



Etude des surchauffes urbaines : quelles techniques?

L'utilisation des images satellitaires dans l'Infrarouge Thermique

Exemple d'étude utilisant les images satellitaires

KERMAP
1137A AVENUE DES CHAMPS-BLANCS
35510 CESSON-SEVIGNE
FRANCE
hello@kormap.com
00-33-(0)-2-30-96-07-66

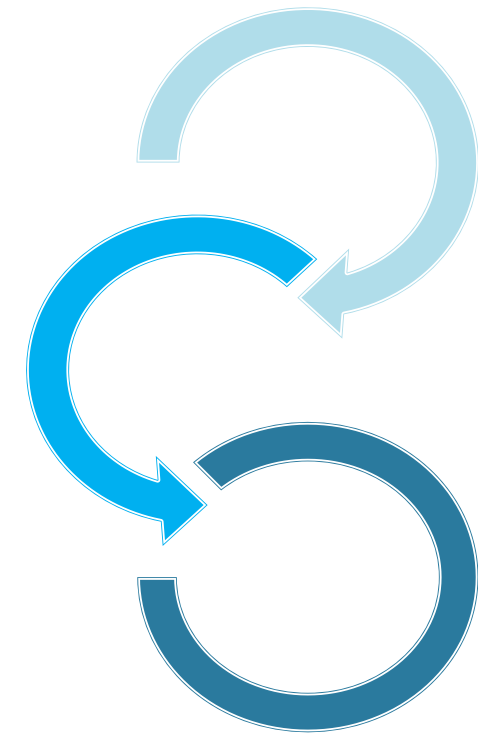


KERMAP www.kormap.com



Plan

1. Présentation de KERMAP
2. Données spatiales aux services des territoires
3. Rappel de la notion d'ICU
4. Exemple de l'utilisation d'images IRT : cartographie des ICU
 - a. Rappel de la méthode
 - b. Présentation des résultats
5. Quelles sont les limites et les marges d'erreurs de cette cartographie ICU?
6. Quelles sont les orientations?



1 - KERMAP – Présentation

Qui sommes nous?

KERMAP est une société d'étude spécialisée dans le traitement de données spatiales.

Entreprise issue du secteur de la recherche, grâce à l'IA, **KERMAP** est expert dans :

- le traitement d'images aéroportées et satellitaire
- l'édition de diagnostics territoriaux (urbanisme, agronomie et climatologie),
- et la modélisation d'indicateurs spatiaux et environnementaux.

Elle produit de la donnée et information géographique, développe des indicateurs métiers, des prédictions dérivés de cartes d'occupation des sols et propose des services d'aide à la décision, dédiés aux professionnels du secteur public comme du secteur privé, orientés vers 3 thèmes principaux :

- Environnement
- Urbanisation
- Et Agriculture

Expertise à l'attention des Collectivités

Notre niveau d'expertise permet d'accompagner les collectivités territoriales dans leurs différents plans d'actions :

- en passant par l'étape de diagnostic de territoire, réalisables à différentes échelles,
- pour leur donner les moyens de mieux comprendre et appréhender leur domaine d'intervention,
- et conduire leurs programmes vers un urbanisme durable, en réponse à la loi de transition énergétique pour la croissance verte ou l'objectif Zéro artificialisation nette à atteindre à l'horizon 2050.



Chiffres

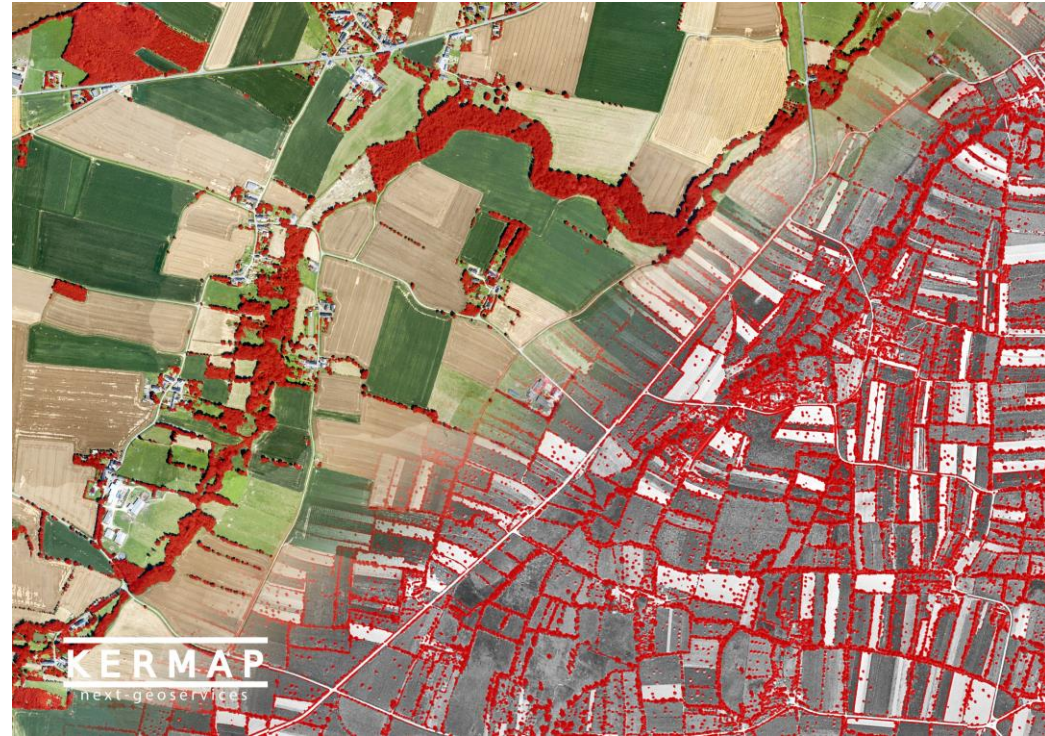
KERMAP depuis 2017

- **20 collaborateurs** (géomaticiens, développeurs, cartographes)
- Equipe compétente et dynamique, engagée auprès des clients

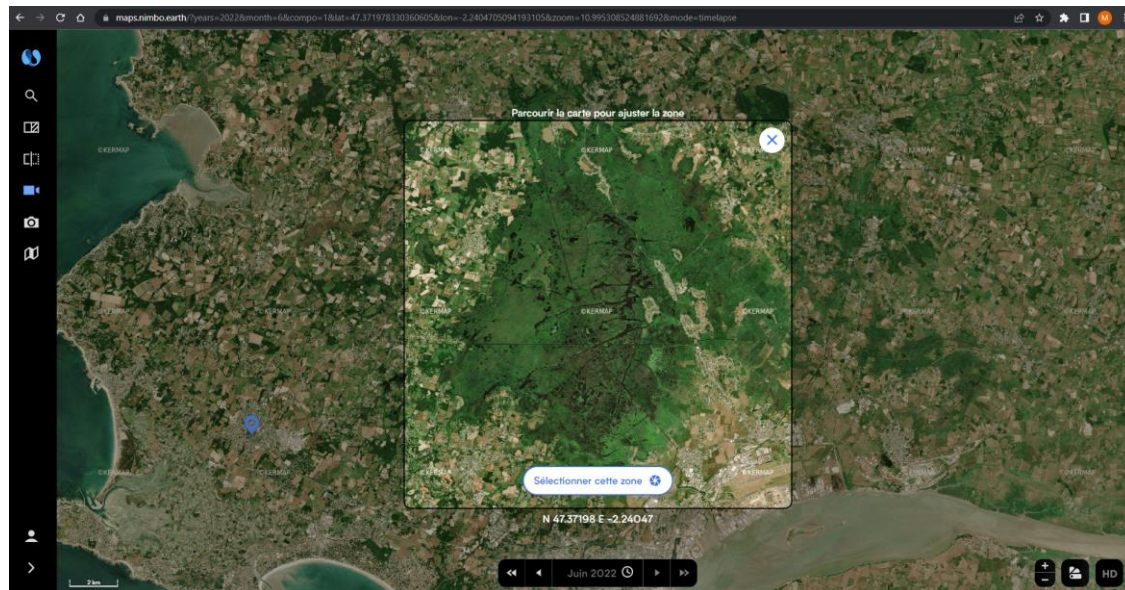
2 - KERMAP – Données spatiales aux services des Territoires

