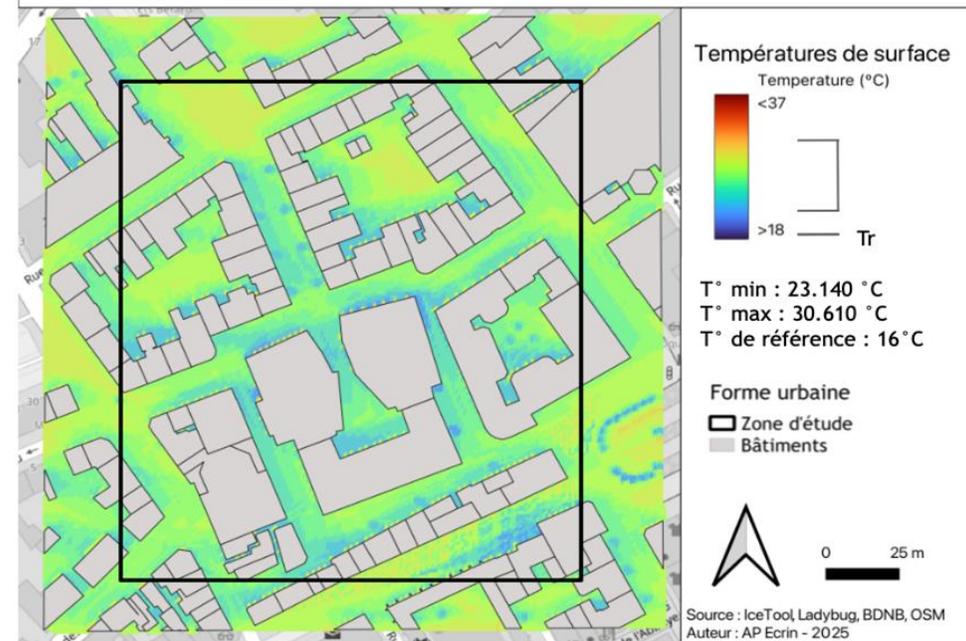
Modélisation de la température de surface le 07.07.1975 à Compiègne à 13h



13 h 1 h

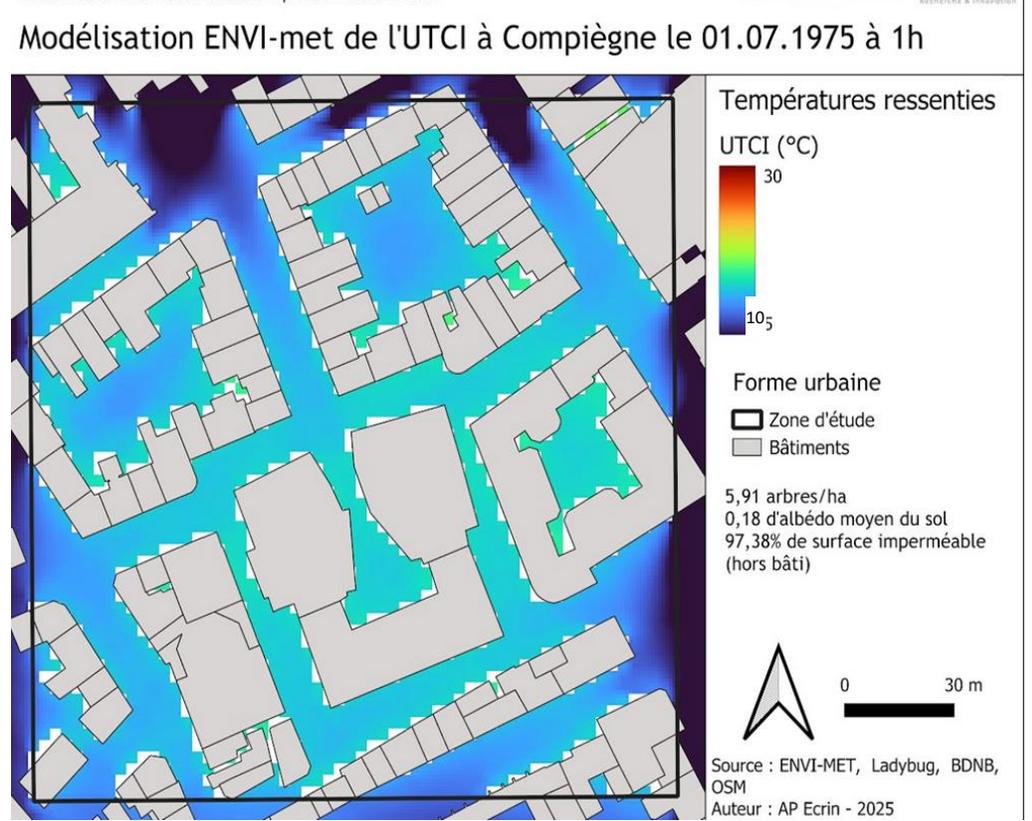
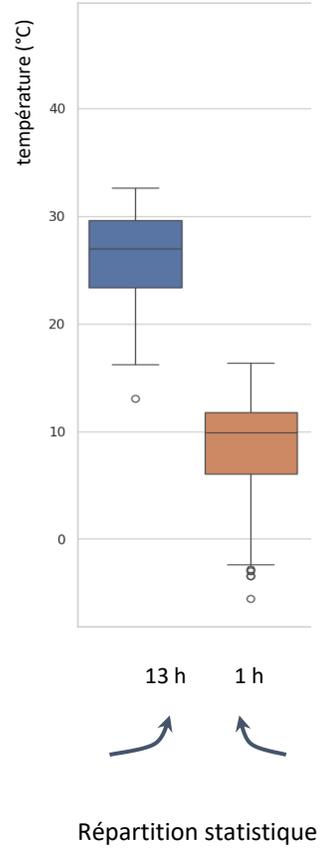
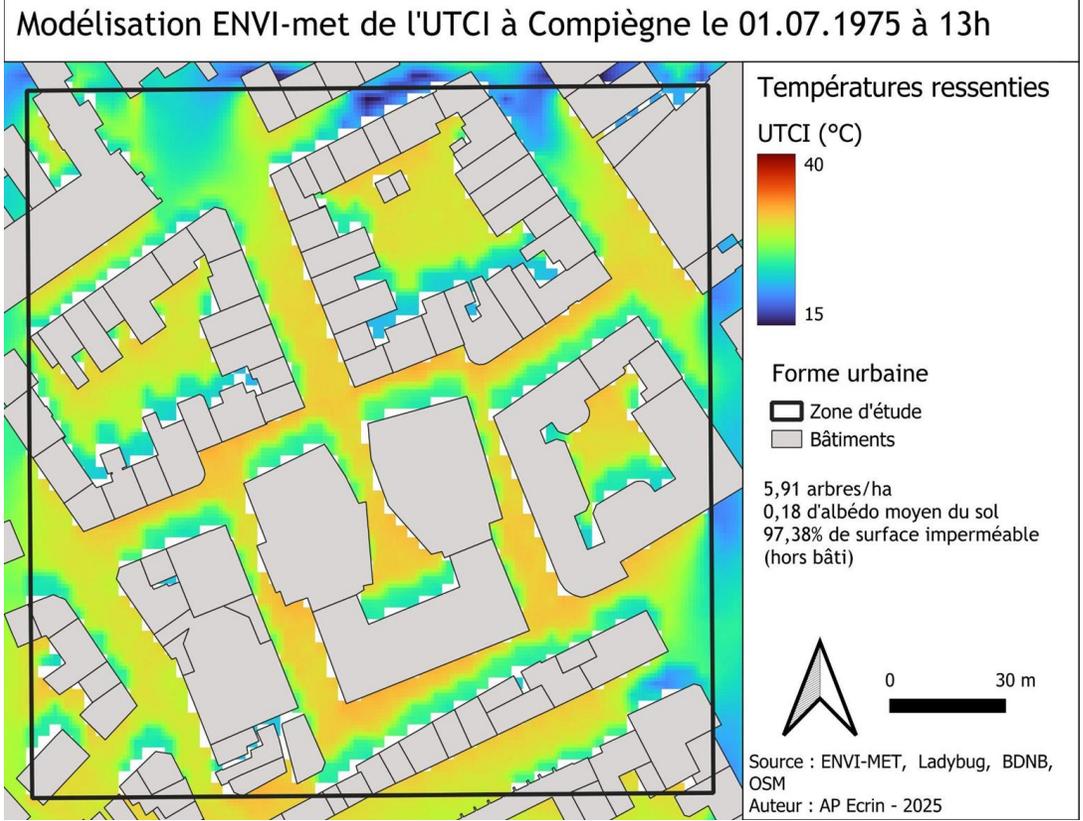
Répartition statistique

Modélisation de la température de surface le 07.07.1975 à Compiègne à 1h



2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

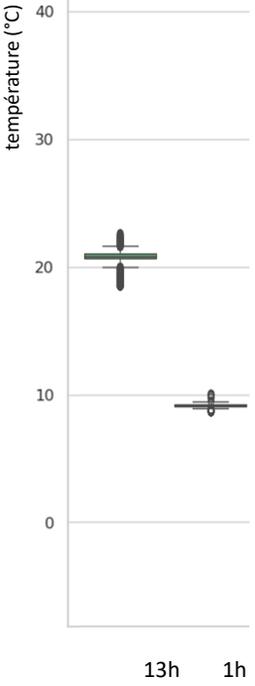
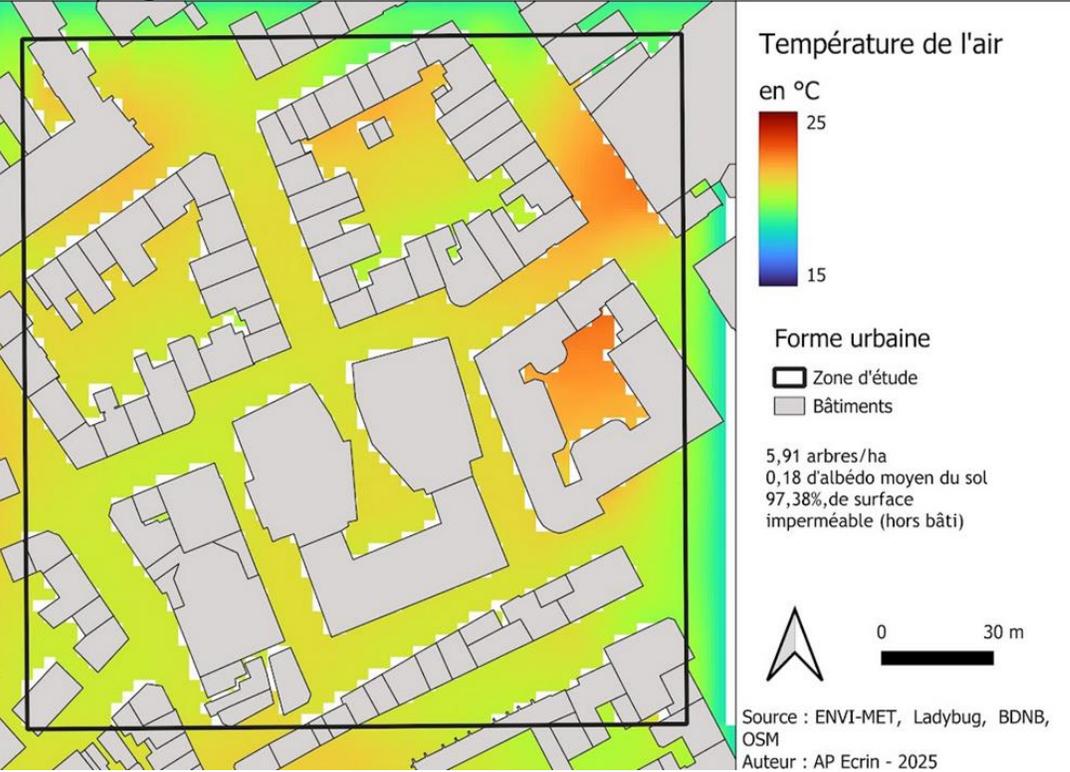
d- analyse micro : analyse du confort thermique actuel (UTCI), le cas de Compiègne



