



LA SURCHAUFFE URBAINE

Situation du Pays de Montbéliard et
Pistes d'actions pour y remédier



Mai 2023



En 2020, les températures moyennes en France ont augmenté de +1.7°C par rapport à 1990 (+1.1°C dans le monde). Cette augmentation est accompagnée d'une plus grande fréquence et intensité des vagues de chaleurs. Selon Météo-France, l'été 2022 (juin, juillet, août) a été le deuxième été le plus chaud observé en France depuis 1900, avec un écart de +2.3°C par rapport à la moyenne observée entre 1991-2020. Trois vagues de chaleur, pour un total de 33 jours, ont été mesurées avec de nombreux records battus.

En ville, la température est plus élevée et les phénomènes de surchauffe n'épargnent pas les centres-villes de Montbéliard et Audincourt qui sont les secteurs les plus fortement touchés de l'agglomération.

Ils présentent les enjeux les plus forts en raison de leur forte fréquentation quotidienne (commerces, équipements, événements) et de l'augmentation de la population âgée qui représente un public particulièrement vulnérable. Rappelons ici le mouvement de rapprochement des commodités des centres-villes et de la tendance structurelle du vieillissement.

Selon l'INSEE, une personne sur cinq aura 75 ans et plus en 2040. Souvenons-nous aussi de la période de confinement lié au COVID 19 qui a également mis en lumière l'importance de disposer d'un espace vert à proximité pour les résidents des centres-villes.

Au travers de l'élaboration de sa politique de transition écologique, et notamment le volet adaptation et réduction de la vulnérabilité du Plan Climat Air Energie Territorial, **Pays de Montbéliard Agglomération souhaite mettre en œuvre une adaptation au réchauffement climatique et préserver la santé de ses habitants.** C'est dans cet objectif que l'agglomération, accompagnée par l'ADU, a participé en 2021 au programme de recherche SAVE-IFU (Santé Aménagement Végétation Environnement – Îlots de Fraîcheur Urbains).

Ce programme régional, soutenu par l'ADEME et le Pôle Fédératif de Recherche et de Formation en Santé Publique en Bourgogne-Franche-Comté, s'est donné pour objectif la construction d'une **méthodologie de connaissance sur le climat urbain** en Bourgogne Franche-Comté. Pour 6 agglomérations, des Local Climate Zones (LCZ) ont été définies, cette typologie permettant une description standardisée des ambiances thermiques urbaines et rurales. Aujourd'hui, il s'agit de **présenter le phénomène de surchauffe urbaine dans le Pays de Montbéliard et les solutions d'atténuation pouvant être mises en œuvre.**



Qu'entend-on par « surchauffe urbaine » ?

L'îlot de Chaleur Urbain (ICU)

L'ICU est généré lors d'une élévation des températures en milieu urbain par rapport aux zones périphériques ou naturelles. En ville, l'ICU provoque une diminution de l'amplitude thermique entre le jour et la nuit (l'air et les espaces surchauffés en journée sont longs à refroidir).

La détermination des ICU passe par des mesures (températures, hygrométrie, vent...) sur plusieurs mois ou années. En l'absence de capteurs de mesures, il est possible d'appréhender les phénomènes de surchauffe urbaine en identifiant des zones climatiques locales.

Zones climatiques locales (LCZ en anglais)

Les zones climatiques locales (LCZ) sont une classification d'espaces homogènes en termes de morphologie urbaine, d'occupation du sol, de matériaux... La description de la surchauffe urbaine, en l'absence de mesures in situ de la température de l'air, se fait par croisement des images satellitaires qui mesurent une température de surface (à une date précise et à un instant T), avec les zones LCZ.

La température de surface varie beaucoup plus que celle de l'air et en journée elle peut être beaucoup plus élevée.

L'albédo

Pouvoir réfléchissant d'une surface. L'albédo dépend de la couleur, de la texture et de la porosité de la surface. Un revêtement noir ou foncé aura un albédo proche de 0 alors qu'une surface blanche aura un albédo se rapprochant de 1.

L'indice universel du climat thermique (UTCI)

C'est un indicateur de mesure créé en 2009 pour déterminer le confort thermique du corps humain et les situations de stress thermique au chaud ou au froid (efforts que le corps humain doit faire pour se maintenir à 37°C). L'UTCI combine quatre paramètres : la température, l'humidité relative, le vent à 10 mètres et la température moyenne radiante. D'autres indices intègrent également l'habillement, l'activité physique, l'âge, etc.