Produire

Cartographie à haute précision de la végétation : trame arborée/arbustive et trame herbacée, au sein du domaine public et privé + suivi temporel



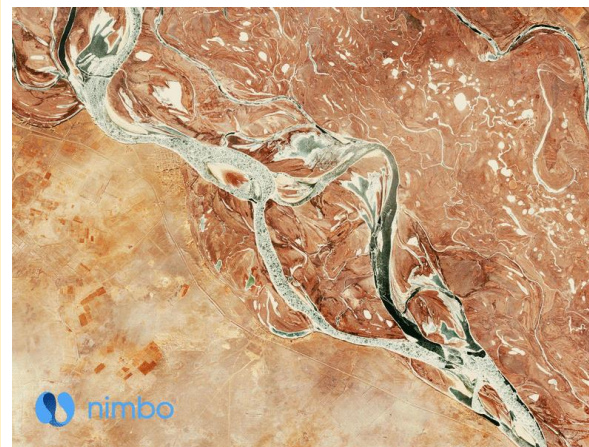
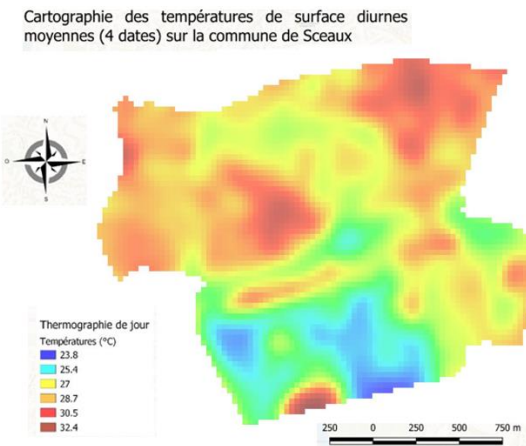
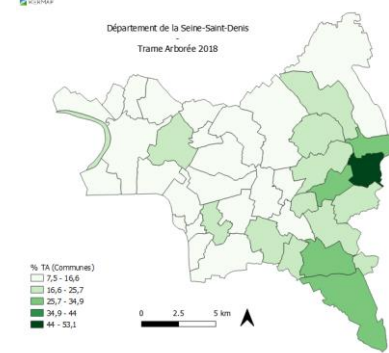
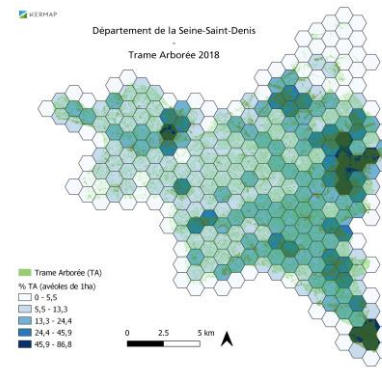
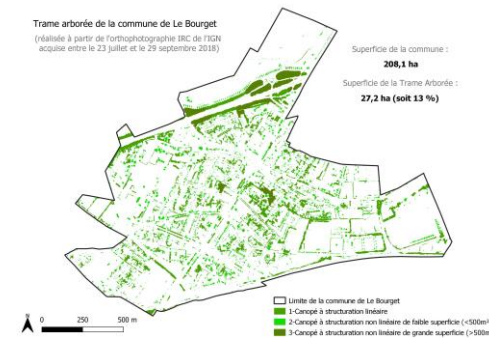
Accès simplifié à l'imagerie satellite Sentinel 1 et 2 en continu et sans nuages : Suivre l'évolution de la Terre mois après mois, sur des images claires et homogènes, dans un format simple d'accès, ouvert à tous et gratuit



Analyser

Analyse et diagnostic : Calcul d'indicateurs statistiques et cartographiques sur mesure :

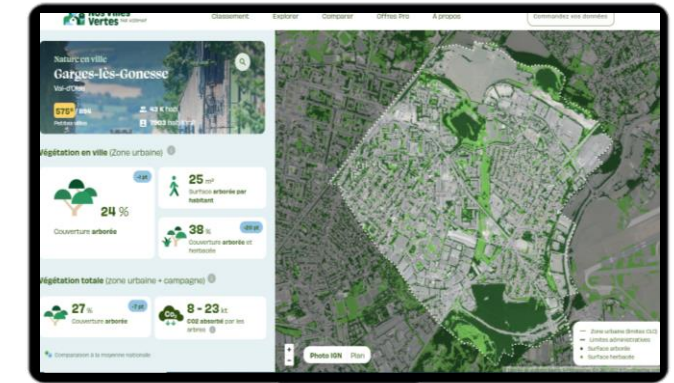
- superficies et taux de végétation, services écosystémiques,
- végétation perçue,
- îlots de chaleur,
- Suivi des taux de couverture, de l'humidité, parcelles irrigués
- Suivi d'évènements...



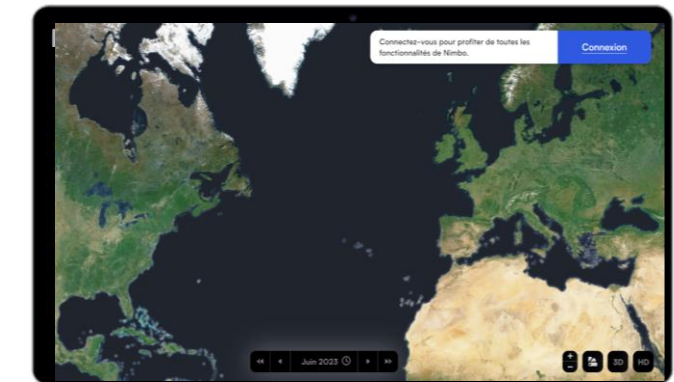
Valoriser

Dashboard et visualiseur interactifs de l'information géographique: Observer, consulter les chiffres clés sur l'état, l'évolution et les mutations du patrimoine de végétation

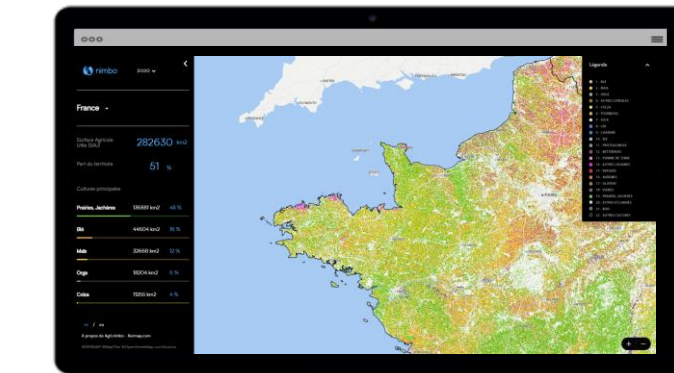
Solutions : API ou API+visualiseur ou site dédié



<https://www.nosvillesvertes.fr/>
Nos Villes Vertes



<https://maps.nimbo.earth/>
Nimbo Maps



<https://agri.nimbo.earth/>
Agri Nimbo

3 – Rappel de la notion ICU

Introduction

Les changements climatiques montrent une tendance à l'augmentation de la fréquence et l'intensité des phénomènes climatiques tels que les ICU.

