

Décembre 2021

# L'îlot de chaleur urbain

Observer le phénomène pour mieux intervenir



Observation



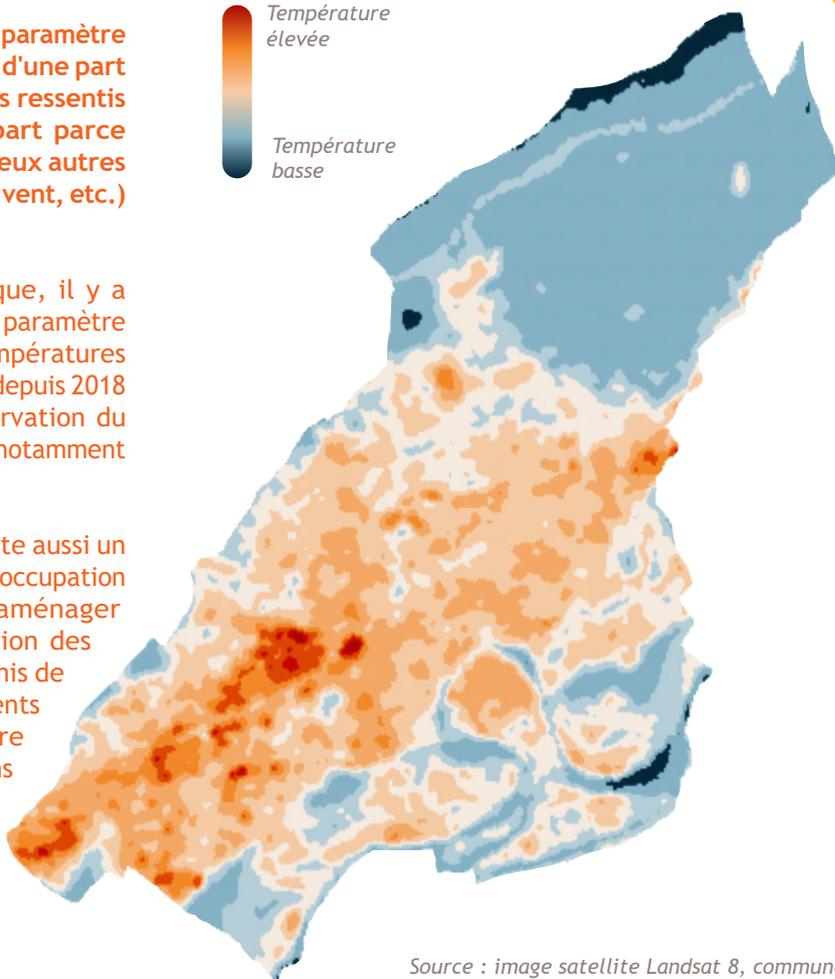
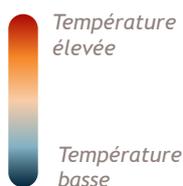
## Rendre visible l'invisible

La température est par définition un paramètre climatique difficile à appréhender, d'une part parce qu'elle dépend beaucoup des ressentis individuels au quotidien et d'autre part parce qu'elle est étroitement liée à de nombreux autres paramètres climatiques (ensoleillement, vent, etc.) mais aussi d'occupations des sols.

Face au défi du changement climatique, il y a cependant un enjeu à mieux connaître ce paramètre au niveau local : la cartographie des températures de surface par images satellites engagée depuis 2018 a constitué un premier pas dans l'observation du phénomène local d'îlot de chaleur urbain, notamment pour mieux le localiser et le mesurer.

La cartographie des températures apporte aussi un nouveau regard sur les différents modes d'occupation des sols et au-delà sur les façons d'aménager le territoire : si l'étude de la répartition des températures et de leur intensité a permis de mettre en avant des liens avec les différents types d'occupations des sols, il s'avère nécessaire de mieux caractériser ces liens et de comprendre les phénomènes impliqués.

Les températures de surface à Besançon (09/08/2020)



Source : image satellite Landsat 8, commune de Besançon (73 448 pixels de 30 m de côté) - Réalisation : AUDAB 2021.