En termes d'UTCI, les conditions idéales où il n'y a aucun stress thermique se situent entre 9 et 26°C. Au-delà de 26°C, on distingue quatre niveaux de stress de chaleur. En deçà de 9°C on distingue cinq niveaux de stress de froid.

Concrètement les fortes chaleurs ont des effets directs sur la santé humaine. Par exemple, en Bourgogne-Franche-Comté, Santé Publique France estime que les trois périodes caniculaires de l'été 2022 ont provoqué 111 décès.

Les facteurs de la surchauffe urbaine

Plusieurs paramètres (surfiques, morphologiques, anthropiques) rendent les milieux urbains plus propices à la surchauffe :



Les faibles évaporations et évapotranspirations : les surfaces végétalisées, naturelles ou en eau sont peu présentes contrairement aux surfaces imperméabilisées.



L'absorption et le stockage de la chaleur : matériaux qui ne renvoient pas le rayonnement (faible albédo), qui ont une forte inertie thermique.



Le piégeage du rayonnement (effet de « canyon urbain ») : absorption du rayonnement solaire le jour et faible dégagement de chaleur la nuit car la forme urbaine est peu ouverte vers le ciel.



La rugosité : forme urbaine qui fait obstacle à la circulation des vents et à leur capacité à dissiper la chaleur.



Les émissions de chaleur anthropiques : liées à l'industrie, au chauffage et à la climatisation, aux transports à moteurs thermiques...

Source : AURM / AFUT Sud-Alsace d'après « Diagnostic de la surchauffe urbaine : méthodes et applications territoriales » l'ADEME, 2017