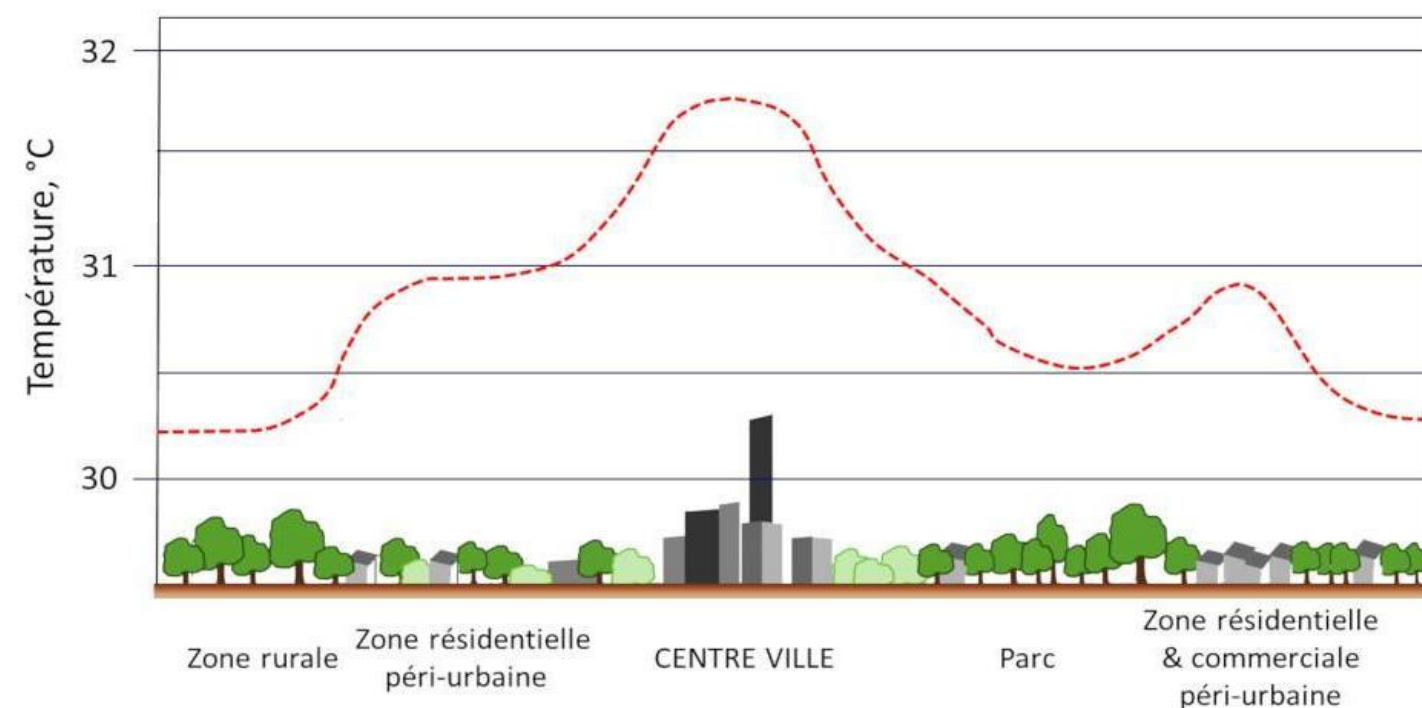
Définition

L'ICU : effet de dôme thermique, créant une sorte de microclimat urbain où les températures sont significativement plus élevées : plus on s'approche du centre de la ville, plus il est dense et haut, et plus le thermomètre grimpe.
Les différences thermiques en comparaison avec les espaces périphériques (et des modèles inversés que sont les IFU).

Rappel de l'approche méthodologique KERMAP

Croisement de différentes sources :

- Thermosatellites,
- données météorologiques,
- carte d'occupation des sols.....



Objectif de la démarche

- Comprendre les mécanismes de développement **ICU / IFU**
- Les identifier, les localiser au sein du tissu urbain étudié
- Et de rédiger un document explicatif et illustratif pour les décideurs locaux sur l'évaluation de ces phénomènes observés d'ICU et IFU en lien avec :
 - la morphologie de la ville (taille des bâtiments, exposition aux vents)
 - La proportion de surfaces artificialisées et naturelles
 - les MOS et leurs propriétés radiatives et thermiques des matériaux

En moyenne, il est observé que les centres-villes ont une température de surface supérieure comprise entre 4 et 5°C de plus que la périphérie.

A l'issue de ces mesures et ces observations, il est possible de définir des orientations d'aménagement dans le but de réduire ces phénomènes et prioriser les sites à aménager.



4 – Exemple de l'utilisation d'images IRT : cartographie des ICU

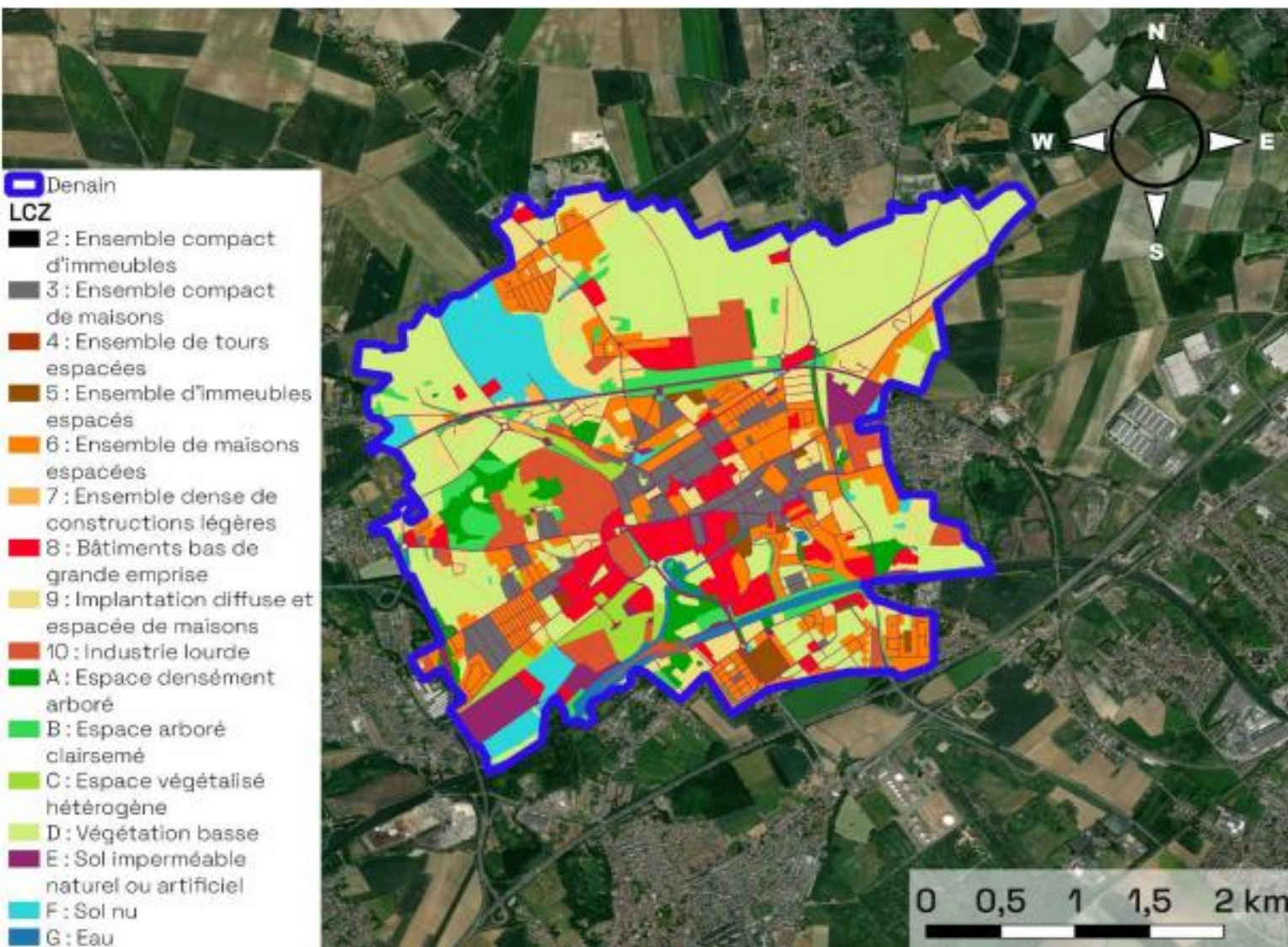
Rappel de la méthode Exemple de la ville de DENAIN