# La surchauffe urbaine à Besançon

## Une méthode d'observation comparative et reproductible

Le travail d'observation engagé à l'échelle de Besançon s'appuie sur l'exploitation des images satellites infrarouges (satellite Landsat 8) qui présentent plusieurs avantages :

- elles sont disponibles en open data sur l'ensemble du globe et exploitables facilement ;
- elles sont acquises régulièrement (tous les quinze jours) et offrent la possibilité d'un suivi de l'évolution des données dans le temps ;
- les images satellites sont acquises sur de grandes superficies (la taille d'une seule image est de 185 x 185 km) offrant une information homogène et stable sur un vaste territoire.

Afin de mieux visualiser la problématique des îlots de chaleur urbain, les données retenues sont celles acquises lors des périodes caniculaires ou, *a minima*, lors des périodes les plus chaudes de l'année.

En 2020, la date retenue est celle du **09 août** avec une température maximale de 31°C et une température minimale de 21°C. En début de soirée, la température était de 30°C.

Sur la journée, la température moyenne enregistrée par la thermographie a été de 27,17°C. Le maximum observé a été de 31,41°C dans la zone Trépillot et le minimum de 24,95°C dans la forêt de Chailluz.

L'analyse statistique des données entend identifier les secteurs les plus chauds du territoire à cette date : la méthode élaborée en 2020, avec la ville de Besançon, s'appuie sur la sélection des températures de surface dont la valeur excède la moyenne de l'ensemble des températures du territoire étudié, températures auxquelles est ajouté 1,5 à 2 fois l'écart-type<sup>1</sup>.

## Les secteurs d'îlots de chaleur urbains

Les secteurs retenus comme étant les plus chauds du territoire bisontin représentent une superficie de 369,3 hectares (+1,5 écart-type), soit 5,7% de la superficie du territoire communal.

Les îlots de chaleur urbains ainsi identifiés s'inscrivent majoritairement dans les secteurs de zones d'activités ou de grands équipements et en particulier dans l'ouest bisontin.

Se distinguent en particulier :

- la zone d'activités de Trépillot-Tilleroyes ;
- le secteur du CHRU Jean Minjot ;
- La zone de Châteaufarine ;
- Micropolis ;
- les terrains militaires de la rue de Dole ;
- le secteur Lafayette (bâtiments d'activités).

Ces secteurs se distinguent notamment par leurs aménagements similaires (vastes espaces de parkings en enrobé, grands bâtiments, important réseau routier, faible présence du végétal, etc).



### Limites pédagogiques

Pour être idéalement comparables dans le temps, les analyses des températures recueillies devraient être issues de mêmes conditions météorologiques : même période avec même niveau de canicule, même nombre de jours de sécheresse précédents, même taux d'humidité, même nombre de jours de vent avec même intensité, etc.