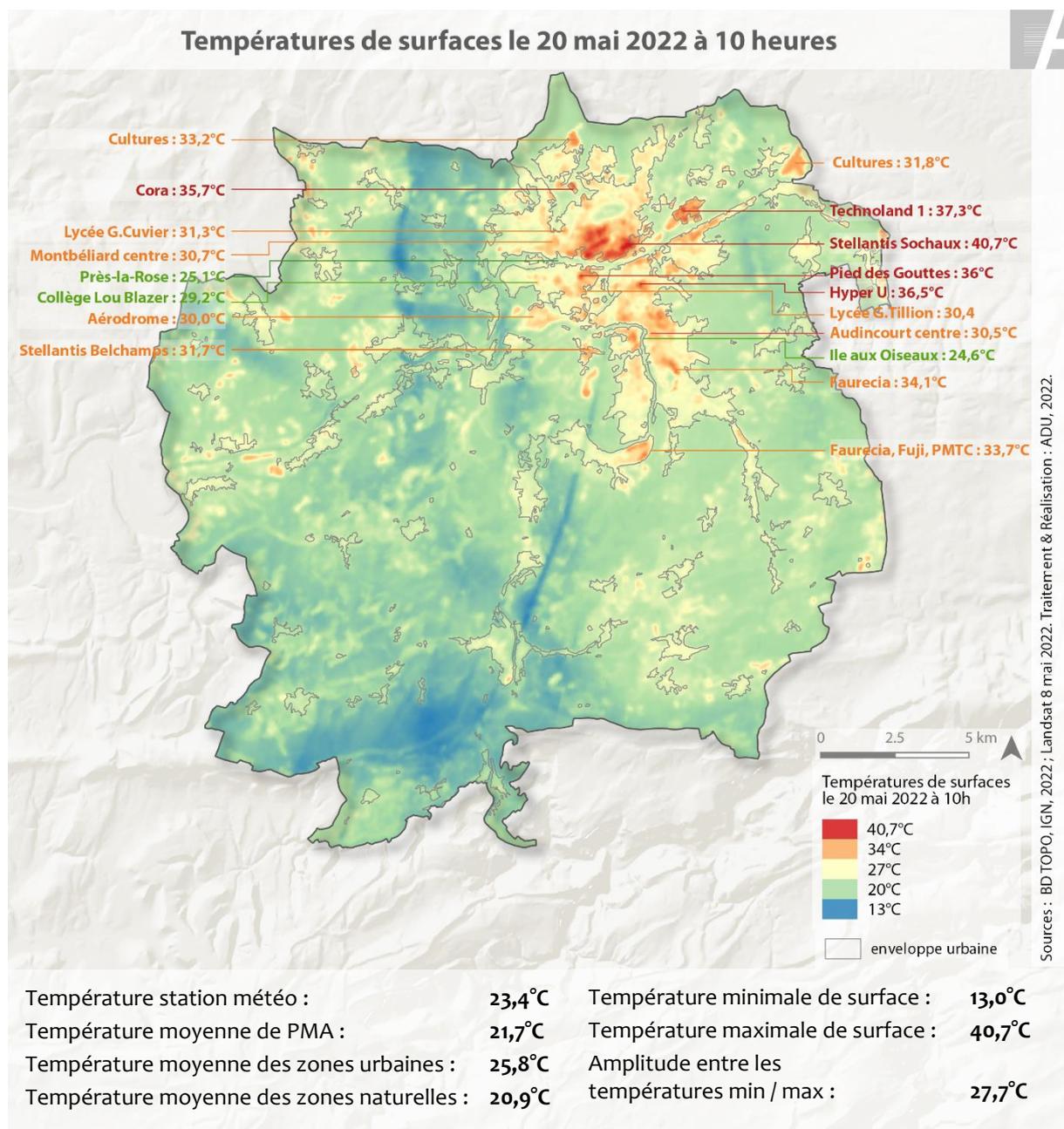


Résultats d'étude sur le territoire à partir de la température de surface : une première approche de la surchauffe urbaine

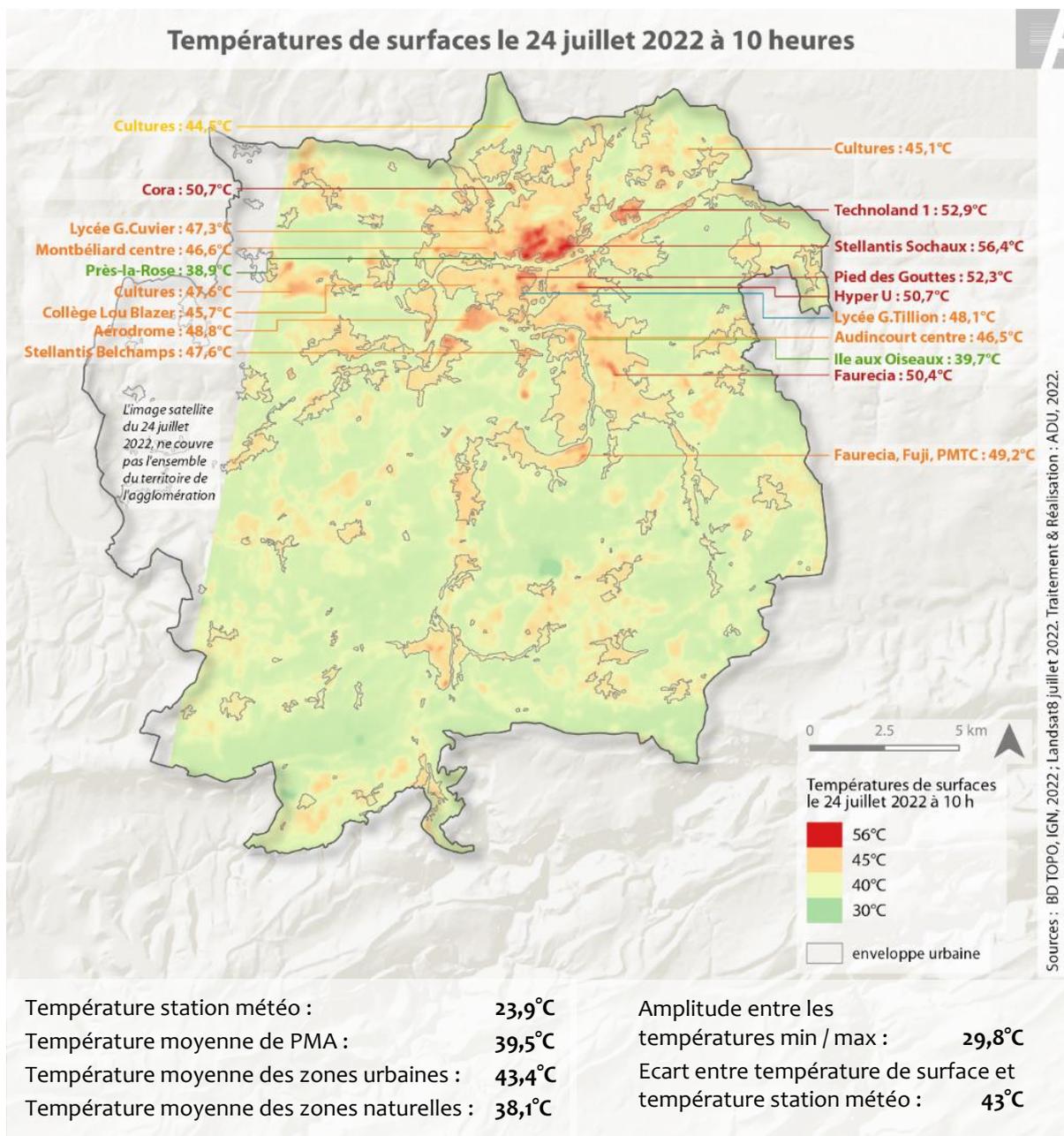
Les températures de surface, issues des données satellite Landsat 8 permettent une première visualisation de la surchauffe urbaine. Les phénomènes d'absorption et de stockage de la chaleur tout comme l'albédo sont particulièrement visibles.