Cette mission réalisée par KERMAP s'articule en 2 temps :

En complément de la carte de la végétation fine

Etape 1 : Construction de la carte LCZ

La phase préparatoire passe par la définition du territoire en zones homogènes d'un point de vue du bâti et de la végétation afin d'obtenir des indicateurs suffisamment représentatifs qui caractérisent les microclimats.

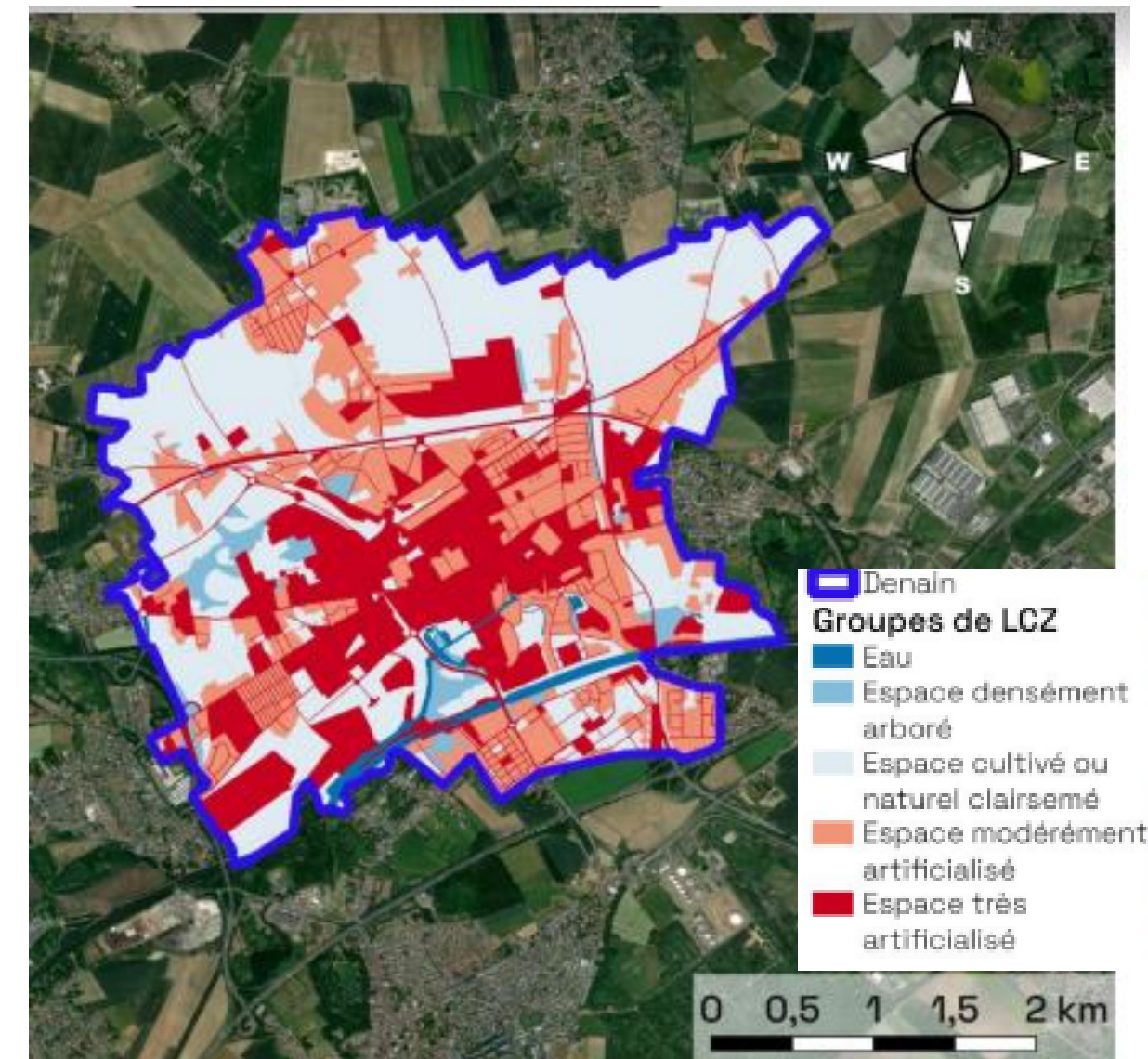


Aperçu global de la carte LCZ de la ville de Denain

- Urban Atlas de 2018 → adaptée par PIAO à la PVA sélectionnée

22 indicateurs obtenus pour chacun de ces îlots permettant de dresser un portrait de chaque territoire et d'expliquer son comportement par rapport à la température.

Pour la rendre plus explicite, nous l'avons synthétisé : 5 postes (déclinaison selon les facteurs dominants – de végétation à espaces artificialisés)



Aperçu global de la carte LCZ – carte de synthèse

4 – Exemple de l'utilisation d'images IRT : cartographie des ICU

Rappel de la méthode Exemple de la ville de DENAIN

Cette mission réalisée par KERMAP s'articule en 2 temps :