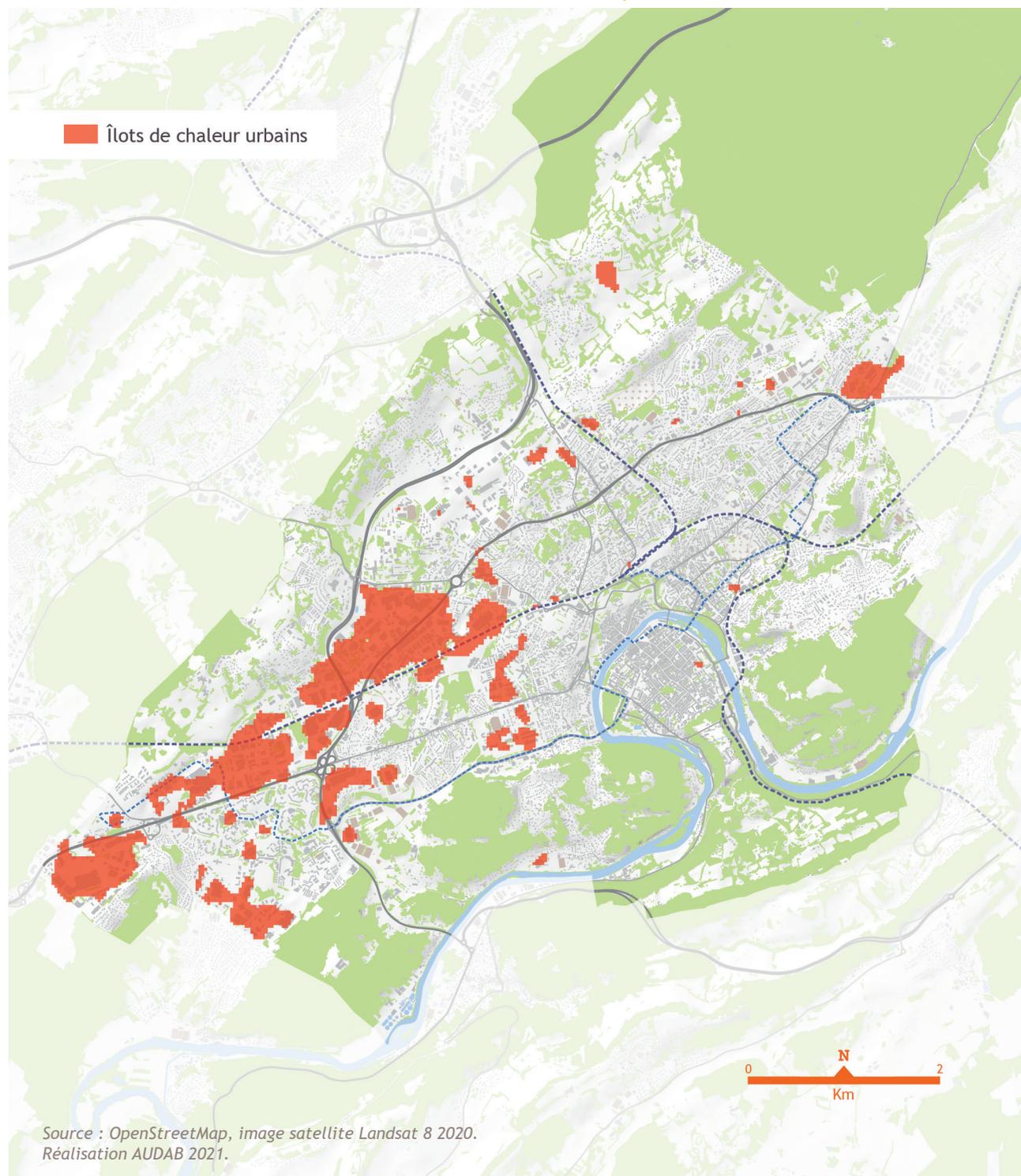
Or, il n'est pas possible de pouvoir recueillir d'une année sur l'autre des caractéristiques météorologiques identiques.

Seul le maximum de température est considéré pour fixer la date annuelle observée.



<sup>1</sup> L'écart-type sert à mesurer la dispersion, ou l'étalement, d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne. Plus l'écart-type est faible, plus la distribution est homogène et inversement (INSEE).

Les secteurs retenus comme des îlots de chaleur urbains (09/08/2020)  



# Occupation des sols et îlots de chaleur urbains

## Approche typo-morphologique

L'aménagement urbain est l'une des clés pour mieux comprendre les différents facteurs à l'origine de la surchauffe urbaine. Les *Local Climate Zone* (LCZ) sont une classification des différentes occupations des sols en fonction de leurs comportements thermiques, établie par Iain D. Stewart et Timothy R. Oke en 2012.

Chaque LCZ est une entité spatiale générant un climat spécifique - une température de surface unique - par temps calme et ciel dégagé, en fonction de leurs propriétés de surface telle que la part de végétalisation, la hauteur et l'espacement du bâti et des arbres (rugosité/compacité), l'humidité du sol et les flux de chaleur anthropogéniques.