Deux images satellites sont analysées pour deux dates différentes.

- Le 20 mai 2022 à 10 heures du matin. La température de l'air de la station météo du collège Lou Blazer était de 23,4°C à la même heure et 32,1°C à 16 heures, soit un épisode de chaleur précoce.



- > Le 24 juillet 2022 à 10 heures du matin. La température de l'air de la station météo était de 23,9°C à la même heure et de 33,1° à 17h30. Cette image est prise juste après l'épisode de canicule qui a touché la région entre le 18 et 21 juillet 2022.



Résultats d'étude à partir de la modélisation du climat local par LCZ (Local Climate Zone)

De nombreux travaux de recherche ont montré l'impact des aménagements urbains et de la morphologie urbaine sur les températures et le climat urbain. Les caractéristiques ayant de l'influence sont par exemple le type de construction (immeuble, maison...), les matériaux de construction, la hauteur et l'espacement du bâti, la présence et le type de végétation (arbres denses ou éparés, pelouses, sols nus...), les sols imperméabilisés, etc.

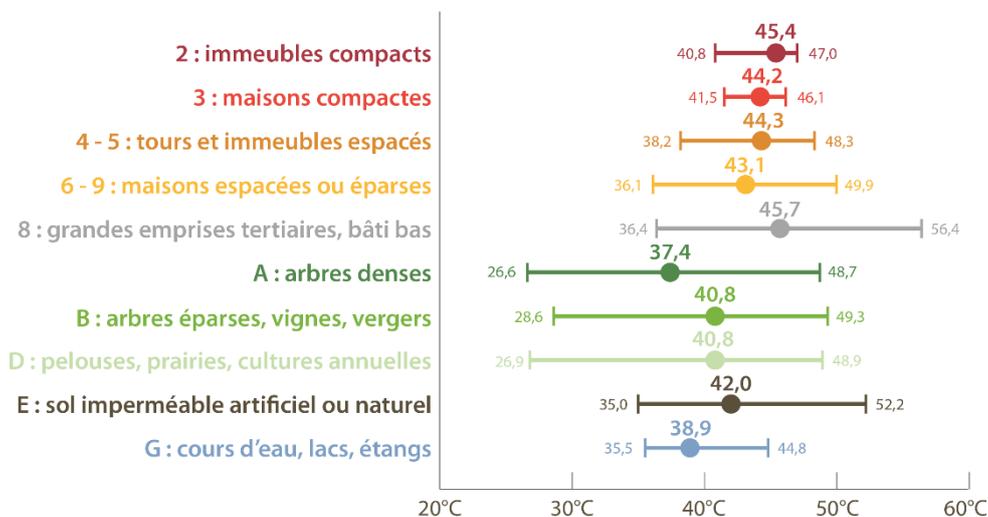
Les zones présentant une morphologie urbaine et d'occupation du sol homogène peuvent être classifiées en différentes zones climatiques locales (*Local Climate Zone* : LCZ d'après © Stewart et Oke, 2012) qui possèdent un comportement climatique spécifique et homogène. La classification retenue est une base de référence à la vulnérabilité de surchauffe urbaine et repose sur une description en 17 classes : 10 classes « bâties » et 7 classes « non bâties ».

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.