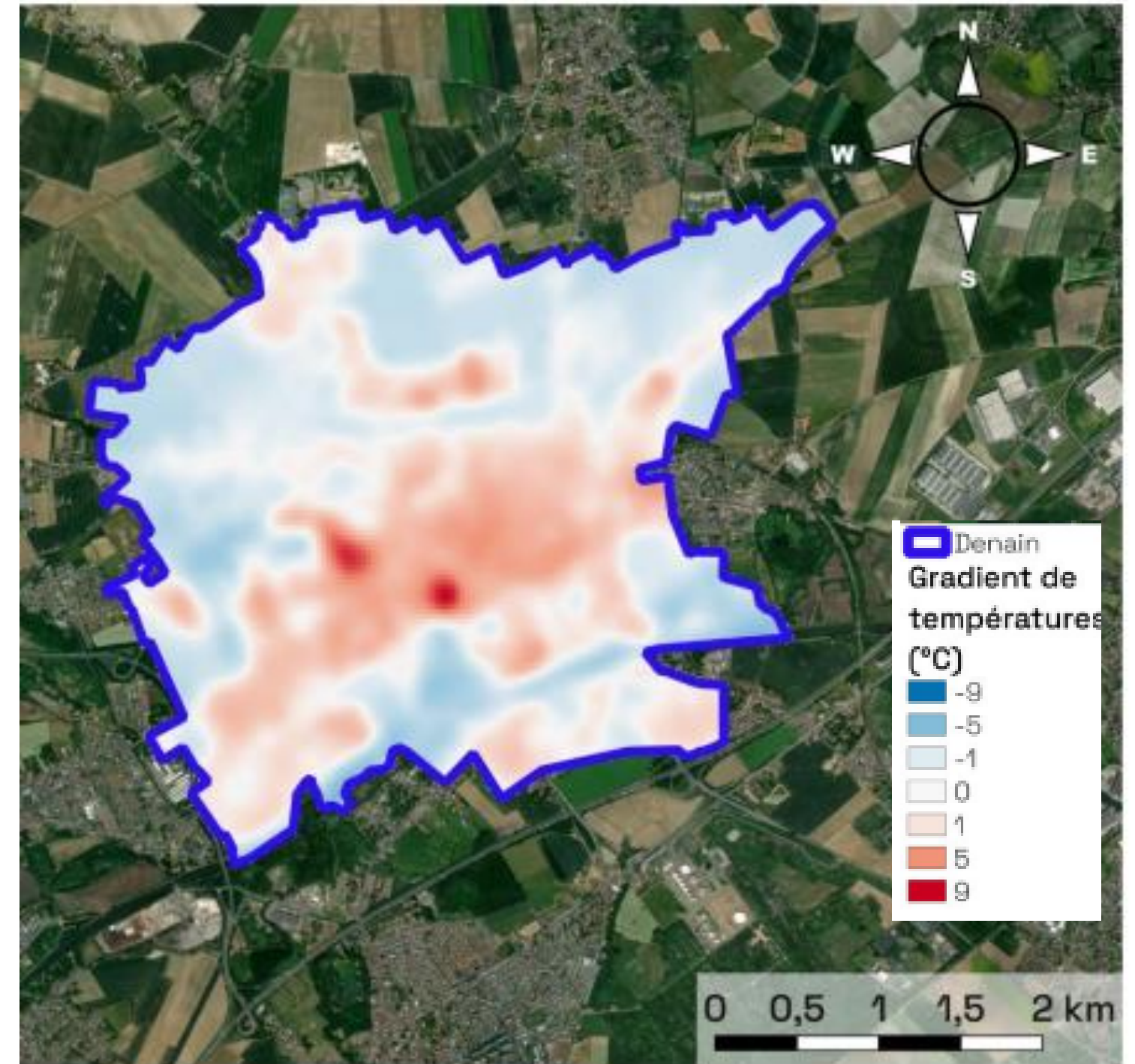
Etape 2 : Etude des variations climatiques locales

L'analyse de la température du DENAIN s'est déroulé à partir de différentes sources :

- 3 images thermo satellites Landsat 8 de jour (Lt 8) et de nuit (ASTER) apportent des données de température de surface pour le 31/05, le 18/07 et le 04/09 ;
- 7 stations météorologiques de Météo France fournissent des informations sur la température de l'air, dont trois fournissent des données de grande qualité ;
- Le modèle AROME de Météo France prédit les paramètres de température sur les 48h à venir

A partir de l'ensemble de ces sources, une carte de gradient thermique, exprimant les écarts de température moyenne entre les sites les plus frais et ceux les plus chaud

2021 n'étant pas disponible pour les jours avec des thermographies, l'année 2023 a été utilisée pour compléter l'analyse de corrélation entre la température de l'air et la température de surface).



*A droite, le gradient de températures
(Ecart à la moyenne)*

4 – Exemple de l'utilisation d'images IRT : cartographie des ICU

Rappel de la méthode Exemple de la ville de DENAIN

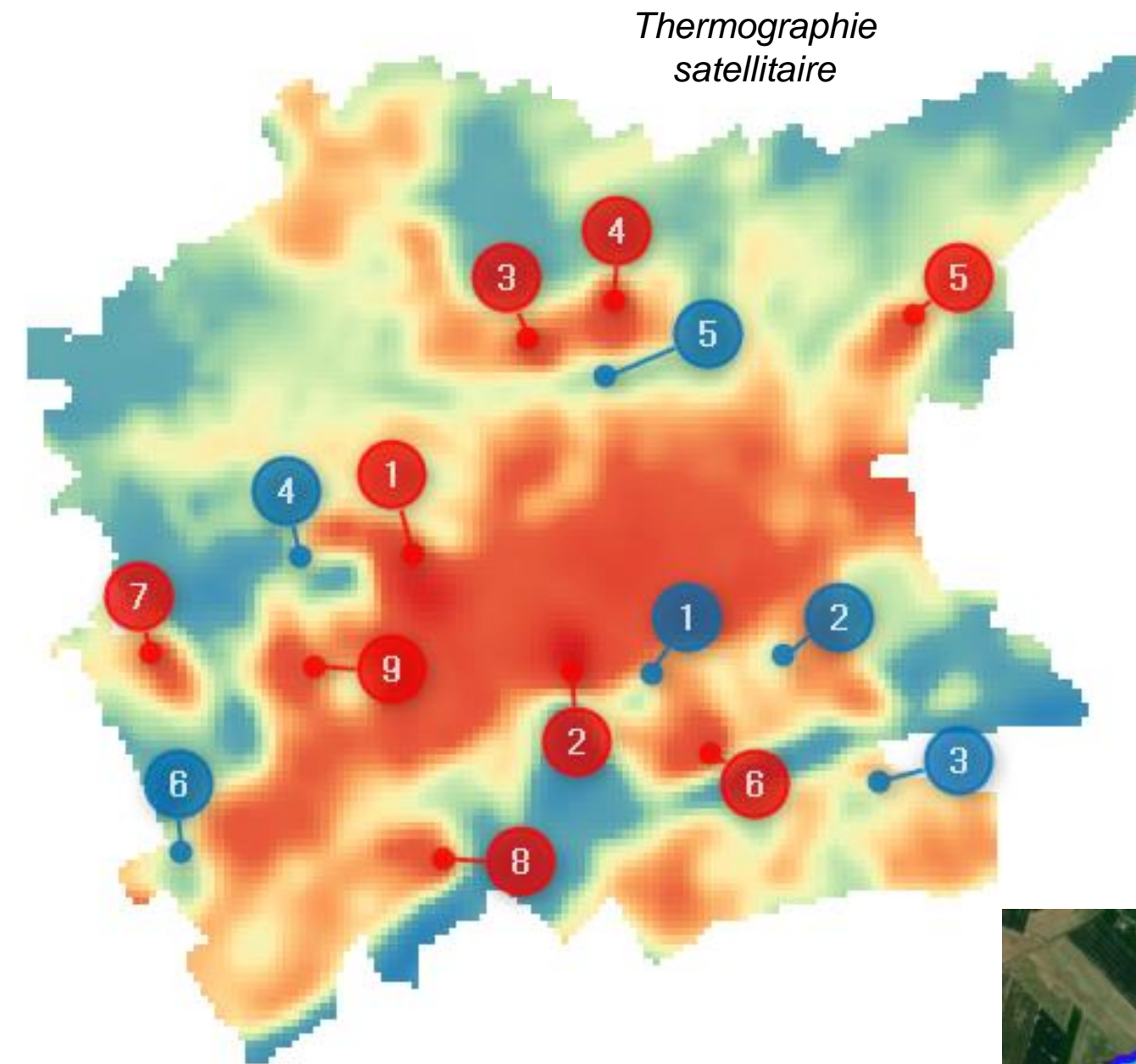
Cette mission réalisée par KERMAP s'articule en 2 temps :