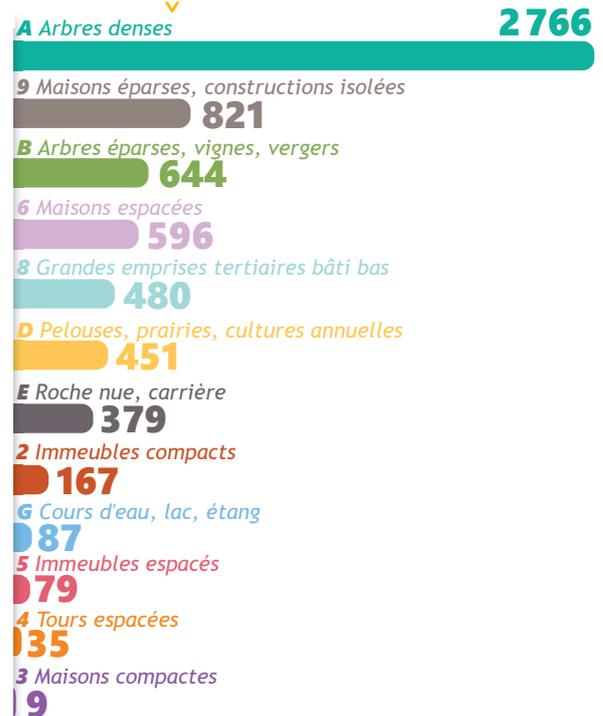
Cette classification distingue 17 zones climatiques dont 10 LCZ de type « bâti » (« building ») et 7 LCZ de type « non bâti » (« land cover »).

Appliquée sur Besançon dans le cadre du programme de recherche SAVE-IFU, cette classification met en avant l'homogénéité climatique des occupations des sols.

Les LCZ dites non urbanisées apparaissent comme majoritaires sur le territoire bisontin : les forêts (LCZ A), les arbres éparses (LCZ B) ou les pelouses et prairies (LCZ D) représentent 3 861 hectares, soit près de 60 % du territoire communal à elles seules.

La forêt est également la première LCZ en terme de superficie (2 766 hectares), loin devant la 2e LCZ que sont les quartiers pavillonnaires (LCZ 9, 821 hectares).

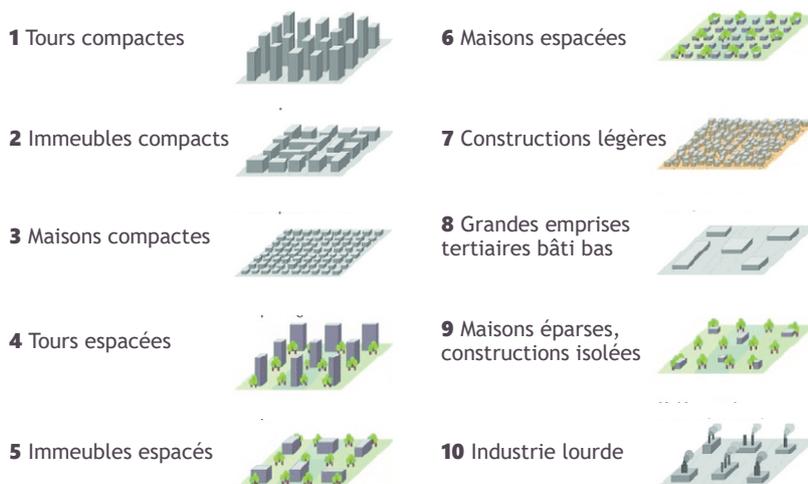
Répartition des superficies de LCZ dans Besançon (en hectares)



## Les 17 Local Climate Zone

D'après Stewart Iain D., Oke Timothy R., « Local climate zones for urban temperatures studies », Bulletin of the American Meteorology Society, december 2012.

