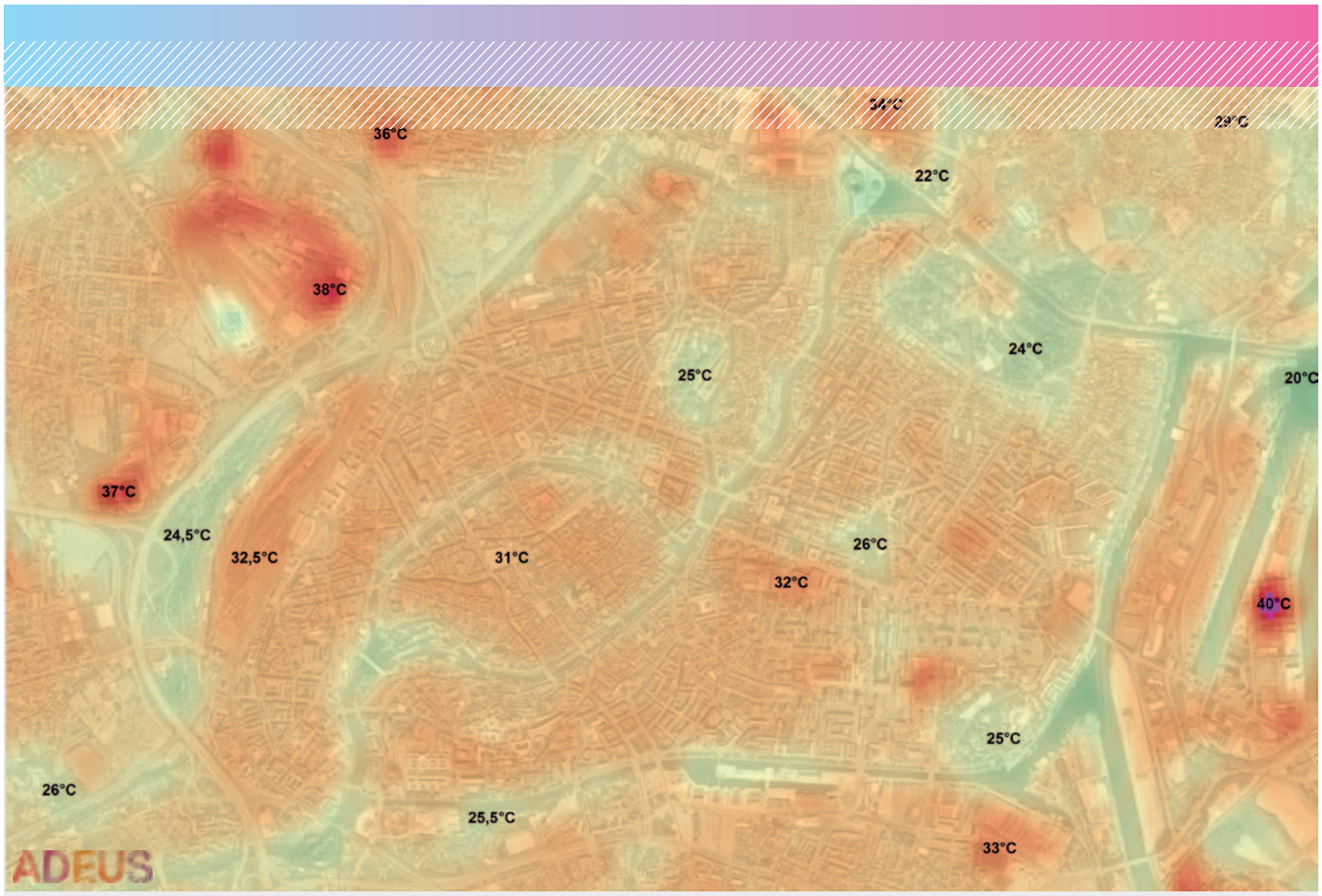
L'Agence
de Développement
et d'Urbanisme
de l'Agglomération
Strasbourgeoise

LES ÎLOTS DE FRAÎCHEUR DANS LA VILLE

140
NOVEMBRE 2014

ENVIRONNEMENT



Le phénomène d'urbanisation qui a marqué ces dernières décennies (imperméabilisation des sols, expansion des zones urbanisées...) a induit des évolutions fortes sur le cadre de vie. Les villes sont exposées à un micro-climat, où les températures près du sol sont généralement plus chaudes dans le centre qu'en périphérie. Ce phénomène, appelé îlot de chaleur urbain, apparaît par le remplacement des sols végétalisés et perméables par des bâtiments et des revêtements imperméables qui stockent la chaleur dans les matériaux à forte inertie thermique et, est renforcé par les activités humaines génératrices de chaleur.