Etape 2 : Analyse des résultats

Exemple de l'ICU 6 – Lycée et complexe sportif

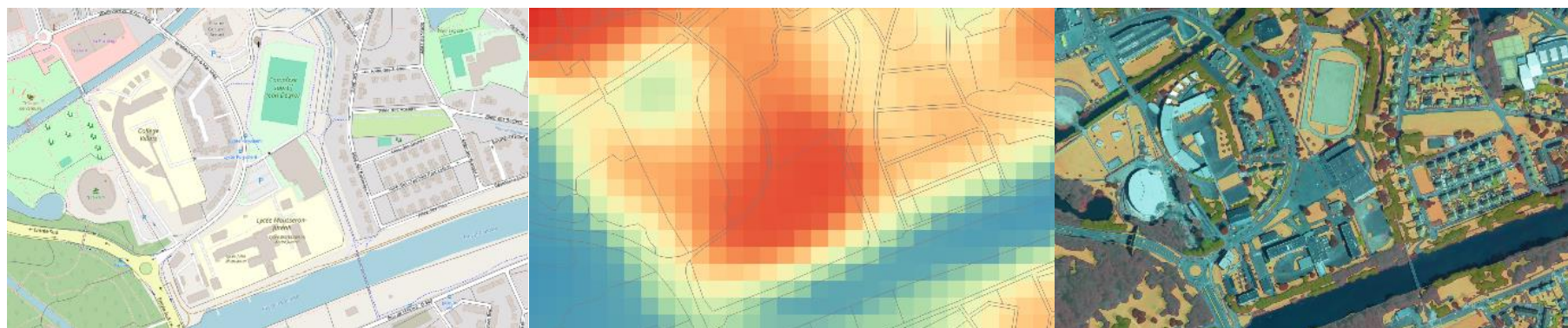
Même au bordure de l'Escout, le lycée et les installations sportives ont une température de surface assez importante. L'imperméabilisation et les bâtiments de grande emprise emmagasinent de la chaleur.

La végétation des espaces ouverts est peu abondante et basse et le terrain sportif est en gazon artificiel. La chaleur se concentre au niveau la parcelle du Lycée, malgré sa proximité au plan d'eau, du fait de la rugosité plus importante et la surface imperméable du stade.

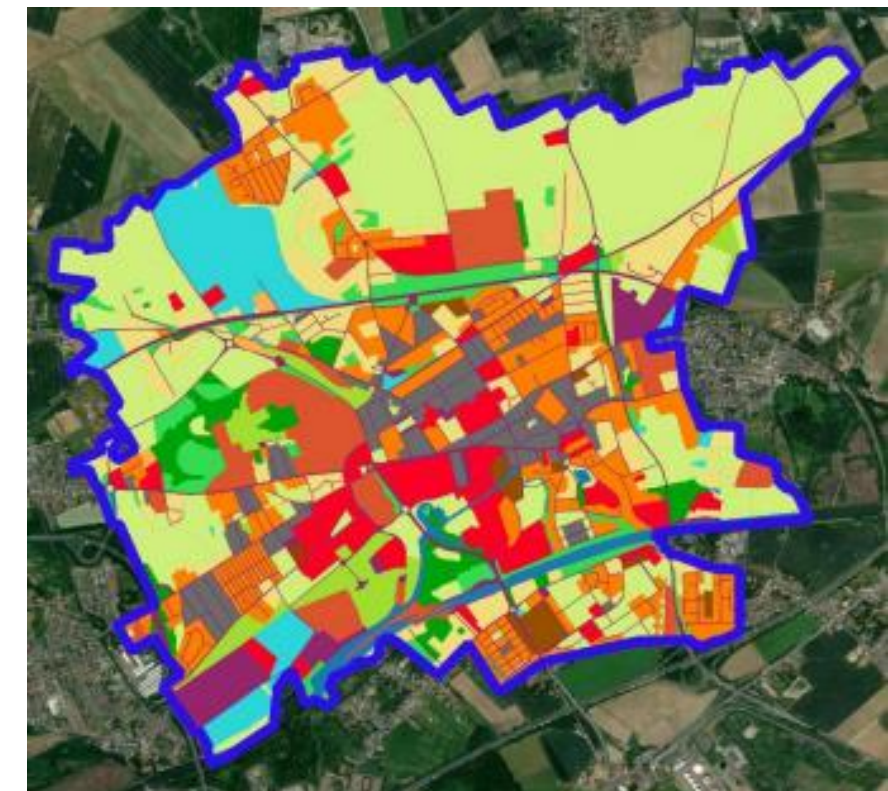


*Cartographie des Zones
Climatiques Locales (LCZ)*

*Les principaux points chauds et froids
étiquetés et spatialisés*



*Zoom sur un des Points chauds – Analyse croisée avec la végétation
KERMAP – ICU 6 (Lycée et complexe sportif)*



5 – Quelles sont les limites et les marges d'erreurs de cette cartographie des ICU?

1 - Les contraintes techniques :

Compétences des modèles mathématiques + un savoir faire technique, en développement informatique

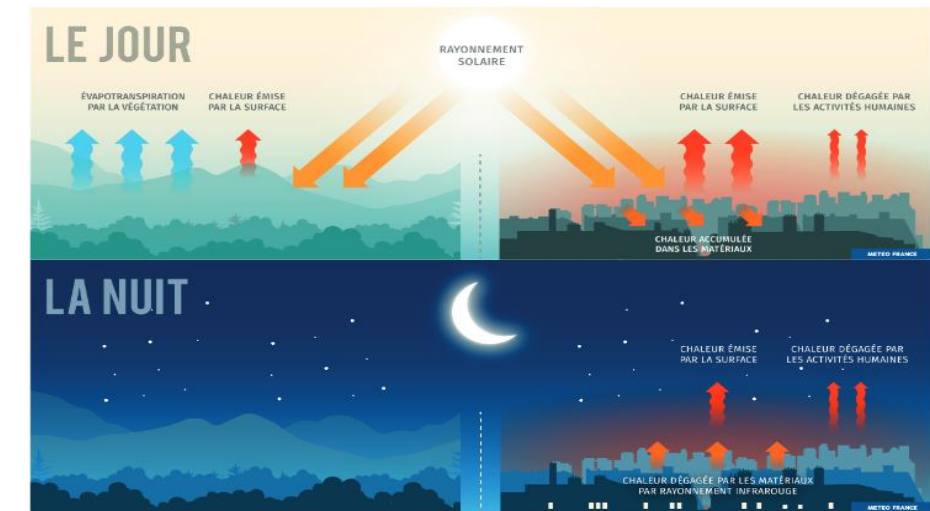
Les différentes étapes sont :

- La récolte et la sélection des données en entrée
- La construction des cartes référentes et leurs actualisations
- La vérification des résultats

2 – Les échelles de valeurs

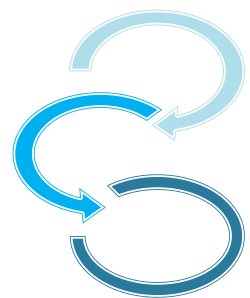
Les principales limites de cette cartographie ICU :

- Prendre en compte la rugosité urbaine : comment la densité en surface et en volume des espaces urbains joue sur les déplacements d'air et leurs nuisances. Pouvoir modéliser ses mécanismes et ses influences pour améliorer les résultats
- Ne pas confondre température de surface avec celle de l'air (à hauteur d'homme ou à hauteur de canopée (arbres ou bâtiments)) . *À mesure que le rayonnement solaire est absorbé, les températures de surface augmentent jusqu'à ce que les températures de l'air ambiant augmentent également par convection à partir des matériaux . Toutefois, des différences parfois notables s'observent*



3 – Les marges d'erreurs

La modélisation des ICU est plus juste en considérant les thermosat de nuit (type ASTER – 90 m) et non celles de jour (LST 8 et 9 – 30 m). À la nuit tombée, l'apport en énergie solaire cesse. Dans les zones rurales, l'évapotranspiration s'arrête et la température diminue, alors que dans les zones urbaines, les surfaces imperméables restituent à l'atmosphère l'énergie accumulée durant la journée



Pour y remédier

- Compléter cette étude de mesures terrain – relevés réalisés par des capteurs
- Les corrections seront apportés par PIAO (intervention humaine).

6 – Quelles sont les orientations ?