2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

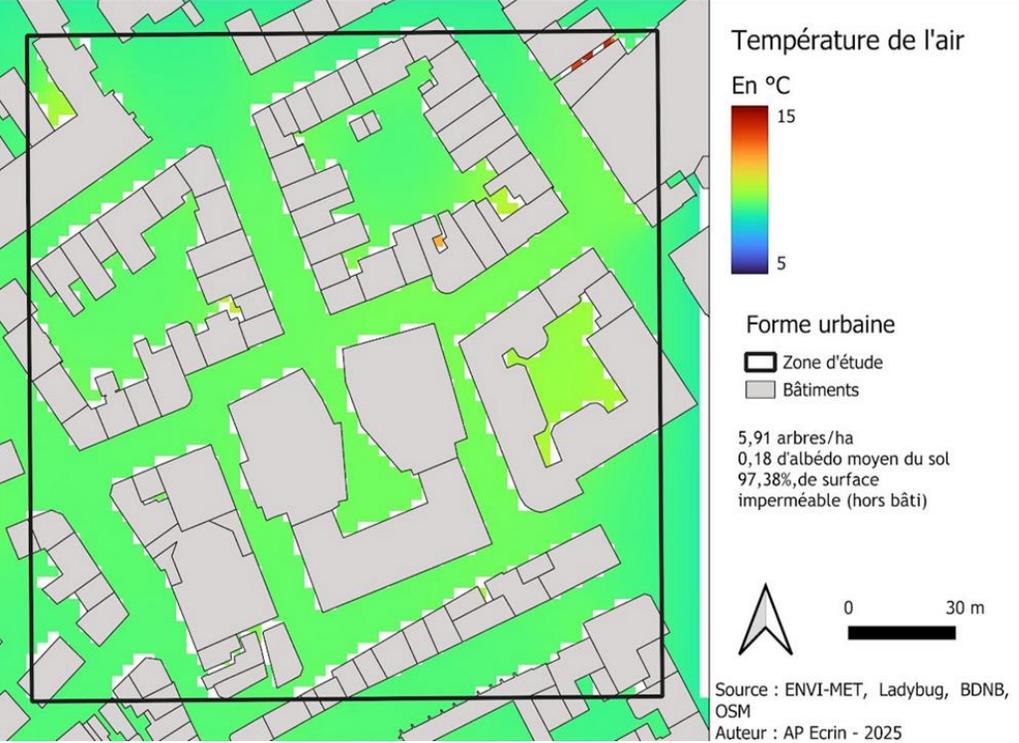
d- analyse micro : analyse de la température de l'air, le cas de Compiègne

Modélisation ENVI-met de la température de l'air à Compiègne le 01.07.1975 à 13h



Répartition statistique

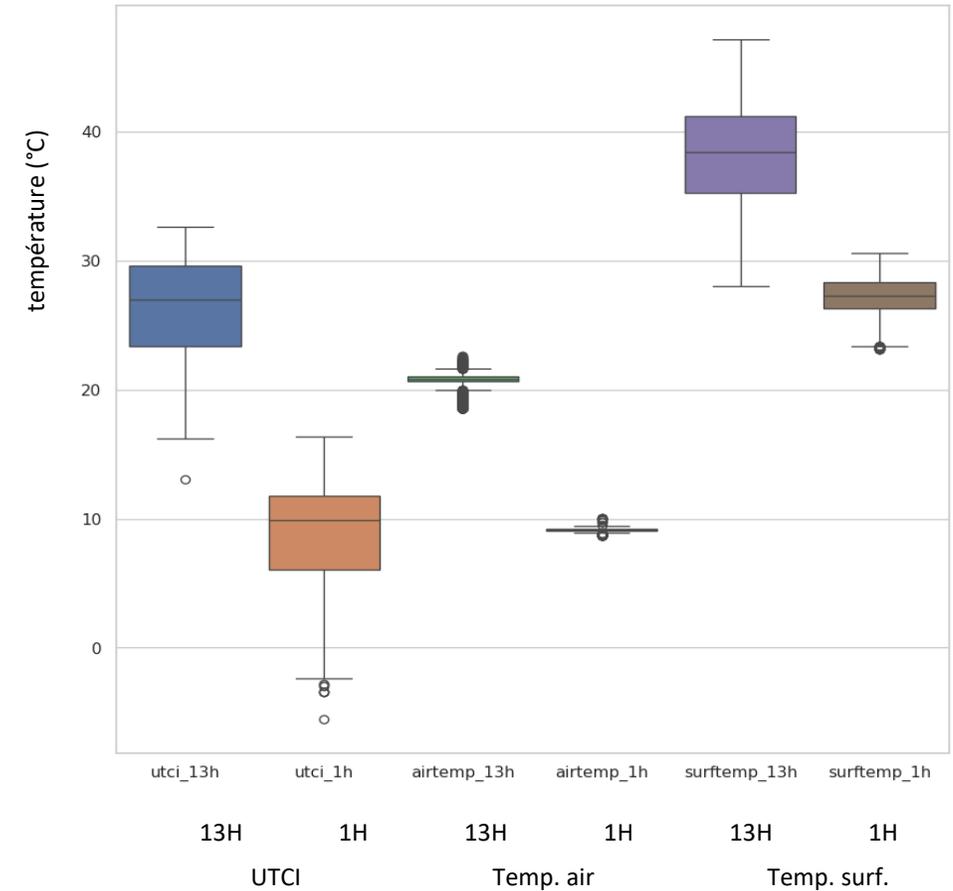
Modélisation ENVI-met de la température de l'air à Compiègne le 01.07.1975 à 1h



2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

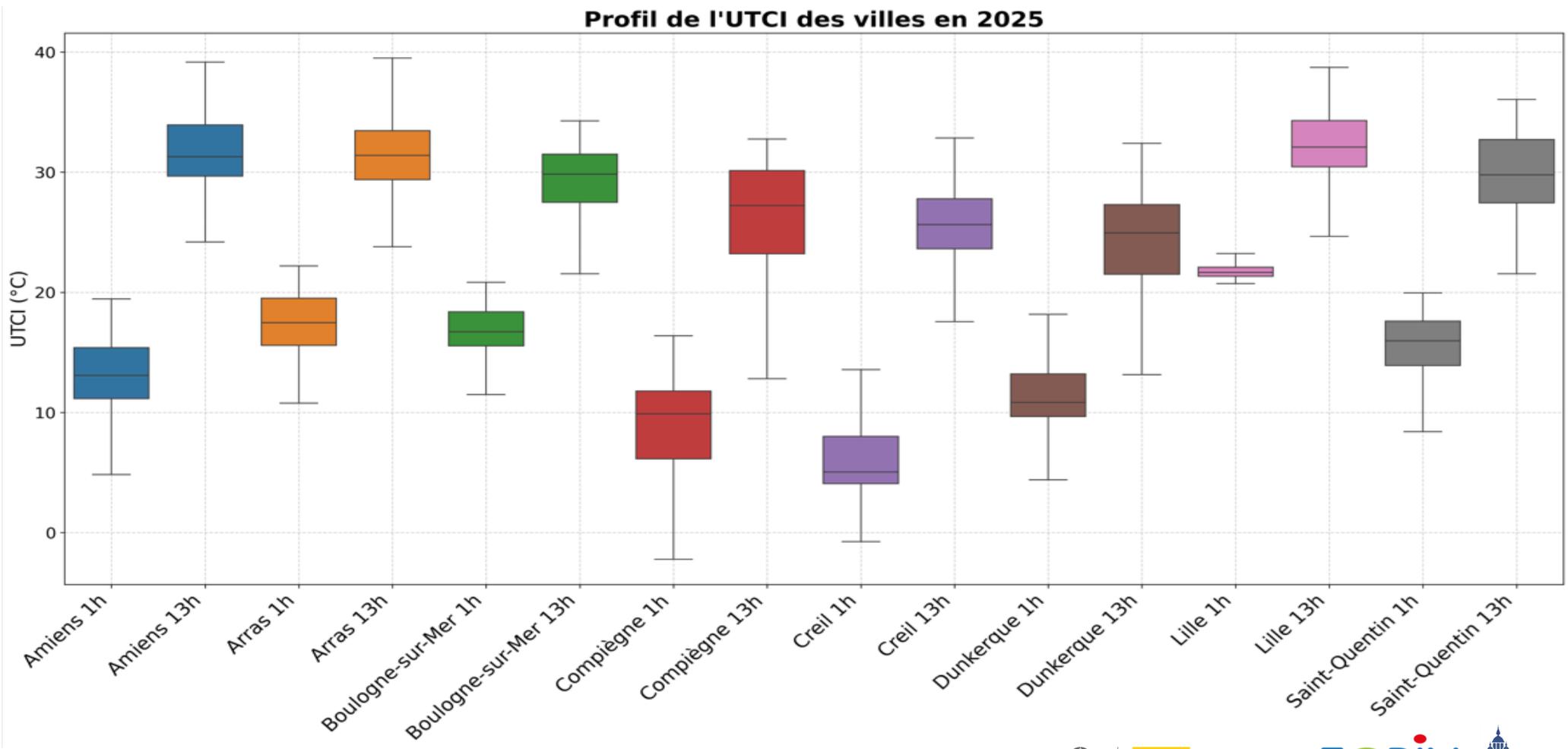
d- analyse micro : synthèse de la simulation de l'état actuel, le cas de Compiègne

- Refroidissement faible des sols la nuit (ICU), meilleur refroidissement de l'air
- Compiègne est globalement peu concernée par le phénomène d'ICU pour le moment.



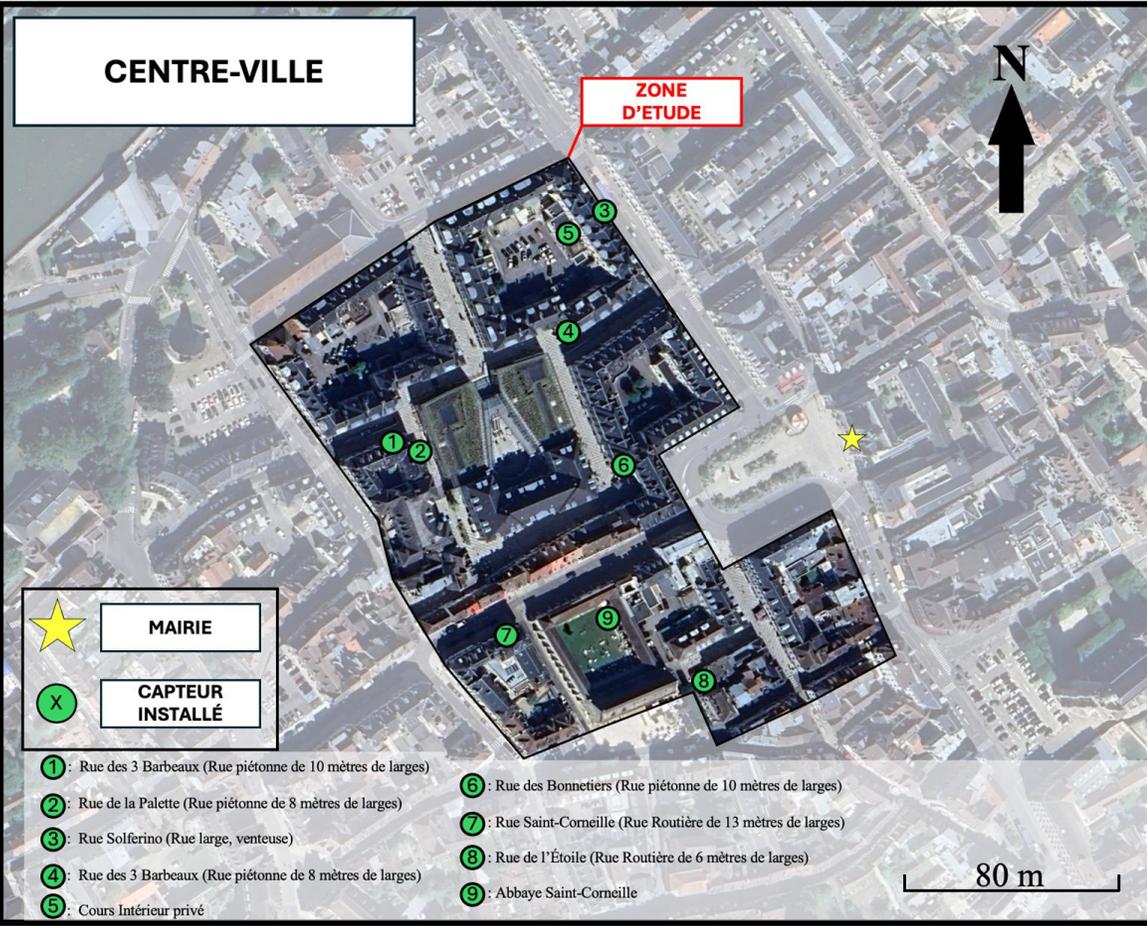
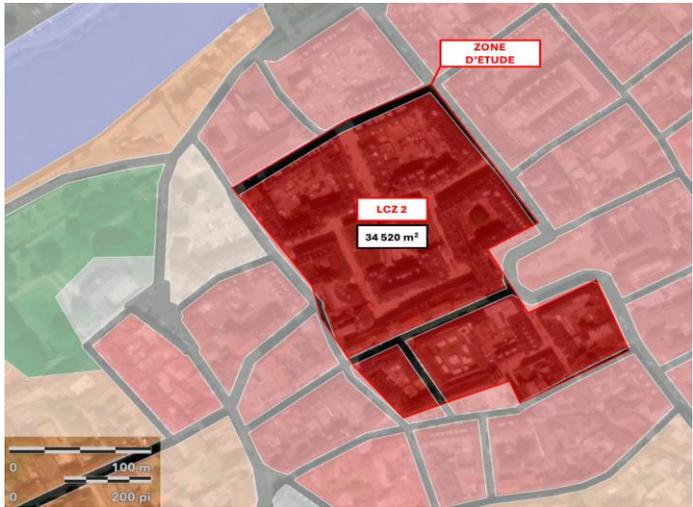
2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