Accueillant populations, infrastructures et biens matériels, les villes sont sensibles aux aléas climatiques (canicules, sécheresses, fortes précipitations...) et le réchauffement des températures déjà observé en plaine d'Alsace pointe une vulnérabilité particulière.

La végétation comme outil d'adaptation, tant au micro-climat urbain qu'au changement climatique, offre des perspectives qui dépassent le simple effet paysager.

C'est dans cette perspective que l'exploitation d'une image satellite Landsat a été amorcée afin de mettre en évidence la présence d'îlots de fraîcheur dans le micro-climat urbain de l'agglomération strasbourgeoise et des communes du SCOTERS. Ces lieux, constitués de parcs ou de berges des rivières offrent un confort thermique aux habitants, notamment en période de canicule.

Contrairement aux espaces imperméabilisés, les espaces végétalisés et en eau présentent une température de surface plus fraîche et pourraient ainsi contribuer à réduire le phénomène d'îlot de chaleur.

L'îlot de chaleur urbain (ICU) est lié à l'occupation du sol

L'analyse de l'image satellite Landsat du 14 juillet 2013 montre une corrélation très forte entre l'occupation du sol et les écarts de température de surface observés. Ces températures, plus ou moins élevées, mettent en exergue des surfaces fortement génératrices d'îlot de chaleur et celles qui se maintiennent à une température plus fraîche.

Les images obtenues montrent que les surfaces imperméables jouent un rôle prépondérant dans l'intensité de l'ICU, alors qu'à l'inverse, les zones arborées et les surfaces en eau maintiennent des températures plus fraîches. Or, la température de surface contribue fortement au confort estival et à la température ressentie par l'individu.

Les sols imperméables sont fortement générateurs d'ICU

L'îlot de chaleur urbaine (ICU) désigne l'élévation des températures enregistrées en milieu urbain par rapport aux zones périphériques et naturelles. La nuit, cet effet est encore plus marqué. L'air et les espaces qui ont surchauffé en journée sont longs à refroidir.

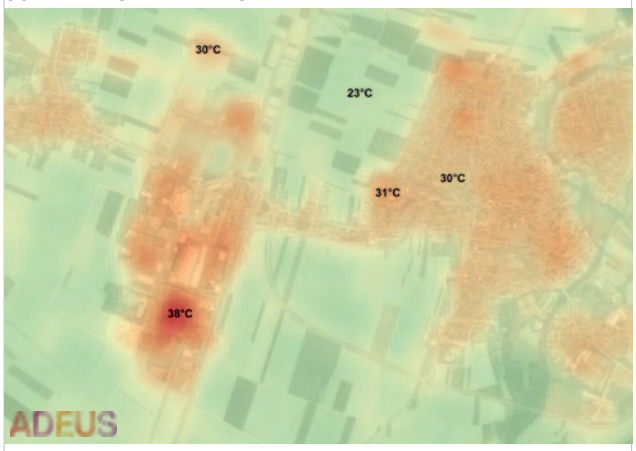
Les zones qui présentent des surfaces bitumées et des toitures très importantes montrent, de manière récurrente, de très forts écarts de plus de 10°C avec les espaces naturels alentour. On le distingue ici à Erstein-Gare et à Strasbourg : les surfaces liées à la zone d'activités sont surchauffées, tandis que le tissu pavillonnaire du village s'échauffe plus modérément. La différence de chaleur de surface entre une zone d'activités et une zone naturelle périphérique peut atteindre 17°C.