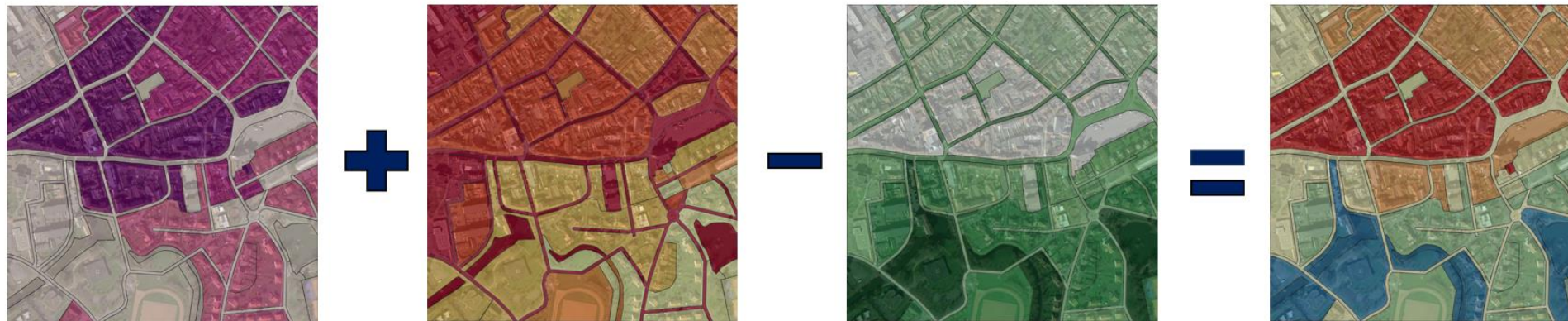
a. Identifier les vulnérabilités

A partir de l'analyse de l'ensemble de ces mesures, de l'identification des ICU (et leurs morphologie), il est possible de définir des orientations d'aménagement dans le but de réduire les ICU.

Les différentes étapes associée à cette mission sont :

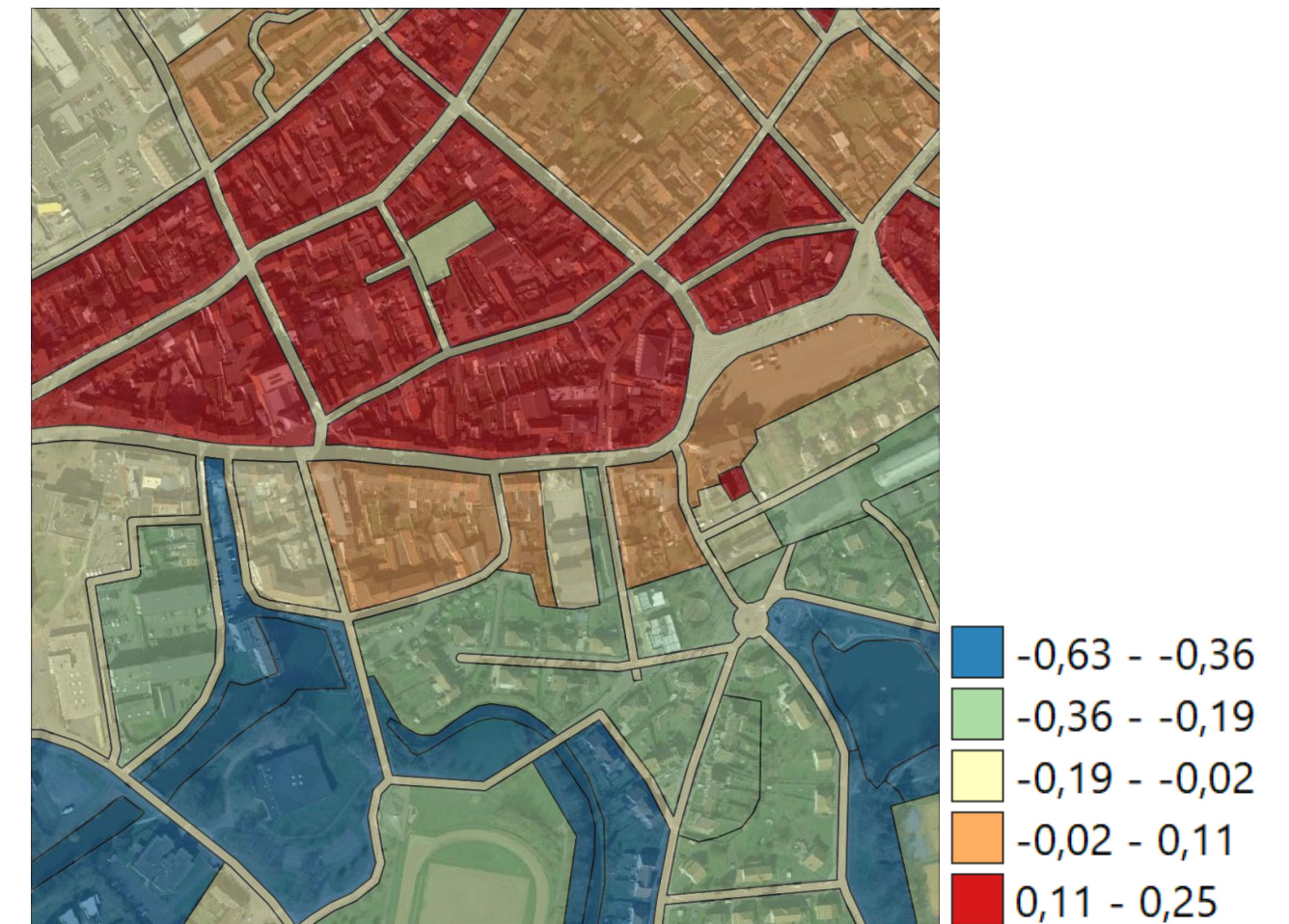
- l'analyse du PLU/PLUI et rédiger des pistes d'amélioration en vue de réduire ces phénomènes ICU.
- D'extraire et de cartographier des indicateurs, c'est-à-dire des expressions de vulnérabilité (qui sont la sensibilité, l'exposition, et la capacité d'adaptation)

$$\text{Vulnérabilité} = \text{Exposition} + \text{Sensibilité} - \text{Capacité d'adaptation}$$



Sensibilité, exposition, capacité d'adaptation et vulnérabilité aux ICU dans le centre-ville de Denain

- La vulnérabilité est l'expression de ces 3 indices selon la formule :



Vulnérabilité aux ICU dans le centre-ville de Denain

6 – Quelles sont les orientations ?

b. Réduire les risques d'exposition aux aléas climatiques

Les villes doivent faire face à l'augmentation du nombre de vagues de chaleur, de leur durée et de leur intensité.

- Les propositions d'amélioration de ces sites pour réduire les ICU : ces orientations pourront porter sur la végétalisation des espaces, la gestion des ombrages ; mais aussi sur la gestion de l'eau en ville, les types de revêtements urbains.