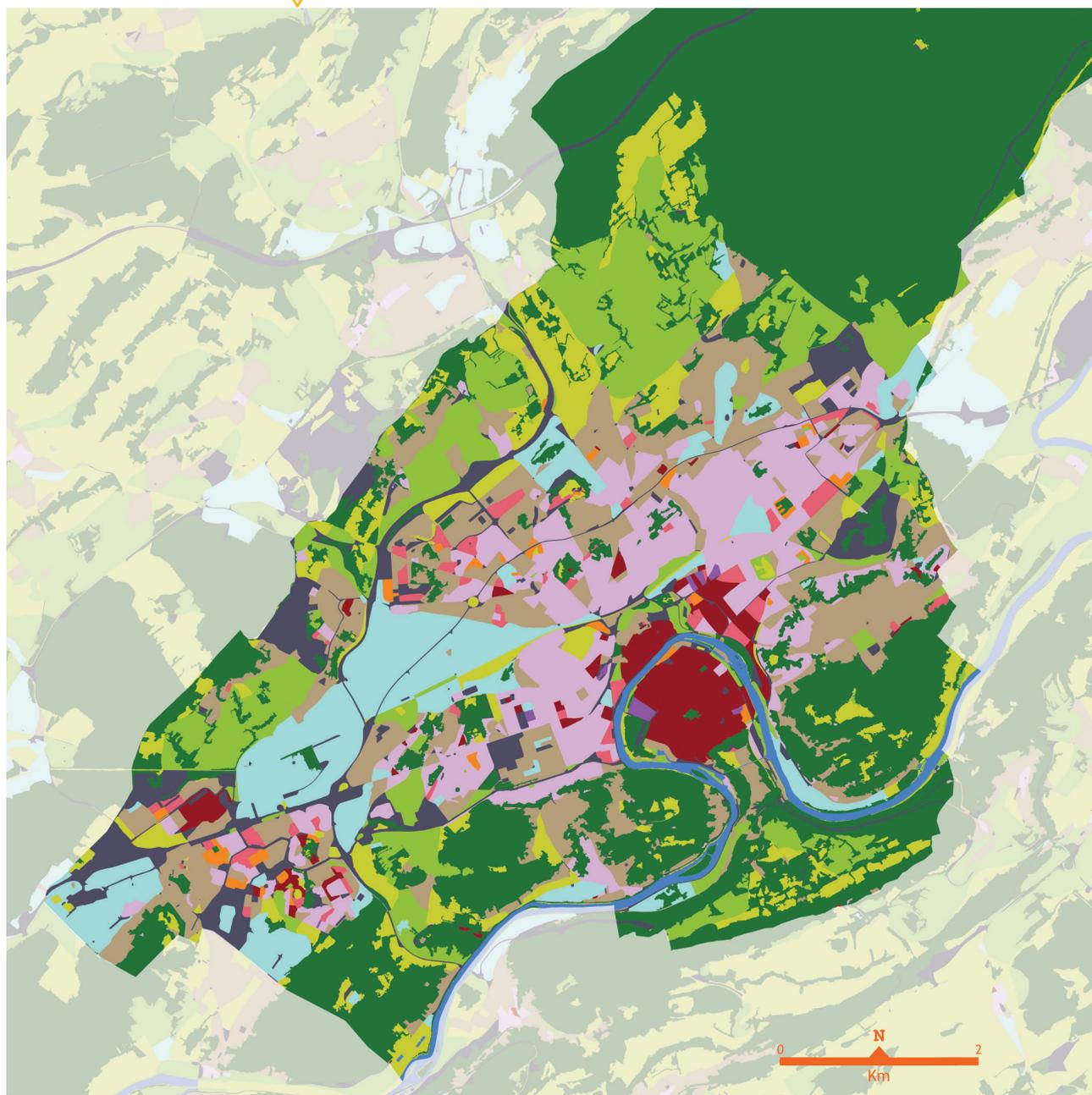
### Les 10 LCZ urbanisées



### Les 7 LCZ non-urbanisées



Les LCZ du territoire bisontin



Zones climatiques locales

LCZ urbanisées :

- 2 - Immeubles compacts
- 3 - Maisons compactes
- 4 - Tours espacées
- 5 - Immeubles espacés
- 6 - Maisons espacées
- 7 - Constructions légères
- 8 - Grandes emprises tertiaires bâti bas
- 9 - Maisons éparées, constructions isolées

LCZ non-urbanisées :

- A - Arbres denses
- B - Arbres éparées, vignes, vergers
- D - Pelouses, prairies, cultures annuelles
- E - Roche nue, carrière
- G - Cours d'eau, lac, étang

D'après les travaux du laboratoire Thema, Université de Bourgogne-Franche-Comté.  
Réalisation AUDAB 2021.



# Les paramètres des îlots de chaleur urbains

## Les espaces minéralisés, premier facteur de la surchauffe urbaine

Le croisement des LCZ avec les secteurs identifiés comme des îlots de chaleur urbains sur Besançon montrent que ces derniers sont majoritairement liés aux tissus des grands équipements et des zones d'activités (LCZ 8), des tissus urbains que l'on retrouve principalement dans l'ouest du territoire communal.

Selon la classification LCZ, ils se caractérisent par : "un tissu urbanisé ouvert composé de bâtiments de grande superficie, de faible hauteur (1 à 3 niveaux), avec peu ou pas d'arbres et un foncier majoritairement minéralisé. Les matériaux de construction sont l'acier, le béton, le métal et la pierre".