Les espaces publics contribuent au confort estival des populations

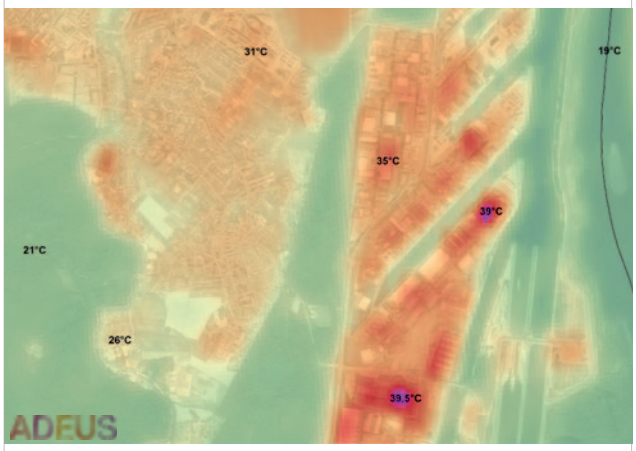
L'image ci-contre montre que différents types d'espaces publics créent des situations contrastées.

Pour le secteur de Cronenbourg-Rotonde, une zone de surchauffe à 36°C apparaît au-dessus des installations sportives, liée aux matériaux très minéraux accumulant la chaleur (bitume, béton…).

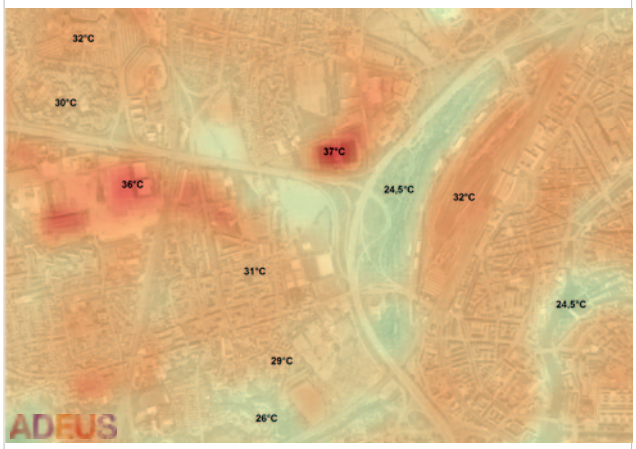
ÉCARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À BOLSENHEIM, SCHAEFFERSHEIM ET ERSTEIN



ÉCARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À STRASBOURG, ENTRE LE QUARTIER NEUHOF ET LE PORT



ÉCARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À STRASBOURG, DE PART ET D'AUTRE DE L'AUTOROUTE A351



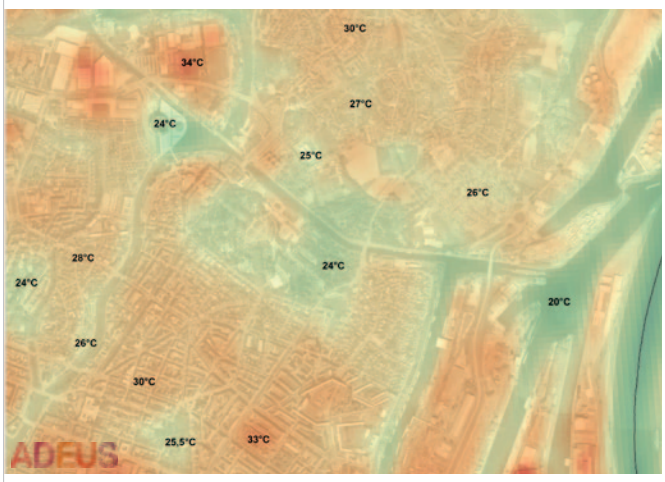
Sources : Thermographie ADEUS, Septembre 2014
USGS Landsat 8, 14 juillet 2013 - BD Ortho IGN, 2011

Pour le secteur de Koenigshoffen-Charmille se distingue une zone presque conforme à la température annoncée par Météo France ce jour là, liée au caractère perméable des terrains de sport et dont la surface de gazon favorise l'infiltration de l'eau de pluie. Les terrains arrosés créent un effet de fraîcheur plus important encore.