d- analyse micro : synthèse de la simulation de l'UTCI de l'état actuel



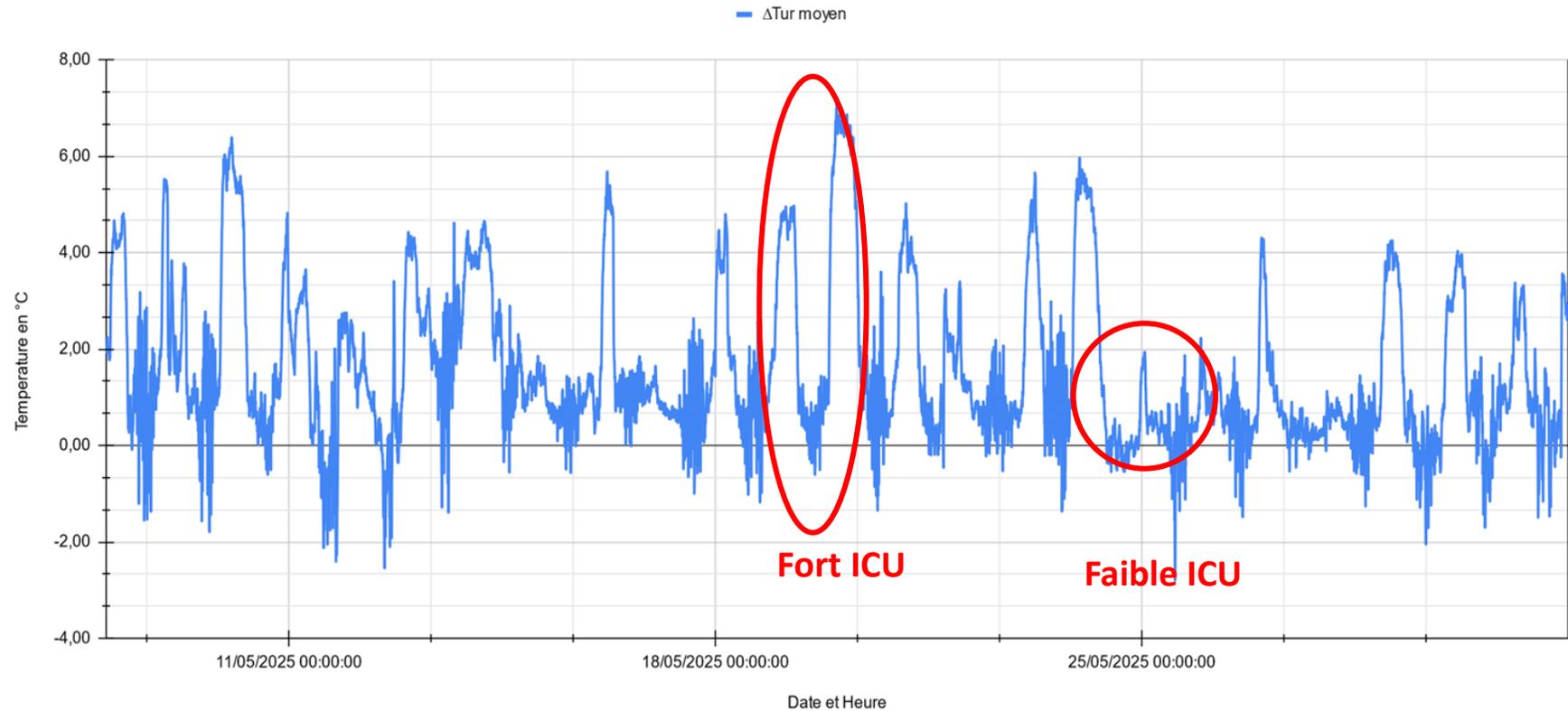
2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

d- analyse micro : mesures in situ, le cas de Compiègne



2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

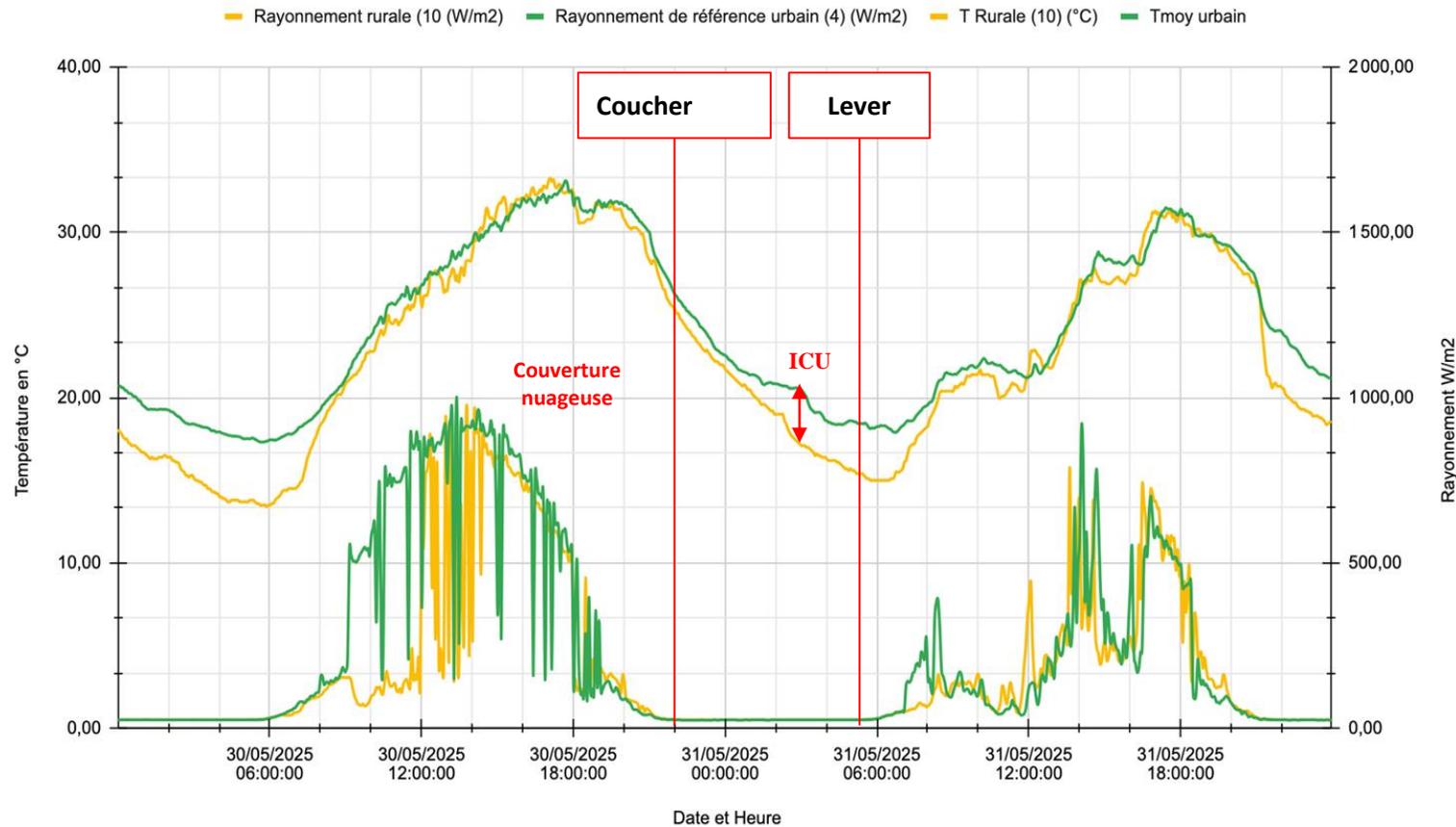
d- analyse micro : mesures in situ, le cas de Compiègne



Courbe de ΔT_{ur} (8 mai au 1er juin) (AP Écrin, 2025, d'après N. Philipps (2023))

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

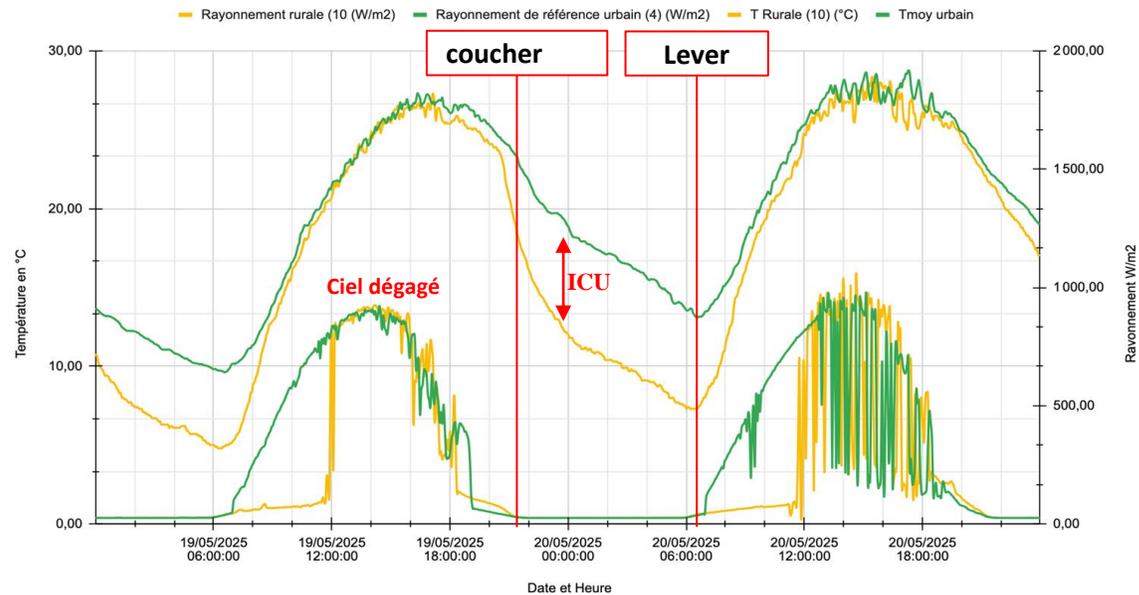
d- analyse micro : mesures in situ, le cas de Compiègne



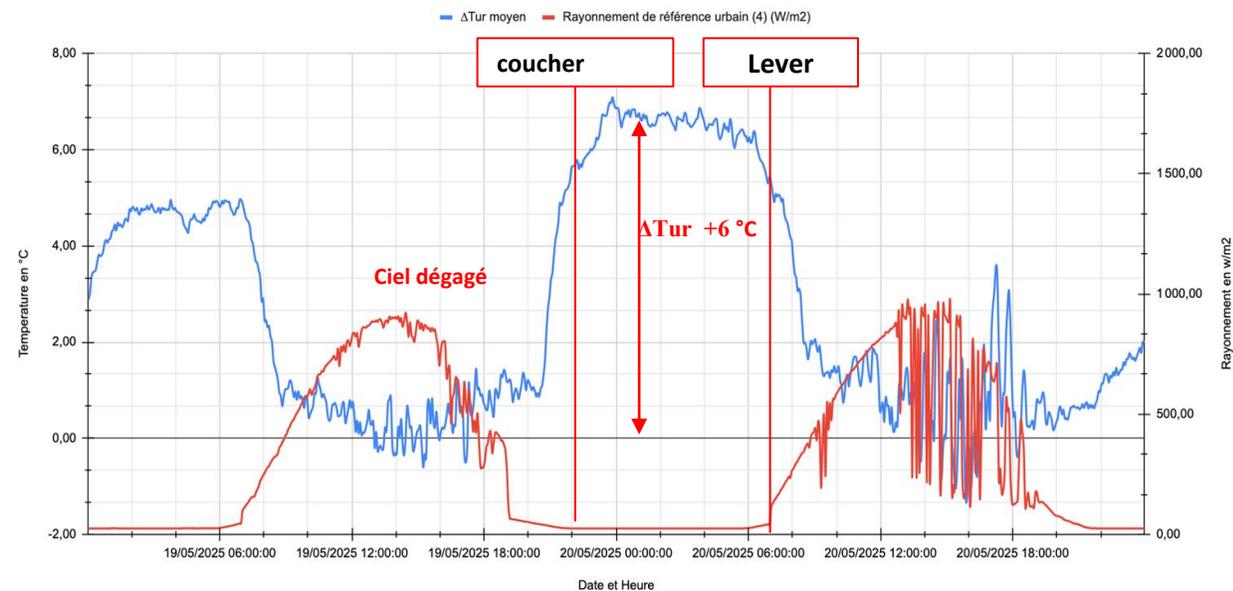
Journée la plus chaude

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

d- analyse micro : mesures in situ, le cas de Compiègne



Courbes de températures urbaines (moyenne) et rurale accompagnées du rayonnement solaire (19 et 20 mai) (AP Écrin, 2025)