Place du végétal en ville



- Arbre d'ombrage
- Murs et toitures végétalisés
- Végétation spontanée
- Parcs
- « Forêts » urbaines

Place de l'eau en ville



- Mise en valeur des cours d'eau
- Désimperméabilisation et déconnexion des réseaux d'eau pluviale

Les revêtements



- Favoriser les revêtement à fort albédo, qui chauffent moins
- Limiter le bitume lorsque non nécessaire

Les usages

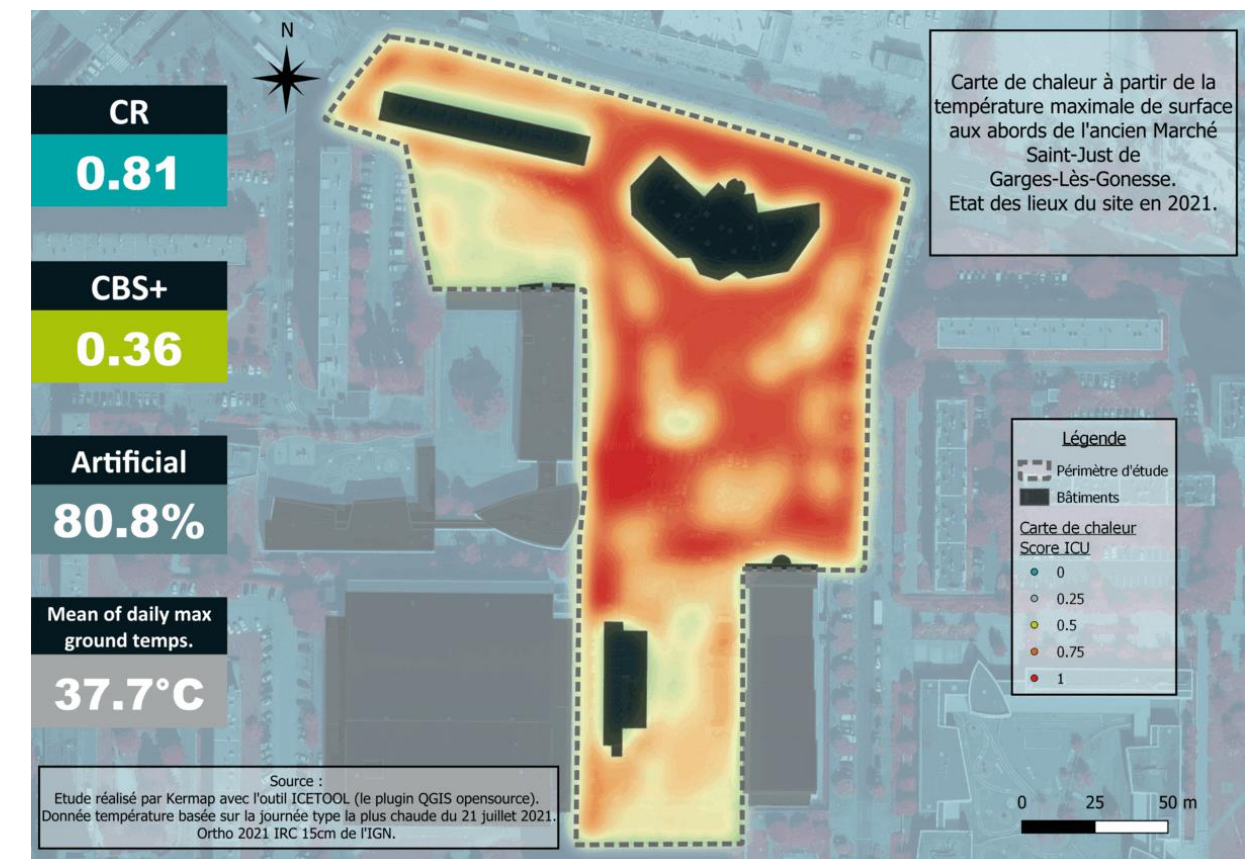
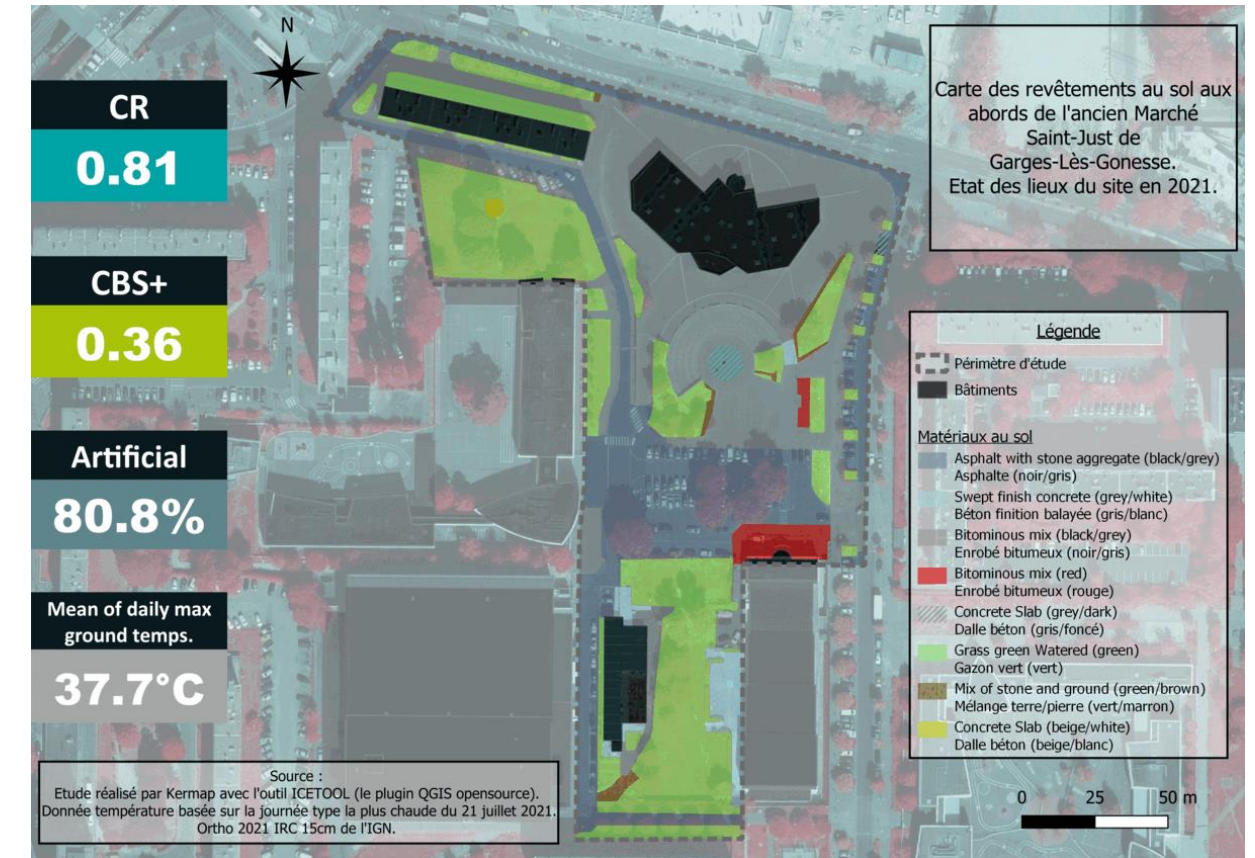


- Gestion du parc automobile thermique
- Gestion de la climatisation

Pour approfondir la connaissance du phénomène à l'échelle d'un site (**place, école, parc, rue..**) ou d'un **petit quartier** (*échelle micro-spatiale*)

Un préalable : calcul d= et analyse des score ICU dans le but de comparer l'existant avec des projets futurs et ainsi quantifier l'impact des aménagements :

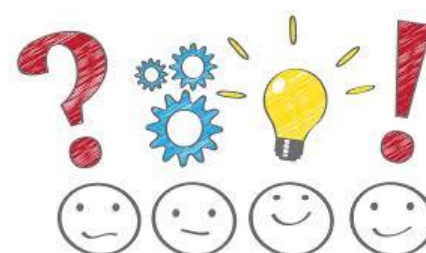
- Coefficient de Ruissellement,*
- Coefficient de Biotope de Surface amélioré,*
- % de surface artificialisée,*
- Moyenne des températures maximales quotidiennes au sol*





MERCI pour votre attention

Questions / remarques?



Lauréat national
Plan de Relance spatiale