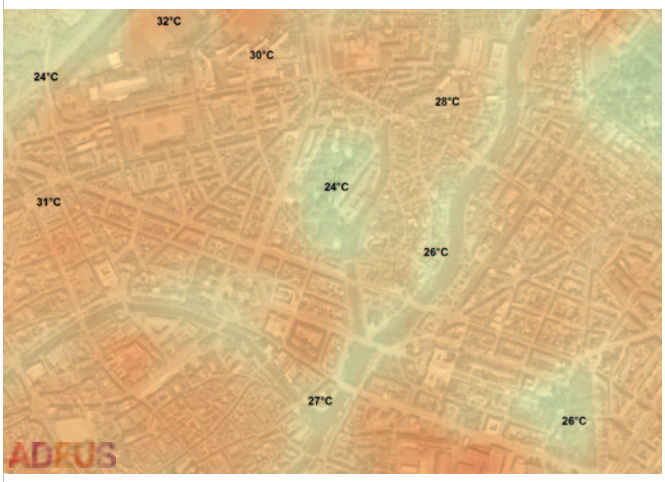
Le grand axe plus frais que le reste au centre de l'image correspond au bastion végétalisé de l'arrière gare et au parc du fossé des faux remparts. Les températures de surface affichent une nette différence de 12°C en regard de la température sur les terrains de sport.

Dans un autre secteur à Strasbourg (ci-dessous), les parcs de l'Orangerie et du Contades montrent de réelles différences de températures de surface avec les quartiers avoisinants. Constitués de grands arbres et d'espaces très végétalisés, ils empêchent l'élévation de la température en surface et offrent une zone plus fraîche que le reste du tissu urbain (près de 5°C).

ÉCARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À STRASBOURG ORANGERIE



ÉCARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À STRASBOURG CONTADES



Sources : Thermographie ADEUS, Septembre 2014
USGS Landsat 8, 14 juillet 2013 - BD Ortho IGN, 2011

Quels sont les effets de l'îlot de chaleur urbain sur les populations ?

Ce sont les personnes âgées, isolées, précaires, les jeunes enfants, les malades et les travailleurs extérieurs qui sont potentiellement les habitants les plus sensibles aux épisodes de fortes chaleurs.
La chaleur et le rayonnement solaire sont à l'origine de la création de l'ozone (gaz issu de la dégradation des émissions polluantes liées à la combustion dans les installations de chauffage, les véhicules, etc.), irritant pour les personnes sensibles.
Ainsi, les journées ensoleillées d'été sont typiques des fortes concentrations en ozone. Cette pollution se déplace à l'extérieur des villes et peut s'accumuler dans les périphéries et en dehors des villes.

L'Alsace est particulièrement sensible à ces deux facteurs que sont les canicules et l'ozone, dans un contexte géographique où les vents sont faibles.

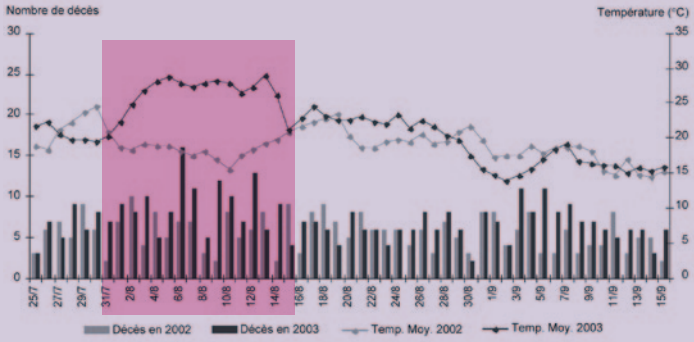
La canicule de l'été 2003 a entraîné à Strasbourg une surmortalité de 273 décès, soit une hausse de 50 % par rapport à une situation normale. Les forts niveaux de pollution à l'ozone ont constitué un facteur aggravant dans ce contexte de forte chaleur[1].

1. Source : InVS, Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France (octobre 2009).

Rappelons-nous...
Outre une température de journée très élevée (de 35 à 40°C), la canicule de l'été 2003 a été amplifiée par des températures nocturnes records (+ de 25°C) sur une période longue de deux semaines. En moyenne en France, les températures en journée ont dépassé de 2°C celles atteintes lors des trois derniers étés les plus chauds de 1976, 1983 et 1994.

Le 9 juin 2014, un record de chaleur depuis 70 ans : 37°C à Strasbourg-Entzheim soit près de 14°C d'écart à la normale et 6 journées consécutives de plus de 30°C[2].