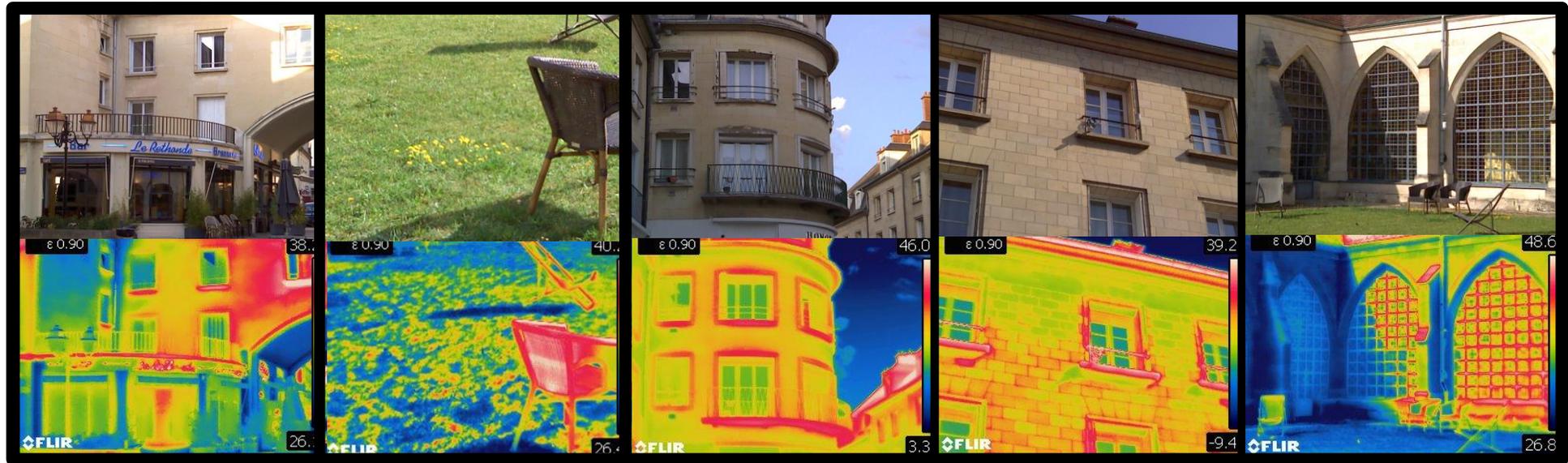


Courbe de ΔT_{ur} accompagnée du rayonnement solaire (AP Écrin, 2025).

Journée la plus ensoleillée

2- Analyse de la surchauffe urbaine dans les HdF

d- analyse micro : mesures in situ, le cas de Compiègne



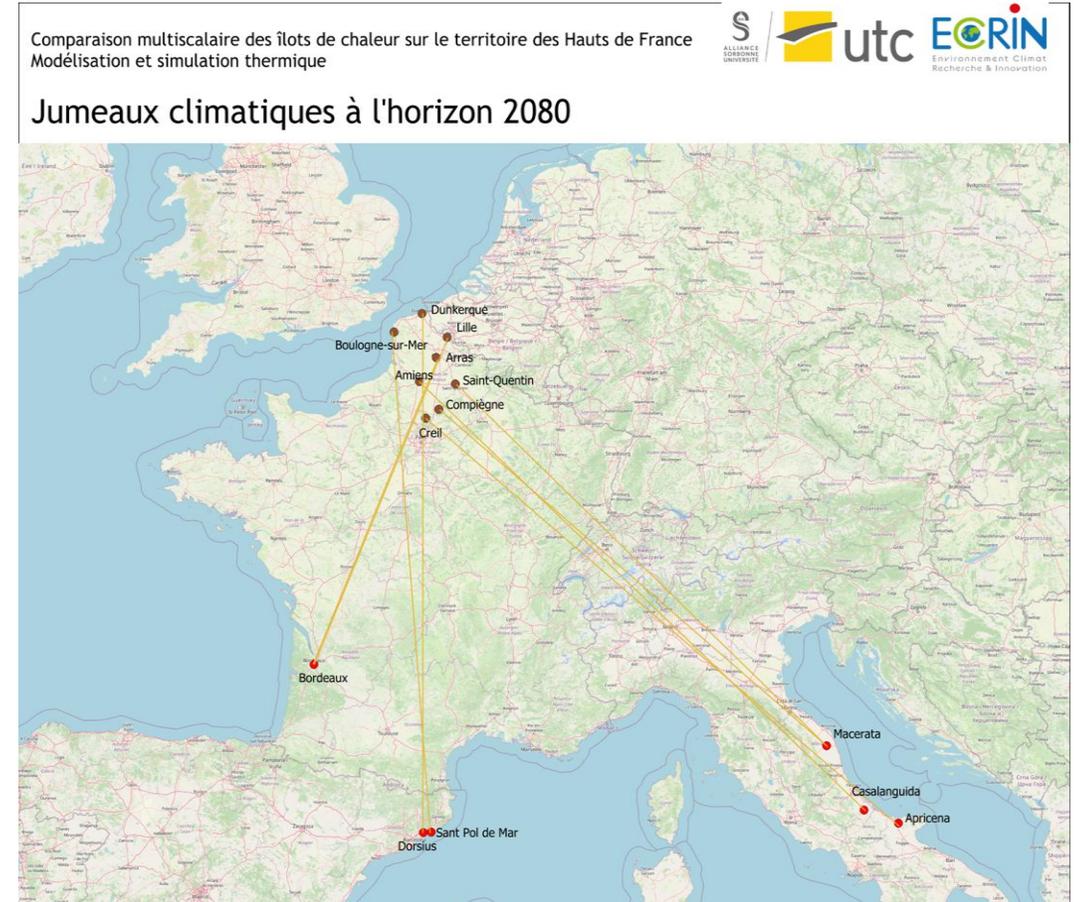
Zones d'intérêt photographiées à la caméra thermique dans le centre-ville de Compiègne (Flir).

Les facteurs

3- Projection de la surchauffe urbaine dans les HdF en 2080

a- les jumeaux climatiques pour simuler le climat

- Un **jumeau climatique** est une ville actuelle dont le climat est **équivalent au climat futur projeté** pour une autre ville.
- Objectif : fournir des **conditions météorologiques réalistes** pour modéliser un scénario futur (ex : 2080).
- Sélection basée sur une **analyse multicritère** de fichiers météorologiques (format EPW) :
 - Températures moyennes journalières
 - Amplitude jour/nuit
 - Humidité relative
 - Irradiation solaire



Cartes des jumeaux climatique des Hauts-De-Frances à l'horizon 2080(AP écran, 2025)

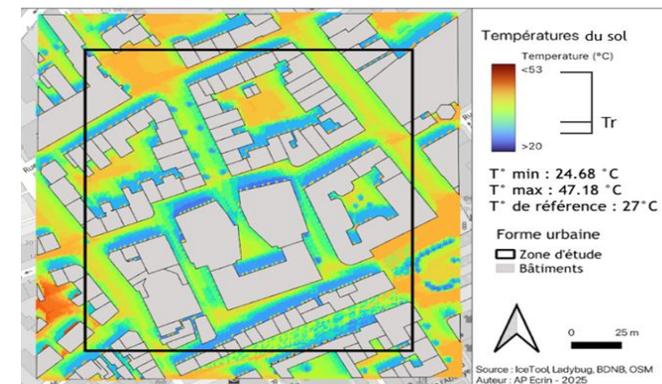
3- Projection de la surchauffe urbaine dans les HdF en 2080

a- Comparaison températures 2025 et 2080

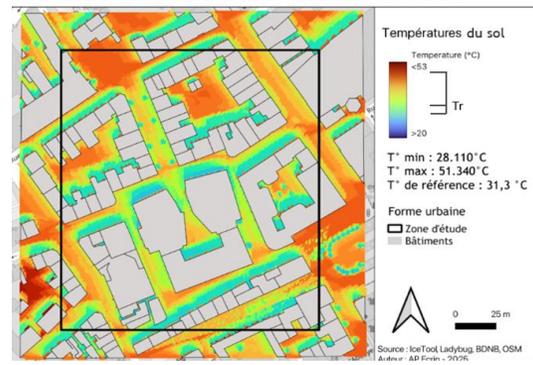
températures de surface (13h)

températures de l'air (13h)

Modélisation de la température de surface le 07.07.1975 à Compiègne à 13h



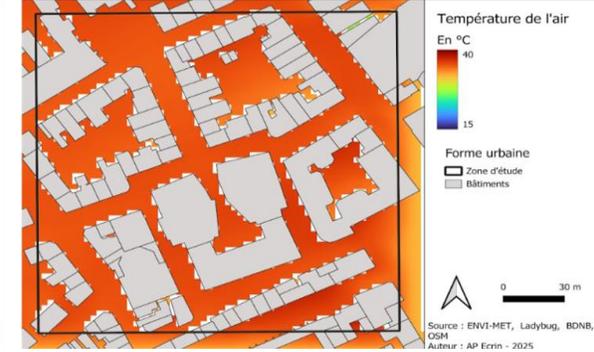
Modélisation de la température de surface à Compiègne en 2080 à 13h



Modélisation ENVI-met de la température de l'air à Compiègne le 01.07.1975 à 13h



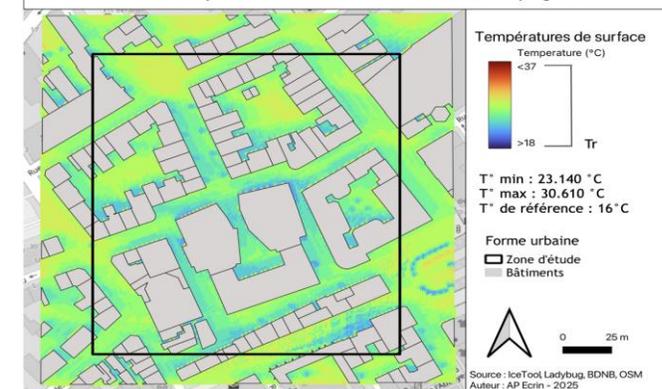
Simulation ENVI-met de la température de l'air à Compiègne en 2080 à 13h



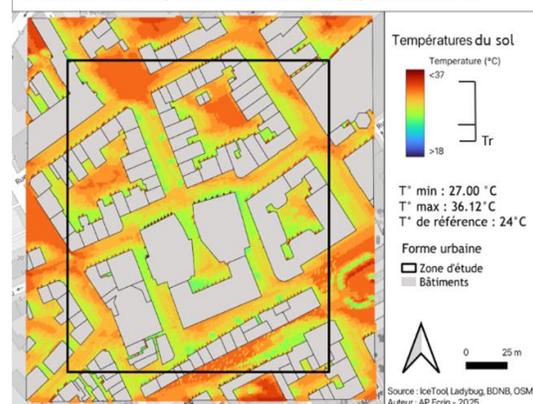
températures de surface (01 h)

températures de l'air (01h)

Modélisation de la température de surface le 07.07.1975 à Compiègne à 1h



Modélisation de la température de surface à Compiègne en 2080 à 1h00



Modélisation ENVI-met de la température de l'air à Compiègne le 01.07.1975 à 1h



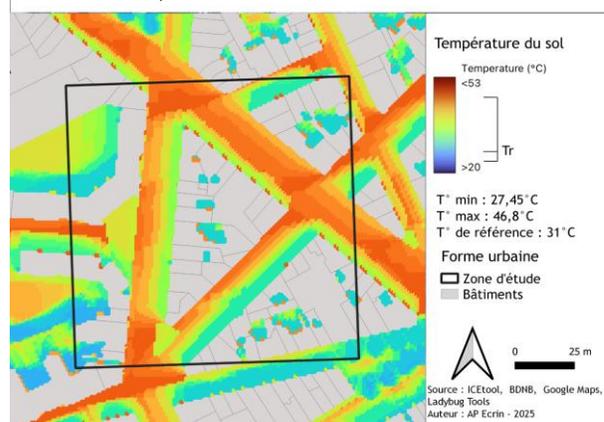
Simulation ENVI-met de la température de l'air à Compiègne en 2080 à 1h