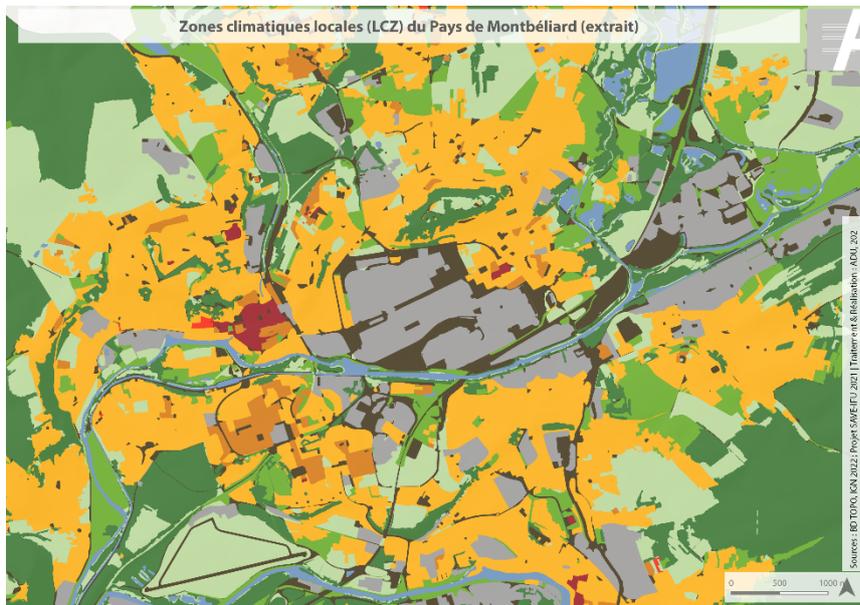


Pays de Montbéliard - 24 juillet 2022 à 10h
températures de surfaces moyennes par LCZ
températures minimales et maximales

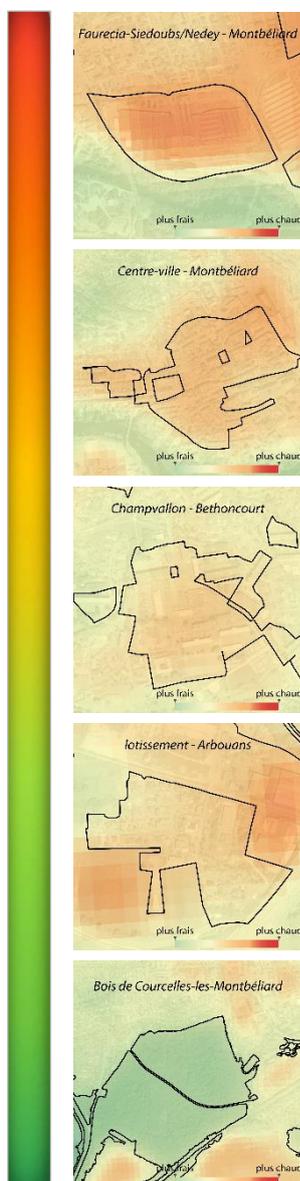


sources : projet SAVE-IFU 2021, image Landast 8 juillet 2022, réalisation ADU 2022





- LCZ urbanisées**
- 2 - immeubles compacts
 - 3 - maisons compactes
 - 4-5 - tours et immeubles espacés
 - 6-9 - maisons espacées et éparées
 - 8 - grandes emprises tertiaires - bâti bas
- LCZ non urbanisées**
- A - arbres denses
 - B - arbres éparés, vignes, vergers
 - D - pelouses, prairie, cultures annuelles
 - E - sol imperméable artificiel ou naturel (roche nue, carrière),
 - G - cours d'eau, lac, étang



Les grandes emprises tertiaires et bâti bas ont la température de surface moyenne la plus élevée (45,7°C le 24 juillet). Cette catégorie représente 956 ha et accueille de nombreux emplois et consommateurs.

Les sols imperméables artificiels ou naturels correspondent le plus souvent aux parkings et la voirie (907 ha). Ils accentuent les effets de surchauffe des zones d'activités, zones commerciales et grandes emprises industrielles.

Les immeubles et maisons compactes sont les secteurs de logements les plus sensibles à la surchauffe urbaine. Peu étendus, ils sont essentiellement situés dans les centres-villes de Montbéliard et Audincourt.

Les tours et immeubles espacés correspondent essentiellement aux grands quartiers d'habitat social. Les températures moyennes de surface peuvent être assez élevées (27,6°C le 20 mai ; 44,3°C le 24 juillet), mais la présence de végétation en particulier de grands arbres dans les quartiers les plus anciens offre quelques îlots de fraîcheur.

Parmi les zones climatiques urbanisées définies, **les maisons espacées et éparées ont les surfaces les moins chaudes** (43,1°C en moyenne le 24 juillet). C'est aussi la forme urbaine la plus présente dans l'agglomération (4 622 ha).