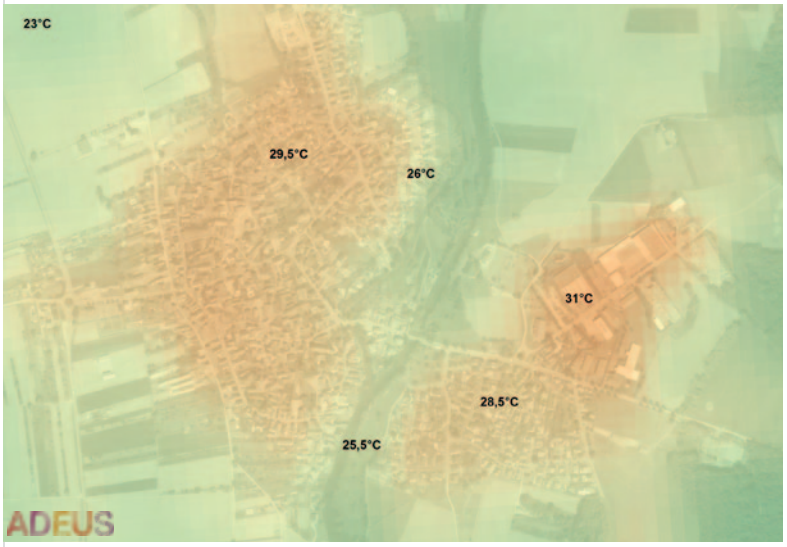
DÉCÈS JOURNALIERS AU CHU DE STRASBOURG ET TEMPÉRATURES MOYENNES ENTRE LE 25 JUILLET ET LE 15 SEPTEMBRE 2002 ET 2003



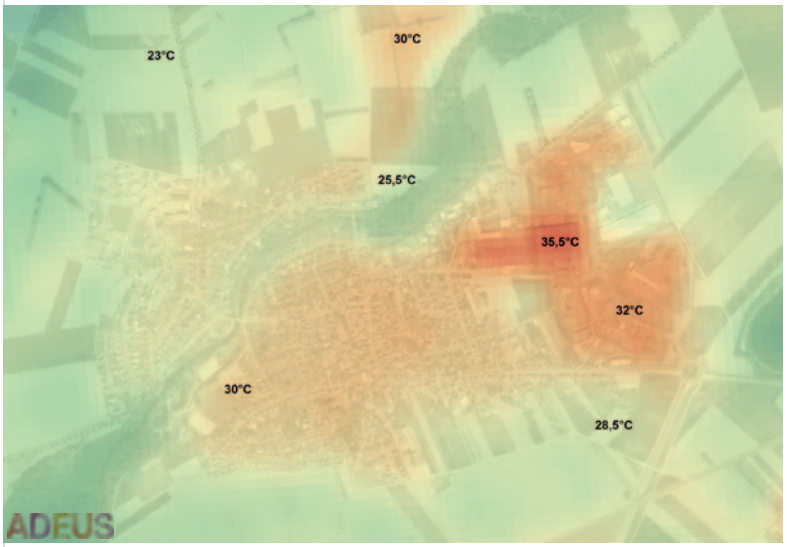
Source : InVS, Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France (octobre 2009).

2. Le Plan canicule est déclenché dans le Bas-Rhin au-dessus des seuils de 34°C en journée et 17°C la nuit, pendant 3 jours consécutifs.

ÉCARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À NORDHOUSE



ÉCARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À HOLTZHEIM



ECARTS DE TEMPÉRATURES DE SURFACE À STRASBOURG

Sources : Thermographie ADEUS, Septembre 2014
USGS Landsat 8, 14 juillet 2013 - BD Ortho IGN, 2011

Les cours d'eau et la végétation arborée créent des couloirs de fraîcheur en milieu urbain

Dans les zones proches du cours d'eau et des berges végétalisées, la température de surface reste fraîche. Le gradient de température montre un écart croissant selon l'éloignement du cours d'eau. Plus l'espace est dense et imperméable, plus la température de surface observée augmente.