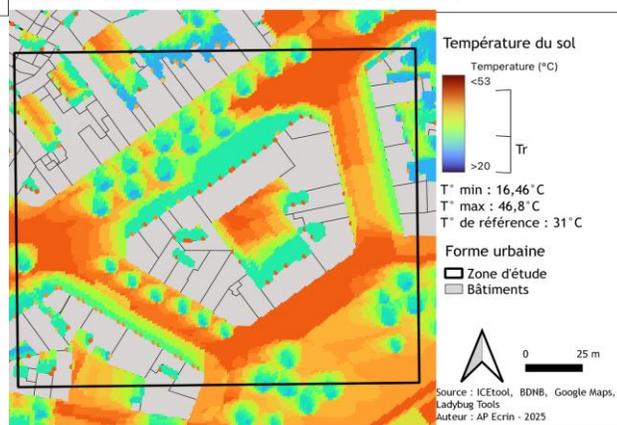
3- Projection de la surchauffe urbaine dans les HdF en 2080

a- Comparaison températures sol 2025 et 2080 (13h) – autres villes

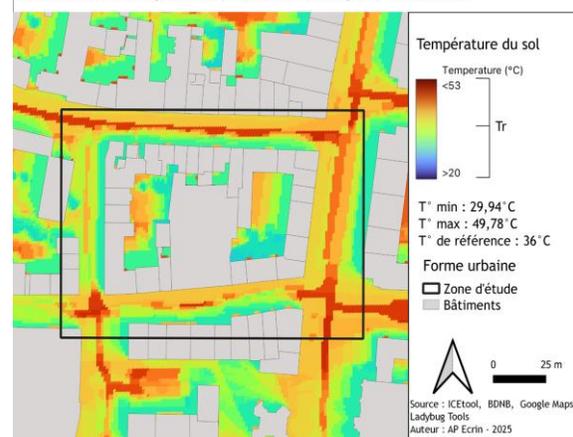
Simulation des températures du sol à Lille à 13h en 2080



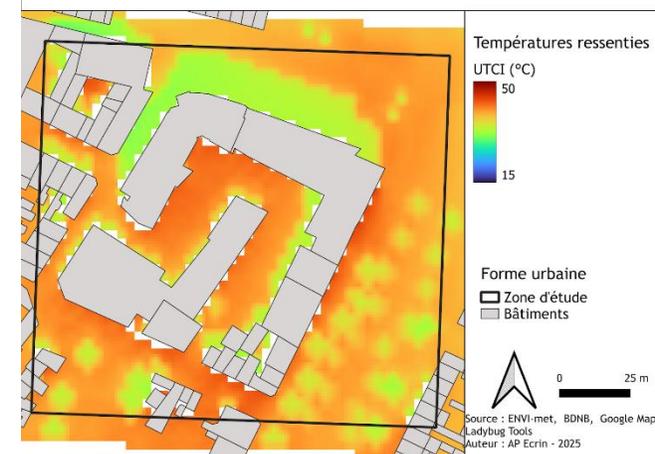
Simulation des températures du sol à Arras à 13h en 2080



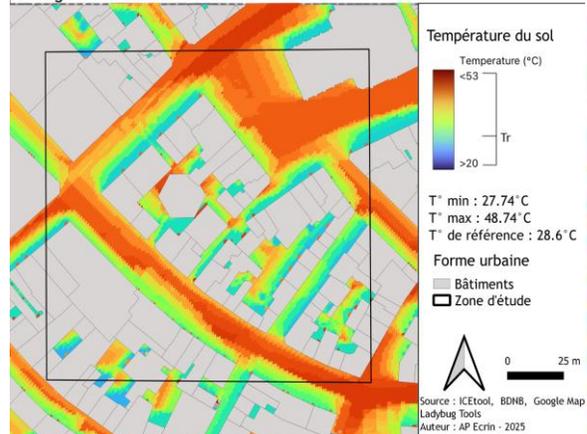
Simulation des températures du sol à Dunkerque à 13h en 2080



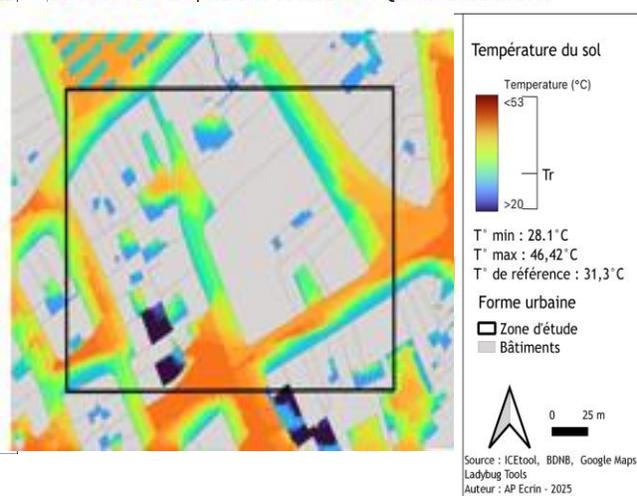
Simulation ENVI-met de l'UTCI à Amiens en 2080 à 13h



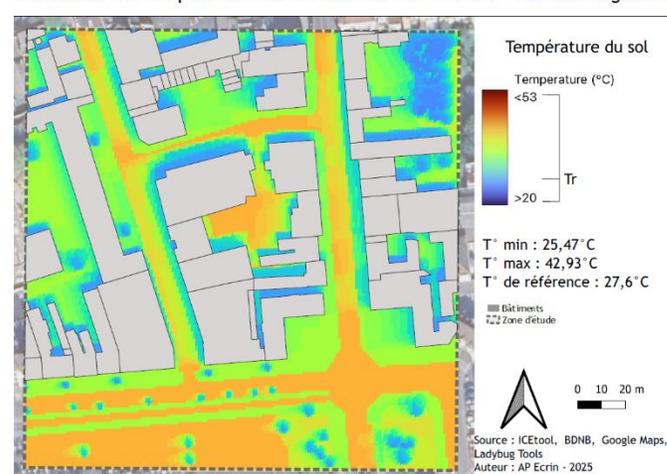
Boulogne-sur-mer à 13h en 2080



Simulation des températures du sol à Saint-Quentin à 13h en 2080



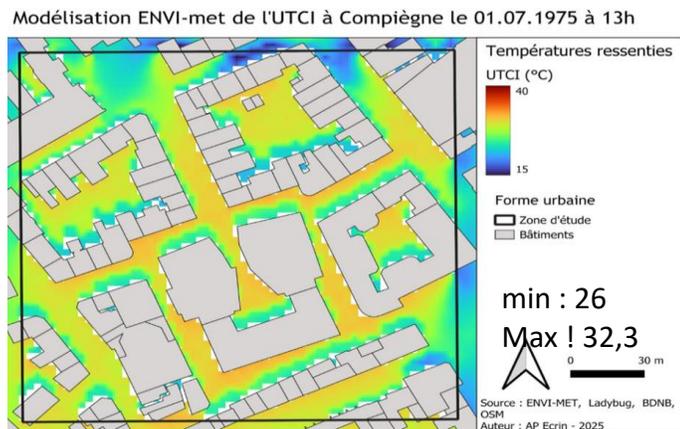
Simulation des températures du sol à Creil à 13h en 2080 - Sans aménagement



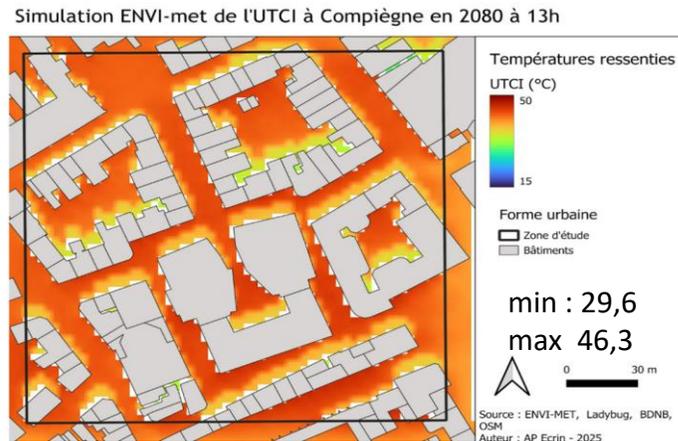
3- Projection de la surchauffe urbaine dans les HdF en 2080

a- Comparaison confort thermique (UTCI) 2025 et 2080

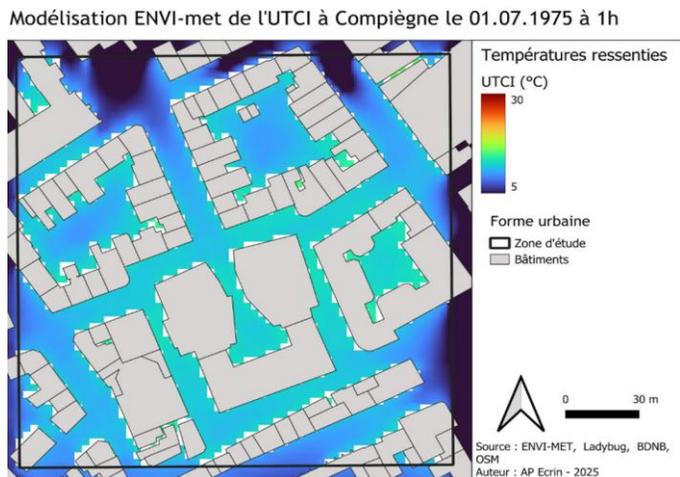
Confort thermique 2025 – UTCI (13h)



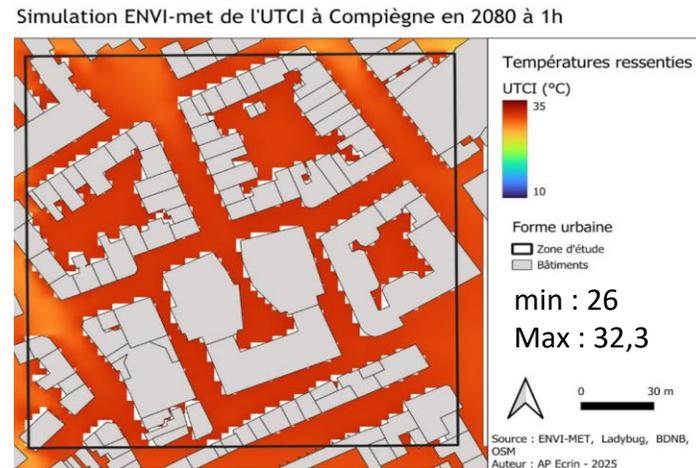
Confort thermique 2080 – UTCI (13h)



Confort thermique 2025 – UTCI (01 h)



Confort thermique 2080 – UTCI (01 h)