Si les tissus d'équipements et de zones d'activités représentent seulement 480 hectares (soit un peu plus de 7% de Besançon), ils sont en revanche liés à près de 70% des secteurs d'îlots de chaleur urbains sur Besançon (cf. graphique ci-dessous).

Ils se caractérisent par de vastes superficies imperméables et la faible présence de l'élément végétal. Le recours quasi-systématique à des matériaux minéraux et sombres (béton, enrobé) pour l'aménagement des espaces extérieurs et la présence de grands bâtiments en font des secteurs majeurs de la surchauffe urbaine.

## L'eau et la végétation, deux facteurs majeurs du rafraîchissement urbain

La répartition des températures par Local Climate Zone (cf. graphique suivant) montre le rôle de la végétation dans le rafraîchissement urbain.



C'est la **DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE** en moyenne entre les **LCZ à dominante NATURELLES** et **MINÉRALISÉES**

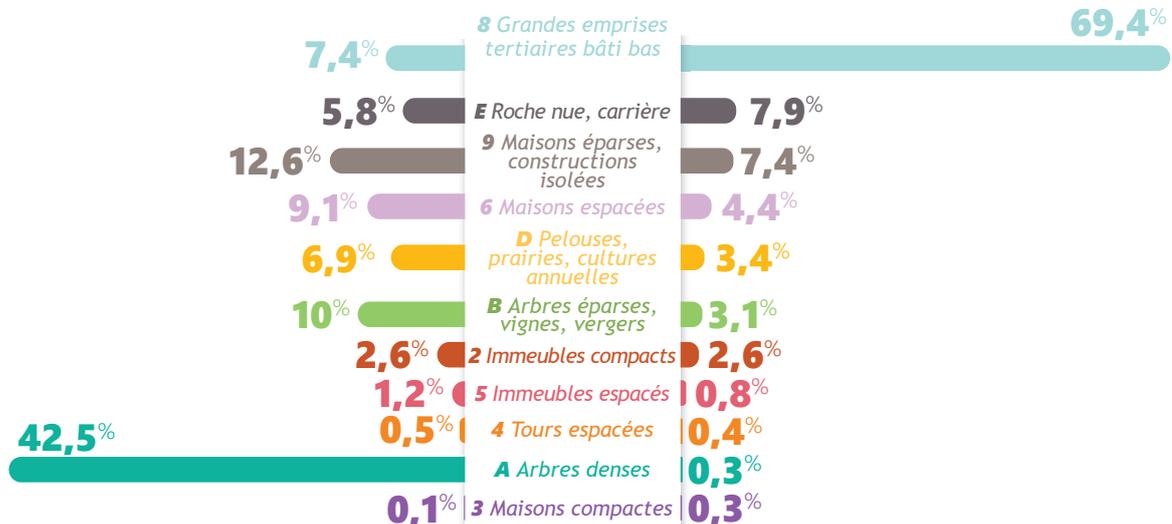
Deux types d'occupation des sols se distinguent nettement au regard de leurs températures moyennes : les LCZ caractérisées par un foncier à dominante naturelle d'un côté (températures moyennes de 26 à 27°C) et les LCZ à dominante minérale de l'autre, avec des températures de l'ordre de 28°C ou plus.

Les LCZ en lien avec l'eau ("cours d'eau, lac, étangs", LCZ G) et la végétation forestière ("arbres denses", LCZ A) offrent les températures moyennes les plus basses (respectivement 26,1°C et 26,4°C) alors que les zones d'activités et les grands équipements publics ("grandes emprises tertiaires bâti bas", LCZ n°8) offrent des températures de 28,3°C en moyenne.