Les forêts couvrent la moitié de la surface du territoire et sont les secteurs les plus frais : 20°C en moyenne le 20 mai et 37,4°C le 24 juillet. Les zones urbaines sont également organisées autour de 10 principaux **cours d'eau** qui sont de véritables « climatiseurs », d'autant plus s'ils sont bordés de ripisylves. Enfin, plusieurs grands parcs urbains offrent des îlots de fraîcheur.



Comment lutter contre la surchauffe urbaine ? Quelques pistes d'actions

Des solutions variées aux bénéfices multiples



Augmenter l'évaporation



Limiter l'absorption et le stockage de chaleur



Eviter le piégeage du rayonnement



Favoriser la circulation de l'air



Réduire les dégagements de chaleur

SOLUTIONS

les solutions basées sur la nature



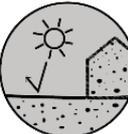

Solutions vertes

Développement de toutes les strates de végétation dans la ville dense, dans le périurbain ainsi qu'à l'échelle des bâtiments.

Solutions bleues

Augmentation de la présence de l'eau en ville sous toutes ses formes : plans d'eau, cours d'eau, fontaines, vaporisation, zones humides...

les solutions techniques et urbaines



Solutions grises

Choix des matériaux mis en oeuvre dans l'espace urbain : sols, mais aussi façades et toitures.
Choix de conception des formes urbaines et architecturales favorisant la ventilation et limitant le piégeage.

les solutions liées aux comportements



Solutions douces

Optimisation de l'organisation urbaine pour limiter les déplacements motorisés, choix techniques réduisant les apports de chaleur liés aux activités humaines.



Abres et formes urbaines adaptées permettent également de fournir l'**ombrage** dont on manque souvent en ville

source : AURM / AFUT Sud-Alsace d'après les travaux de l'ADEME et du CEREMA / réalisation ADU, 2023

Pour aller plus loin

Guide ADEME – CEREMA : « **Rafrâchir les villes, des solutions variées** », Ademe - Cerema, mars 2021 : <https://bibliothèque.ademe.fr/cadic/5604/recueil-rafraichissement-urbain-011441.pdf>.

Un outil d'aide à la décision proposé par l'Ademe pour des solutions de rafraîchissement pérennes et durables par type d'espace. Des fiches techniques sont également proposées : <https://plusfraichemaville.fr/>

Les pistes d'actions s'appliquent à plusieurs échelles : territoire, espace urbain, quartier, bâtiment. Par ailleurs, **les co-bénéfices des solutions de rafraîchissement sont nombreux** comme par exemple l'amélioration de la biodiversité, la gestion des eaux pluviales, la qualité urbaine et paysagère, l'amélioration du cadre de vie et des usages de l'espace public, la santé des habitants et leur confort thermique, acoustique et visuel, ...

Des opportunités de financement pour les projets : <https://www.ecologie.gouv.fr/fonds-vert>

Les solutions de rafraîchissement s'inscrivent dans la planification écologique du gouvernement et peuvent être en partie financées si elles répondent aux mesures du **Fonds Vert** pour l'accélération de la transition écologique dans les territoires 2023-2025.

Le fonds de renaturation des villes (axe 2 : adapter les territoires au changement climatique) finance des solutions d'adaptation fondées sur la présence de la nature en ville : renaturation des sols et espaces urbains, présence de l'eau en ville, végétalisation des bâtiments et équipements publics.

D'autres actions concourant au rafraîchissement peuvent être financées, comme la rénovation bioclimatique des bâtiments publics (axe 1), l'accompagnement au co-voiturage ou le recyclage des friches (axe 3).

8

Les centres-villes, secteurs les plus sensibles à la chaleur

Sur des espaces réduits, les centres-villes sont très fréquentés et la population exposée à la chaleur plus nombreuse. Les centres villes de Montbéliard et Audincourt constituent les secteurs les plus chauds de l'agglomération. Ils cumulent des formes bâties denses, des espaces minéralisés et un fort trafic automobile. En 2022, à Montbéliard, de fortes chaleurs ont été mesurées dès le 20 mai avec 31.1°C et le 04 août une température maximale de 38.7°C a été atteinte.

La vulnérabilité des habitants risque de s'accroître sous l'effet combiné du vieillissement de la population et du retour en ville des personnes âgées souhaitant se rapprocher des services et commerces.

La stratégie d'adaptation des centres-villes s'avère primordiale alors que l'objectif porté par le Schéma de Cohérence Territoriale de l'agglomération est de favoriser le retour d'habitants et d'emplois dans les centres.