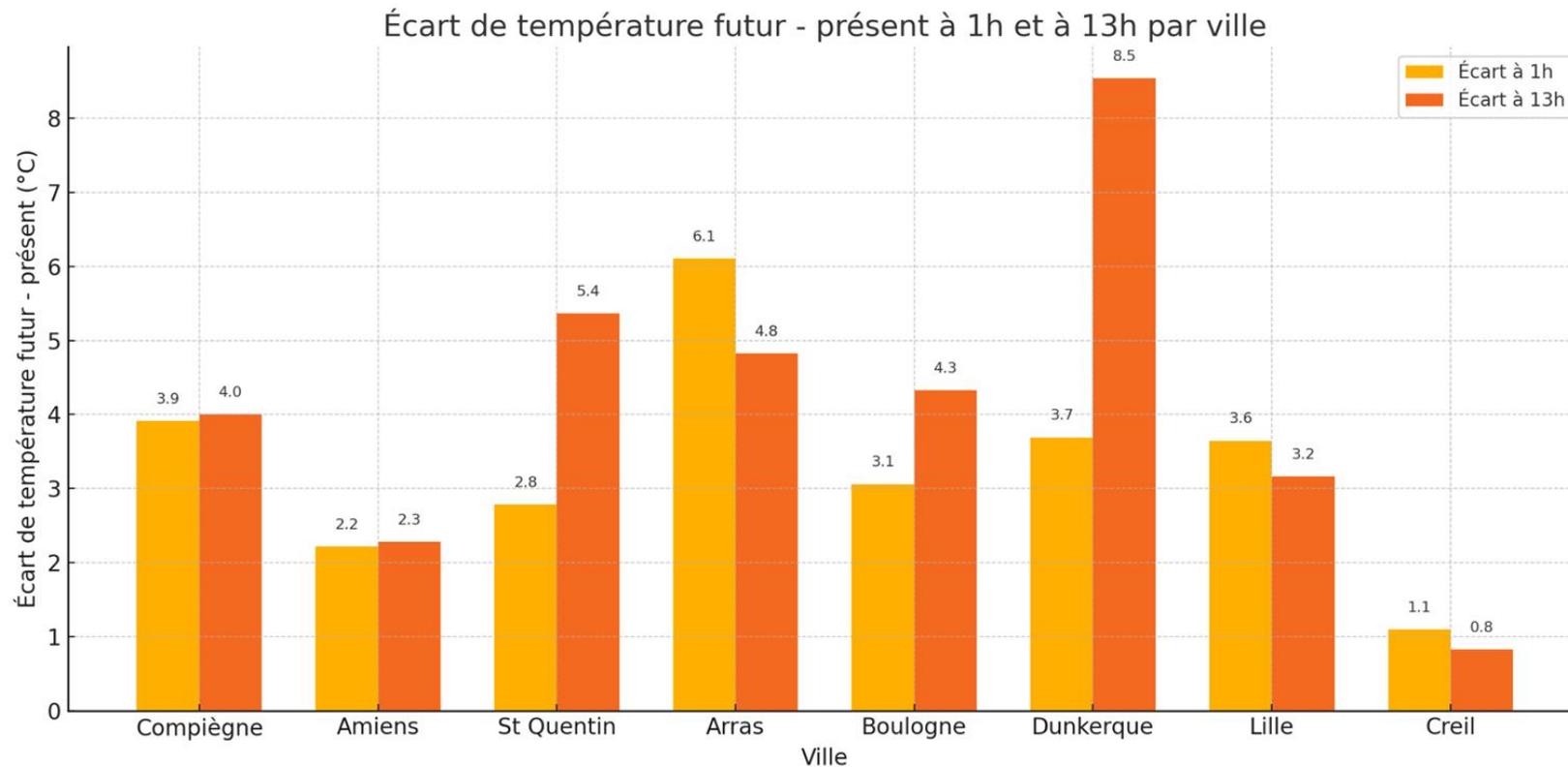


	Heure	Min	Max	Écart-type	Moy	Écart / 2025
2025	1 h	23	30	1,3	27	/
	13 h	24	47	5,1	36	/
2080	1 h	27	36	1.6	31	4,2
	13 h	28	51	5.3	40	4

3- Projection de la surchauffe urbaine dans les HdF en 2080

a- Comparaison confort thermique (UTCI) 2025 et 2080

Conclusion : état du territoire en 2080



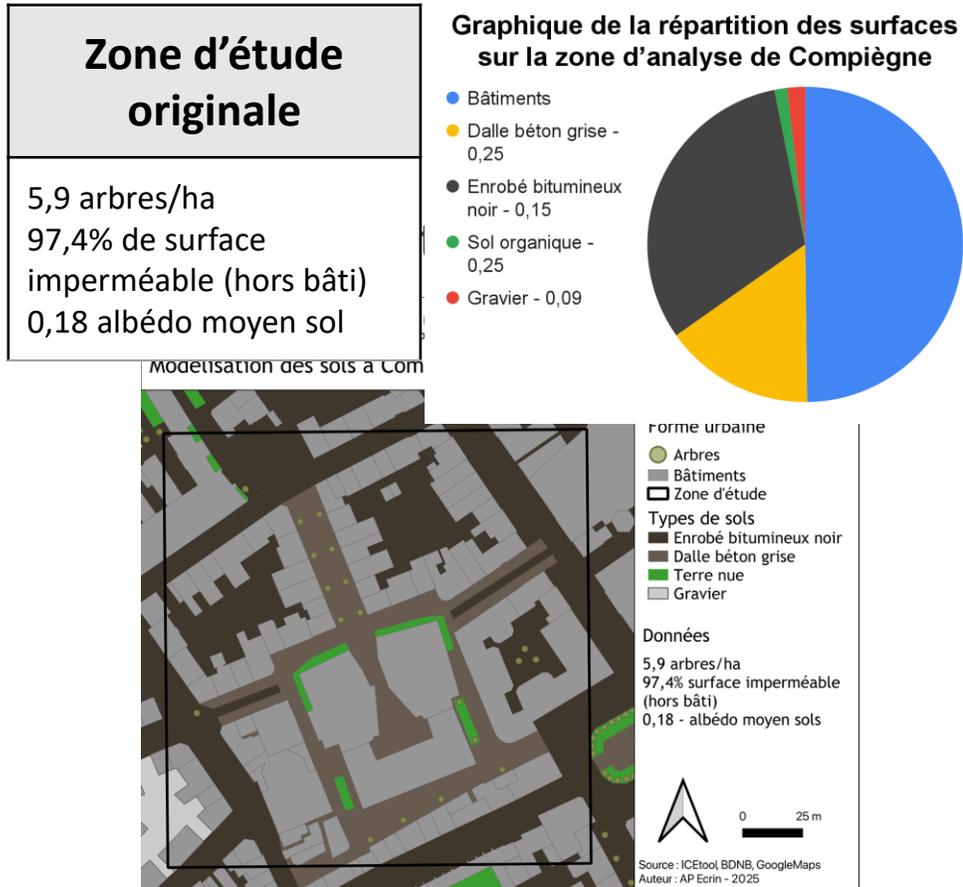
3- Projection de la surchauffe urbaine dans les HdF en 2080

B- Simulation 2080 (scenario 2)

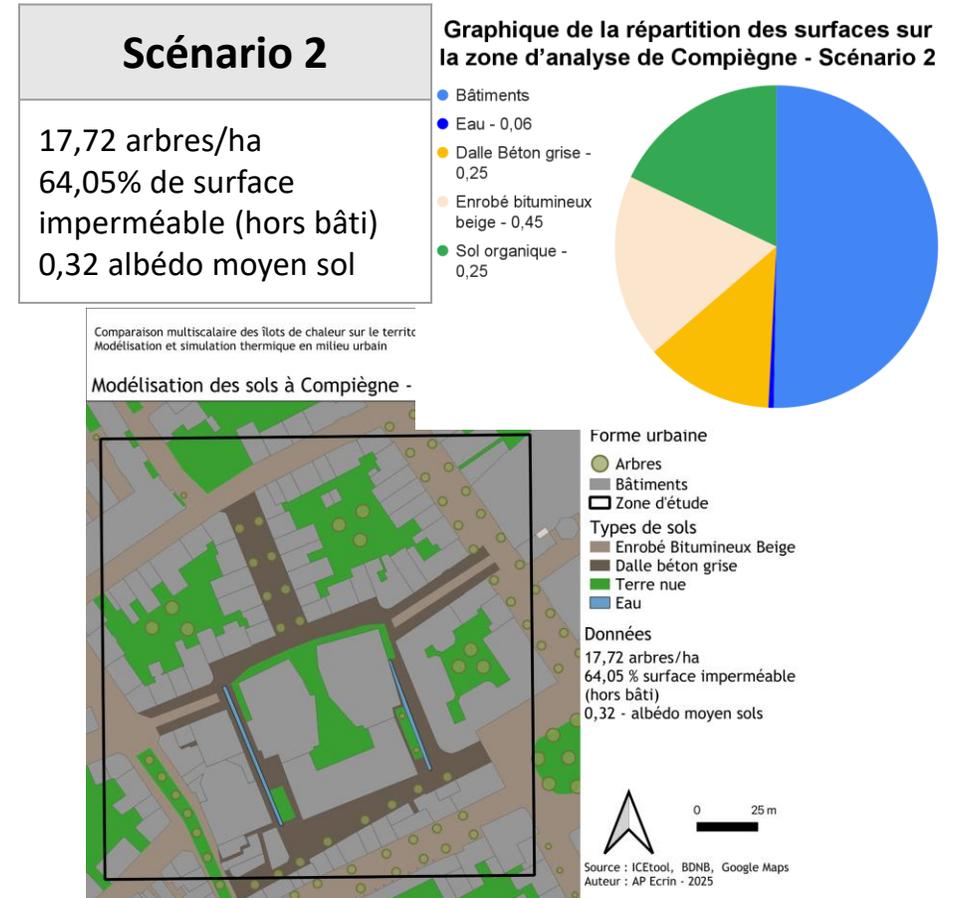
Levier	Action simplifiée	Possibilité de modélisation
Végétation	Parkings et cours privées : sols organiques.	Envi-MET / ICEtool
	Toitures végétalisées	Non modélisé
Perméabilité	Sols organiques	Envi-MET / ICEtool
Formes urbaines	/	/
Coefficients thermiques	Ensemble des sols en bitume noir : bitume beige	Envi-MET / ICEtool
	Toitures peintes en blanc - peintures anti-UV "Cool Roof"	Non modélisé
Eau	Miroirs d'eau	Envi-MET / ICEtool
Ombrage	Ombrières rigides	Non modélisé

3- Projection de la surchauffe urbaine avec aménagement en 2080

B- Simulation 2080 (scenario 2) - Compiègne



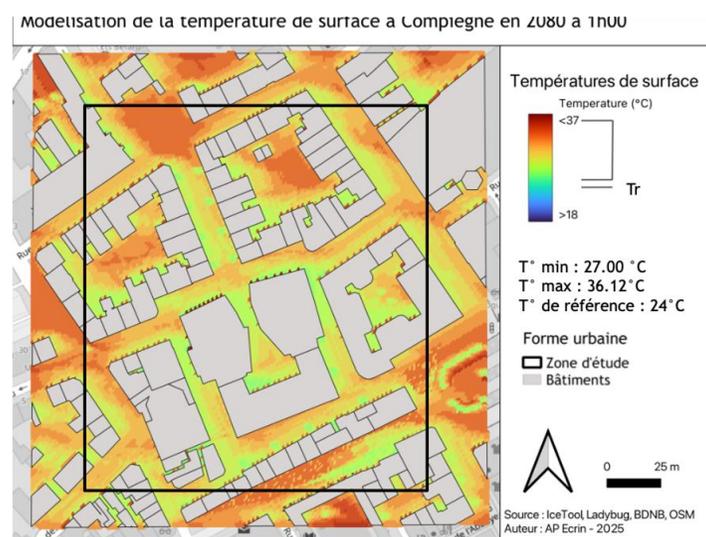
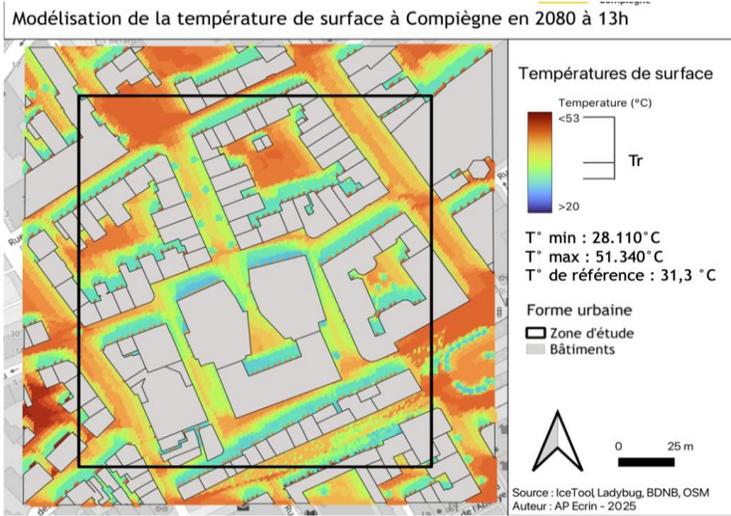
Occupation du sol de la zone d'étude de Compiègne (AP ÉCRIN, 2025)



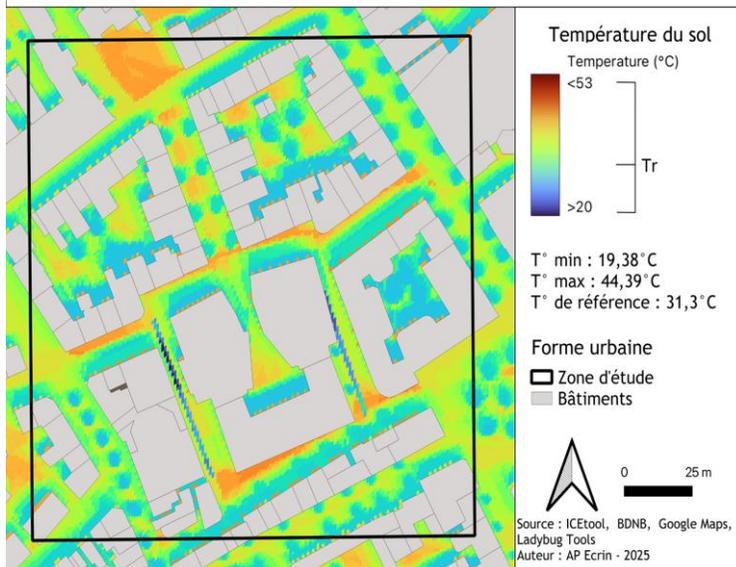
Occupation du sol de la zone d'étude de Compiègne - Scénario 2 (AP ÉCRIN, 2025)