### L'importance des occupations des sols dans le phénomène d'îlot de chaleur urbain

La part des superficies de LCZ dans Besançon

La part des superficies de LCZ dans les secteurs d'îlots de chaleur urbains



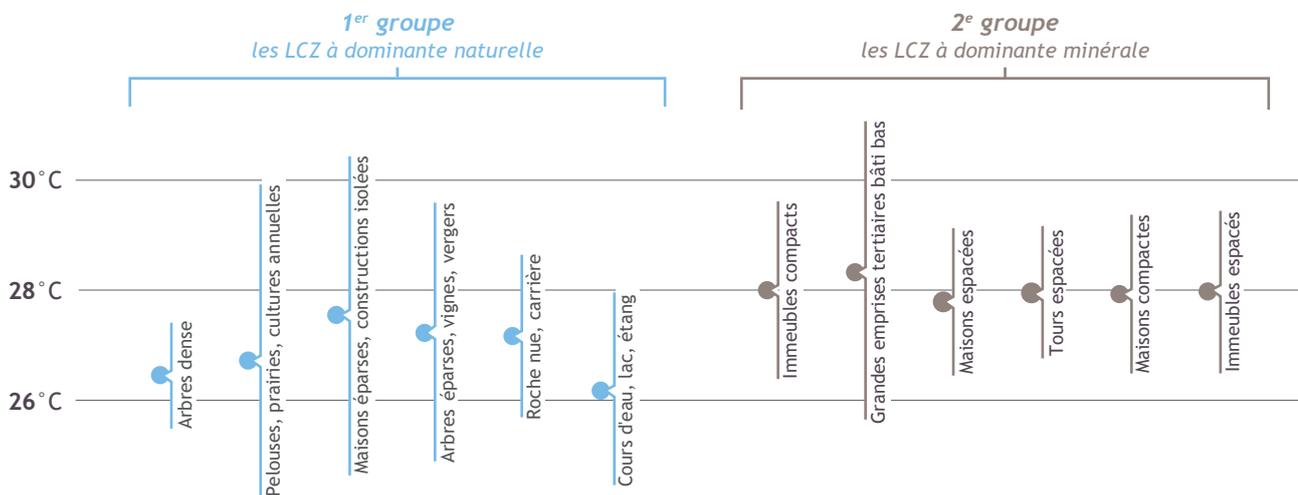
En matière de végétation, le type de végétal et la densité végétale s'avèrent des paramètres cruciaux directement liés aux capacités de rafraîchissement : la végétation forestière (LCZ A) s'avère, par exemple, plus efficace que les autres classes à dominante végétale :

- pelouses, prairies, cultures annuelles (LCZ D) présentent une température de 26,7°C en moyenne.
- les arbres éparses, vignes, vergers (LCZ B) une température de 27,2°C en moyenne.
- la végétation forestière (LCZ A) présente en revanche une température de 26,4°C en moyenne.

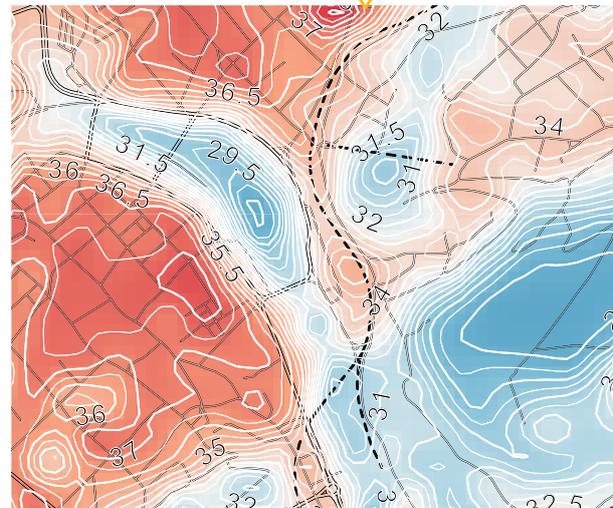
Grâce à l'évapotranspiration, l'eau permet également de limiter fortement la surchauffe urbaine : en s'évaporant sous l'effet de la température, l'eau consomme une partie de l'énergie présente dans l'air ambiant sous forme de chaleur et permet ainsi de le rafraîchir. Cette capacité de rafraîchissement dépend de plusieurs facteurs comme la surface en eau ou la teneur en humidité de l'air.

Le Doubs présente une température moyenne de 26,1°C par exemple et constitue le secteur le plus frais de Besançon.

Les températures moyennes par Local Climate Zone (données Landsat 09/08/2020)



L'influence de l'eau et de la végétation dans le secteur Boucle-Chaprais-Bregille



Source : IGN, BD ORTHO, données Landsat 8 2019 - Réalisation AUDAB 2021.