Ces phénomènes de surchauffe concernent également les centres bourgs des communes plus rurales. Les politiques de revitalisation, comme par exemple « Petite Ville de Demain », peuvent être une opportunité pour intégrer la nature dans les projets urbains comme solution de rafraîchissement.

Des pistes d'actions

- Les deux centres, en bordure de rivière, ont un rapport à l'eau historique qui peut être retrouvé pour participer au rafraîchissement comme à l'attractivité urbaine. La présence de l'Allan et du Doubs constitue un atout majeur à valoriser en améliorant l'accès à leurs berges.
- Réduire la circulation des véhicules à moteur thermique en développant les modes alternatifs, notamment les modes doux.
- Rendre accessibles les squares et parcs urbains, îlots de fraîcheur pour tous les habitants des centres.
- Créer davantage d'îlots de fraîcheur lors du réaménagement des places, en désimperméabilisant et en végétalisant une partie de l'espace public.

De multiples facteurs qui accentuent la chaleur



Poids du cœur d'agglomération (Montbéliard-Audincourt-Sochaux) dans le SCoT

Part de la population	Part des emplois	Part des Equipements
31%	53%	42%

Source : Insee, 2019

Des solutions bleues : La place de l'eau en ville, élément identitaire



Des solutions douces : lutter contre la chaleur anthropique, réduire la chaussée



Des solutions vertes : désimperméabiliser, planter des arbres



Les zones d'activités économiques et commerciales, les parkings : des « points noirs » de la surchauffe urbaine

Agglomération très industrialisée, le Pays de Montbéliard accueille de nombreux bâtiments de production et de commerce insérés dans le tissu urbain. Ces bâtiments, entourés de zones de stationnement imperméabilisées sont les plus chauds. Ils concentrent également de nombreux salariés ou consommateurs qui sont directement impactés la surchauffe.

Leur regroupement des bâtiments sous formes de zones en font des espaces propices aux effets de chaleur. Les solutions de rafraîchissement peuvent être mise en œuvre à l'échelle des entreprises et des bâtiments (process industriels moins émetteurs de chaleur ; intervention sur les matériaux de toitures...), mais aussi sur les zones de stationnement (dés- imperméabilisation, végétalisation, ombrières photovoltaïques...).

En traitant seulement 2% de ces surfaces, une grande partie des impacts peuvent être atténués.

Un cumul des facteurs qui accentuent l'effet de chaleur



Végétalisation de parking



Parking perméable



Pistes d'actions

- Désimperméabiliser les stationnements, y intégrer la gestion des eaux pluviales
- Renforcer la place de la végétation sur ces zones
- Installer des ombrières solaires sur stationnements (cf. Loi d'accélération des énergies renouvelables)
- Intervenir sur les matériaux des bâtiments et des toitures (vers des albédo forts / matériaux clairs)

Traitement de toiture



Ombrières photovoltaïques



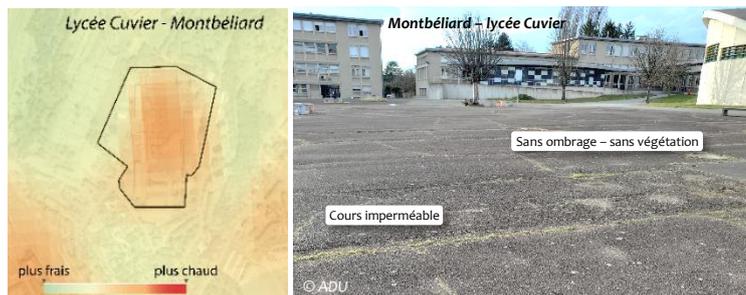
La loi d'accélération de la production d'énergie renouvelable du 10 mars 2023 impose aux parkings existants de plus de 1 500 m² de s'équiper sur au moins la moitié de leur superficie d'ombrières photovoltaïques ainsi que de revêtements de surface, d'aménagements hydrauliques ou de dispositifs végétalisés favorisant la perméabilité et l'infiltration des eaux pluviales ou leur évaporation.

Les équipements accueillant des publics sensibles localement très chauds

Les crèches, écoles, collèges, lycées, hébergements de personnes âgées, établissements de soins, accueillent des publics vulnérables aux effets de chaleur. Ces équipements, situés en zone urbaine, généralement très minéralisés à leurs abords et dont les bâtiments sont souvent peu ou mal isolés, constituent des secteurs à forts enjeux.