3- Projection de la surchauffe urbaine avec aménagement en 2080

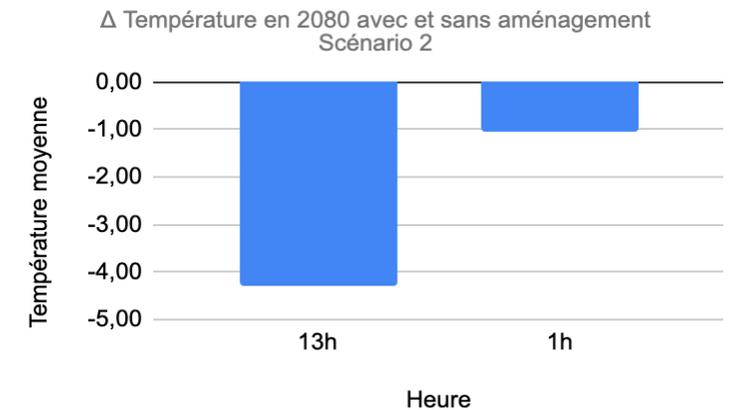
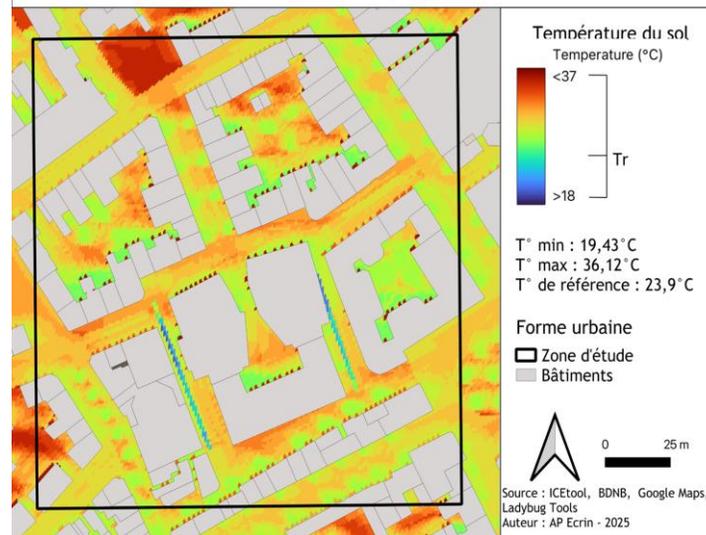
B- Simulation 2080 (scenario 2) - Compiègne



Simulation des températures du sol à Compiègne à 13h en 2080 - scénario 2

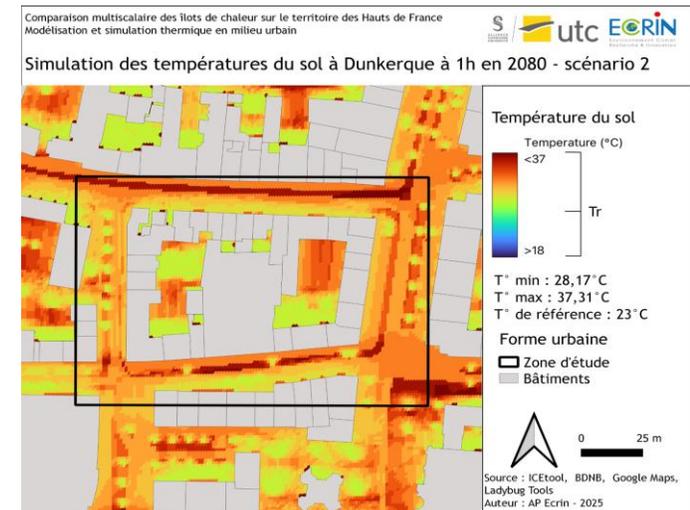
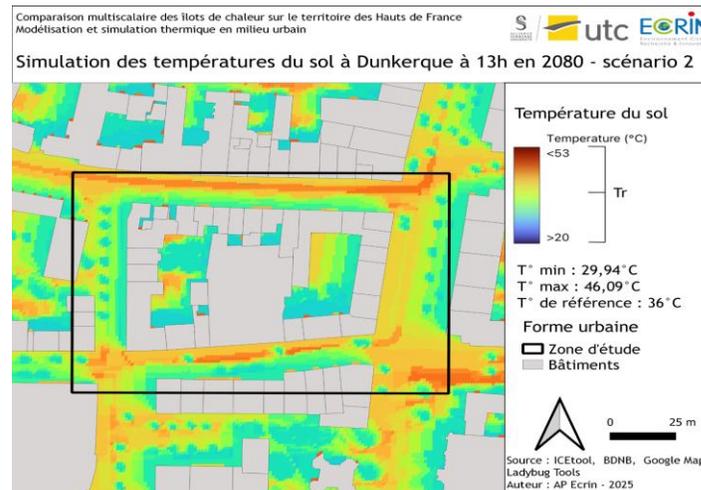
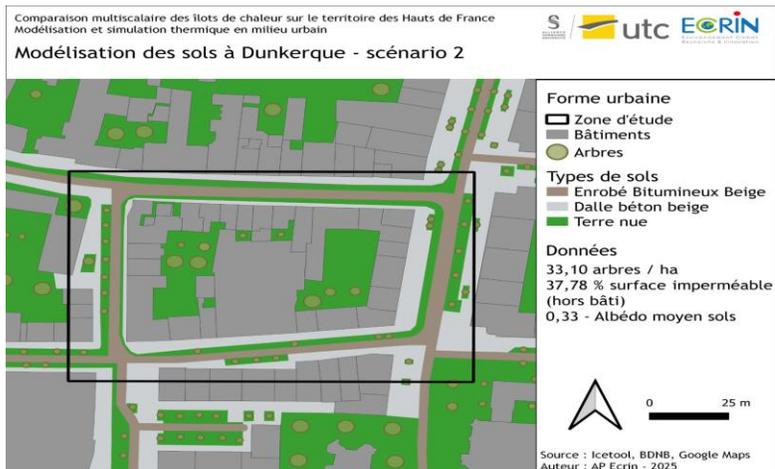
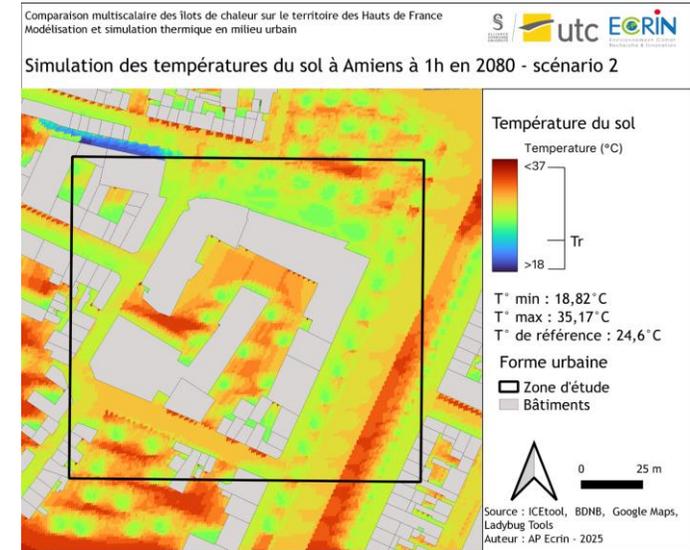
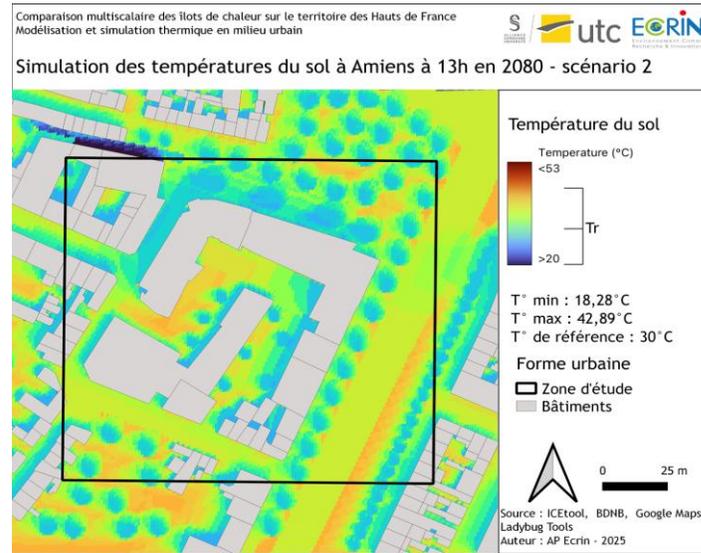
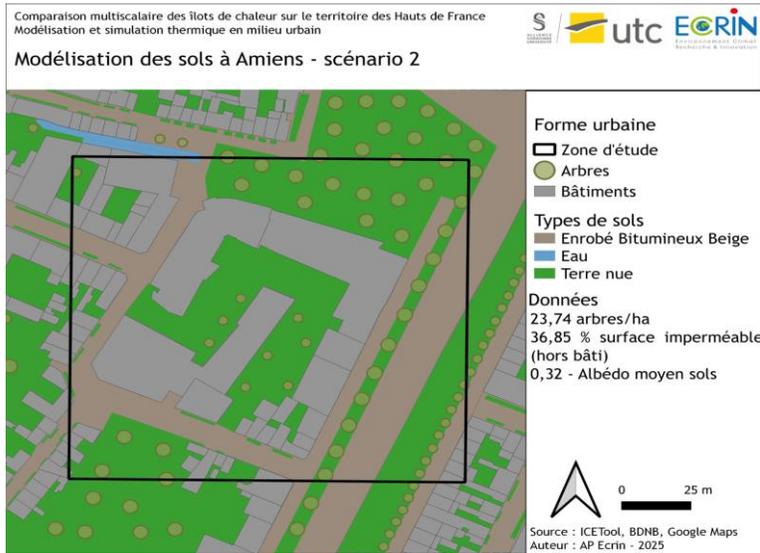