## Quelles perspectives ?

*L'observation des îlots de chaleur urbains offre une approche transversale qui relie plusieurs problématiques territoriales : l'aménagement urbain, l'adaptation des territoires au changement climatique et les politiques de santé locales notamment.*

### Une connaissance accrue du phénomène

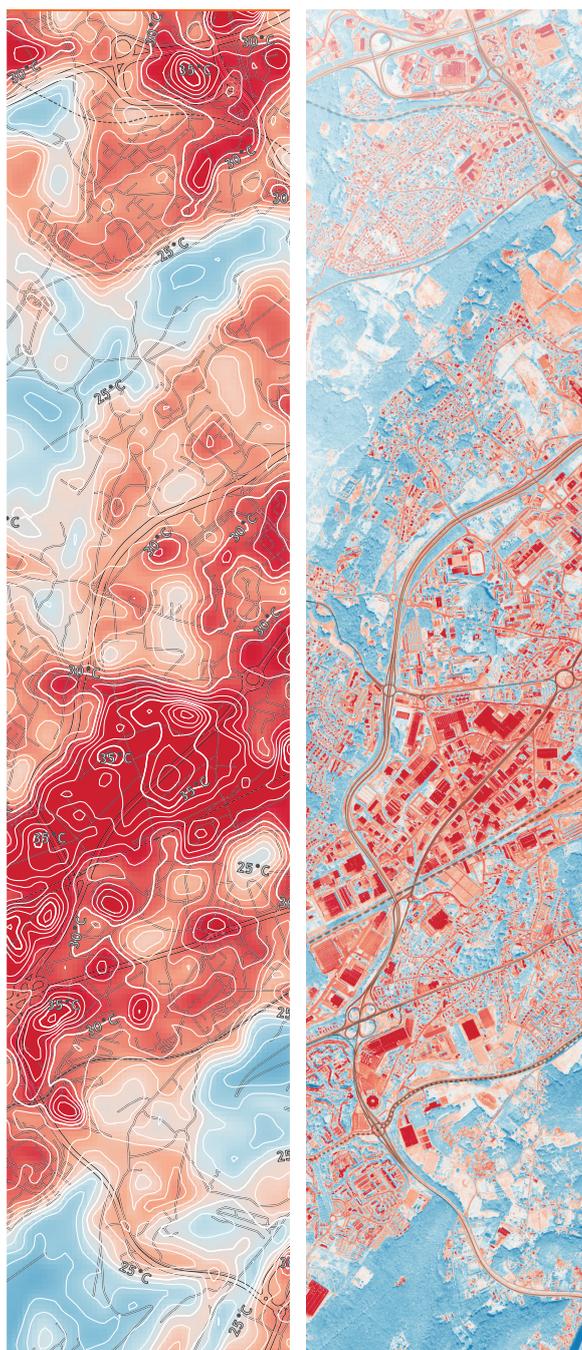
- le croisement des températures avec les zones climatiques locales est une première approche mettant en évidence l'impact des différentes occupations des sols sur les températures ;
- les capacités de rafraîchissement de la végétation varient suivant la présence d'eau, le type et la densité végétale ;
- à Besançon, les zones d'activités et les grands équipements publics sont les principaux vecteurs de la surchauffe urbaine.

### L'observation des ICU, un outil pour...

- le suivi de l'adaptation du territoire au changement climatique (à une échelle macro) ;
- évaluer l'impact des projets et des aménagements urbains (à une échelle micro) ;
- sensibiliser les élus, techniciens, entreprises... sur les effets néfastes des îlots de chaleur urbains parmi les populations vulnérables (très jeunes ou âgées) ;
- initier et déployer un plan d'action en définissant au préalable des territoires ou quartiers d'expérimentation.

*Les températures de surface dans le Grand Besançon - Extrait (image satellite du 26/06/2018) >>>*

*Les températures de surface dans le Grand Besançon - Extrait (thermographie aérienne de jour du 09/08/2020) >>>*



Directeur de la publication : Michel Rouget - Directrice des études : Isabelle Maquin - Rédaction et mise en page : Benjamin Gracieux, Pierre Clap - Cartographies : Rémi Vallet - Conception graphique : Dorianne Noriega - Impression : AUDAB.