Lorsque ces établissements sont publics, les capacités d'action pour améliorer leur confort sont relativement faciles à mettre en place. Il s'agit très souvent d'intervention de rénovation énergétique des bâtiments, couplées avec le réaménagement des espaces extérieurs. Ces actions bénéficient actuellement d'un niveau de subventions publiques élevées facilitant l'intervention des collectivités (cf. Fonds Vert).

Cours imperméable et sans arbre, un îlot de chaleur au lycée Cuvier



Travaux d'élèves pour désimperméabiliser la cours avec l'appui du CAUE



Pistes d'actions

- > Désimperméabiliser et planter les cours d'école
- > Désimperméabiliser et planter les abords des hébergements pour personnes âgées
- > Identifier les zones de fraîcheur à proximité des hébergements ; les rendre accessibles

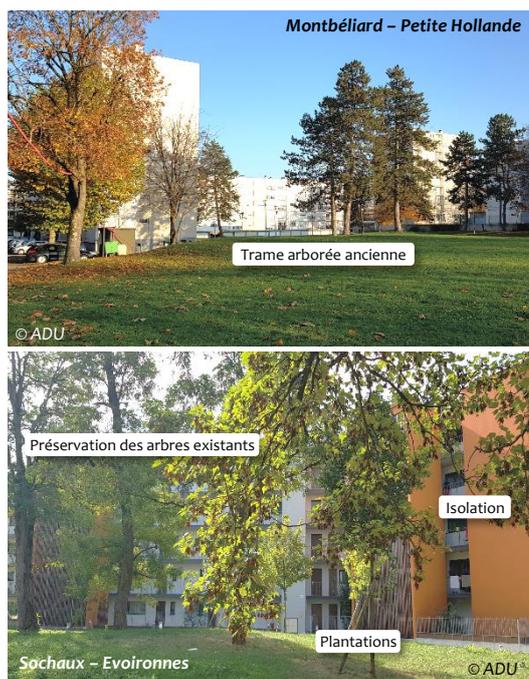
Des îlots de fraîcheur dans les quartiers d'habitat social

Les quartiers d'habitat social de l'agglomération peuvent localement être très chauds (voiries, stationnements). Les immeubles avec peu d'emprise au sol et surtout la présence de végétation, composée très souvent de grands arbres anciens, permet des îlots de fraîcheur.

Cet atout a particulièrement été mis en avant pendant la période de confinement du printemps 2020 où les habitants en appartement ont pu bénéficier d'espaces végétalisés plus frais au pied de leur logement.

Dans le cadre des opérations, la conservation de la trame arborée des quartiers doit être préservée au maximum.

Des facteurs favorisant des îlots de fraîcheur à préserver



En résumé

- > Dans une société vieillissante, de plus en plus vulnérable à des effets de chaleur qui s'amplifient et se multiplient, l'adaptation au changement climatique devient un enjeu pour les collectivités.
- > Le Pays de Montbéliard connaît des phénomènes de surchauffe urbaine comme des agglomérations de taille plus importante.
- > Les centres-villes, peu étendus, sont très fréquentés et sont des lieux d'importante exposition des populations aux effets de chaleur.
- > En dehors des centres, les zones d'activités, les zones commerciales, les grands bâtiments industriels et les parkings sont les espaces les plus chauds.
- > Les établissements recevant des publics sensibles sont parfois très chauds, en particulier les établissements scolaires et notamment leurs cours.
- > Les mesures du fonds vert gouvernemental offrent des facilités de mise en œuvre concrète d'actions de renaturation et de végétalisation des espaces publics et bâtiments.
- > La conception architecturale et urbaine et les aménagements des espaces publics évolue également pour améliorer le confort d'usage de la ville au sens large.
- > Les solutions de rafraîchissements peuvent être mises en œuvre à toutes les échelles.
- > Les zones urbanisées de l'agglomération de Montbéliard pourront progressivement s'adapter au fil des réaménagements et rénovations. Les co-bénéfices des solutions de rafraîchissement sont nombreux.
- > La définition d'une stratégie opérationnelle articulée avec le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) et les politiques publiques thématiques (gestion du cycle de l'eau, plan de mobilité, schéma des pistes cyclables, Programme Local de l'Habitat) est essentielle pour guider les interventions en veillant à les concilier avec d'autres usages de la ville.

Ce document a été réalisé avec le concours de :

Patricia Dubois,
ADEME

Julita Diallo-Dudek et Yves Richard,
Université de Bourgogne

Anne-Laure Benoit,
PMA