Simulation des températures du sol à Compiègne à 1h en 2080 - scénario 2



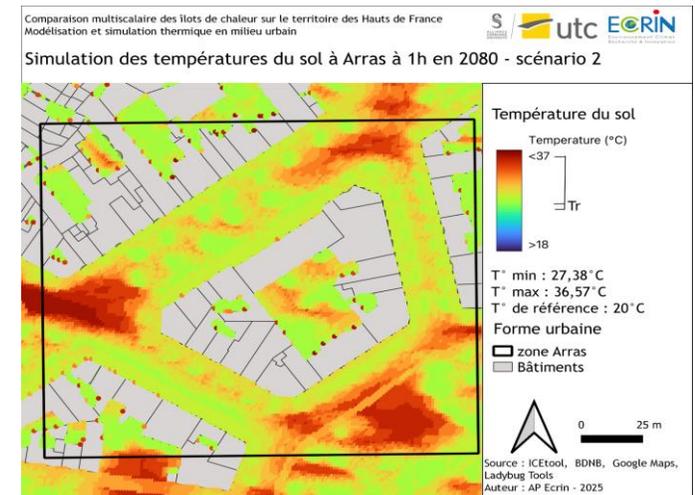
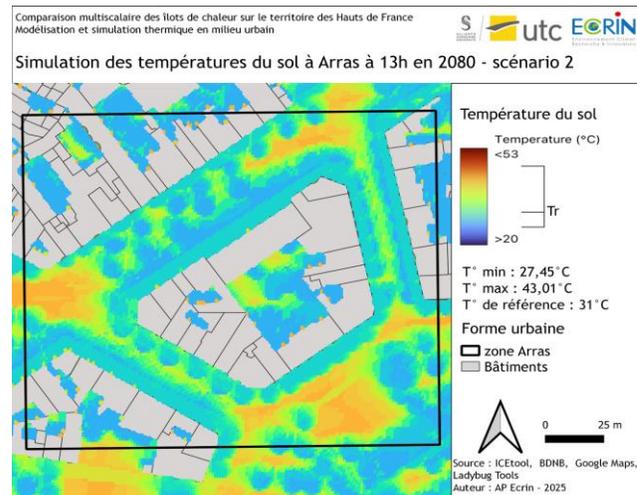
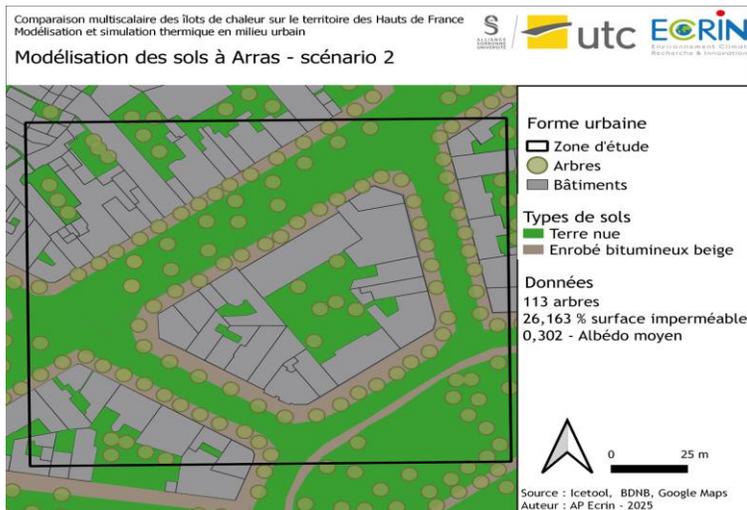
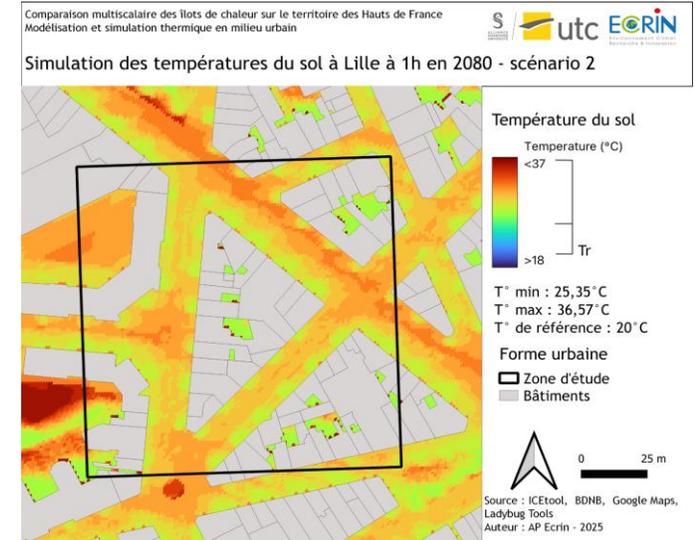
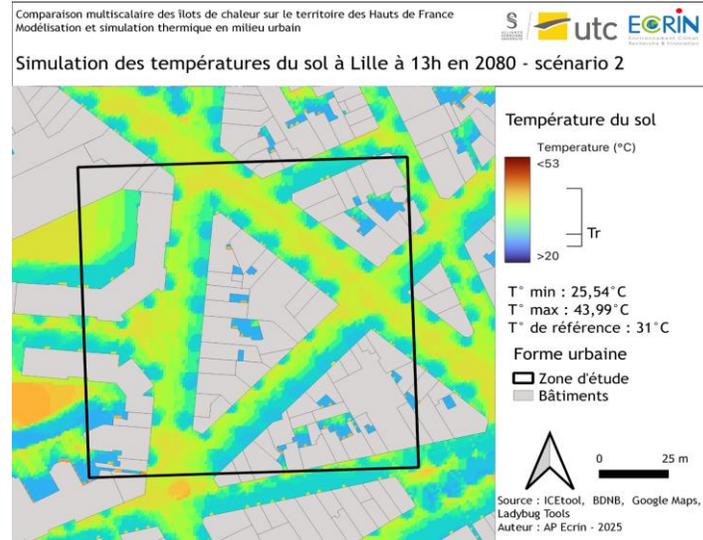
3- Projection de la surchauffe urbaine avec aménagement en 2080

B- Simulation 2080 (scenario 2) – Amiens et Dunkerque



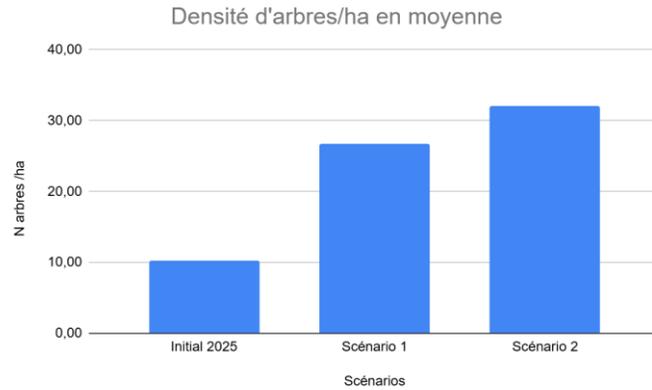
3- Projection de la surchauffe urbaine avec aménagement en 2080

B- Simulation 2080 (scenario 2) –Lille et Arras



3- Projection de la surchauffe urbaine avec aménagement en 2080

c- synthèses



Scénario	Température max moyenne à 13h	Température max moyenne à 1h	remarque
2080 sans aménagement	47,7	35	-
Scénario 2	43,6	35,4	Peu d'effet à 13h

Critère normalisé : indicateur qui met en commun la constitution des sols, le nombre d'arbres par hectare, ainsi que l'albédo moyen du sol afin de fournir une indication sur le niveau de confort urbain vis à vis de la température de surface.

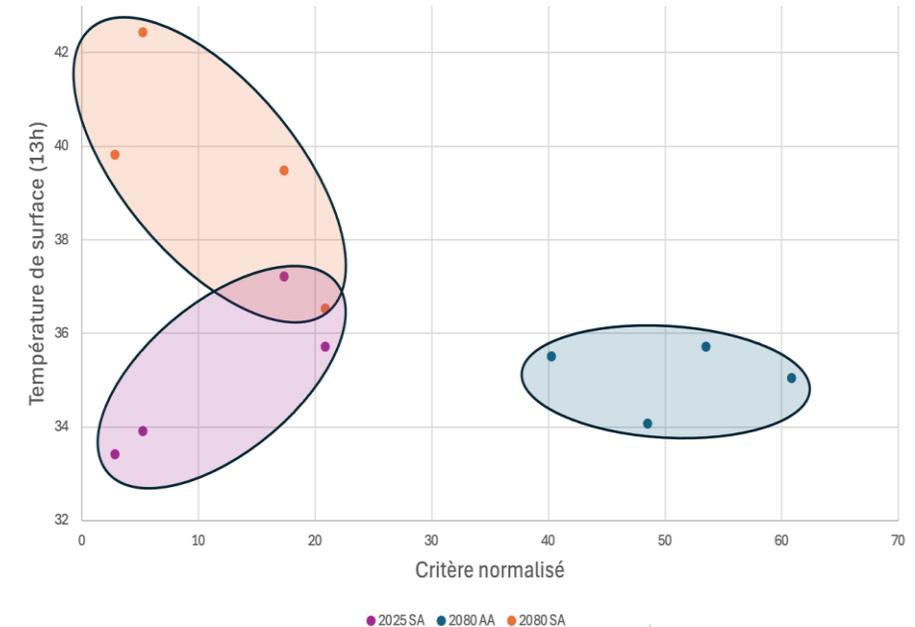
Villes représentées : Amiens, Compiègne, Creil et Dunkerque

Zone rose : 2025

Zone orange : 2080 sans aménagements

Zone verte : 2080 avec aménagements scénario 2

Evolution de la température de surface et du critère normalisé

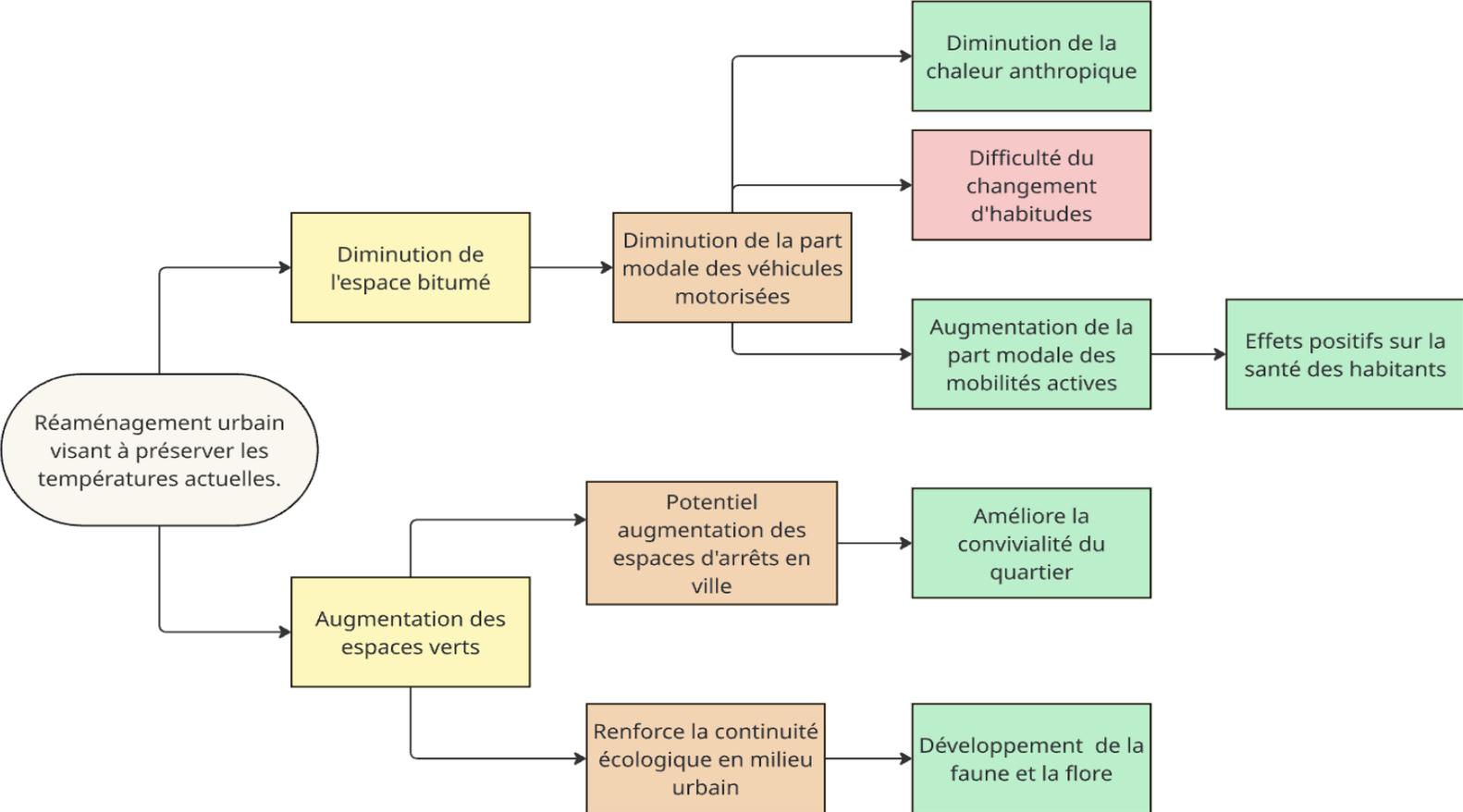


4- Conclusions

	Amiens	St-Quentin	Compiègne	Creil	Lille	Arras	Dunkerque	Boulogne-sur-Mer
2025	37,21	36,45	35,82	35,71	35,15	35,12	33,91	33,41
2080 sans aménagement	39,49	41,82	39,82	36,53	38,31	39,94	42,44	37,73
2080 scénario 1	36,67	38,55	38,06	36,37	37,47	37,93	38,01	39,23
2080 scénario 2	35,74	33,51	35,15	34,07	34,12	33,27	35,05	35,96

- En moyenne +4,17 °C en températures de surfaces entre 2025 et 2080
- En moyenne +2,70°C en températures de surfaces entre 2025 et 2080 avec les aménagement du scénario 1
- En moyenne - 0,65°C entre 2025 et 2080 avec les aménagements du scénario 2

4- Conclusions



Merci de votre attention.

Avec la participation de :

Asselin Julie, Bengrine Sarah, Bodin Axel, Charbonnier Louna, Crochez Amélie, Elmerich Carla, Eugene Léo, Frassati Léo, Gentilini Mathilde, Herrero Clément, Jaffray Julien, Kameya-Mohr Louis, Lambourde Laurane, Le-Duc Alexis, Le-Goff Adan, Nicoli Lelio, Perigault Thomas, Theunis Louis, Vanneste Lison

nathalie.molines@utc.fr



Pause - café