Un lien s'établit entre les températures de surface et l'occupation des sols, entre les zones bâties et les non bâties. On le constate ainsi par exemple à Nordhouse au contact de l'Ill, et à Holtzheim au contact de la Bruche. Les premières habitations proches du cours d'eau sont à température proche de celle annoncée, un couloir de fraîcheur est visible le long du tracé du cours d'eau. Elles bénéficient de la proximité des surfaces végétalisées et en eau qui se réchauffent moins vite. Leur présence limite l'élévation de la température que d'autres matériaux induisent (bitume, brique, béton…) et permet de maintenir un couloir de fraîcheur dans le tissu urbain.

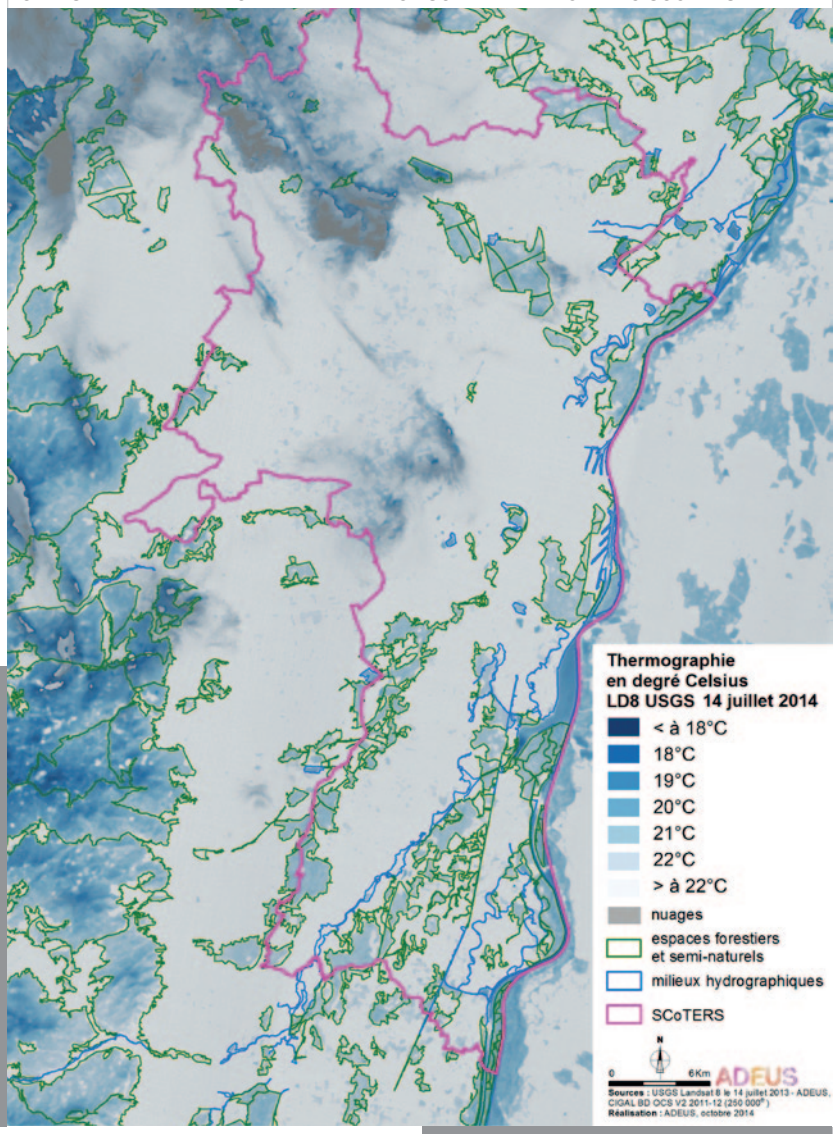
A Strasbourg, l'effet du couloir de fraîcheur que créent l'Ill et la Bruche est aussi visible. Les habitations du Sud de l'Elsau et celles proches de la gravière Gerig sont exposées à des températures plus fraîches de quelques degrés que le reste du tissu urbain. Les parcelles de culture à la Plaine des Bouchers, de même qu'à Ostwald, constituent elles aussi des zones moins chaudes.

Les milieux naturels et forestiers constituent des puits de fraîcheur

Les zones qui présentent des températures de surface inférieures à la référence correspondent aux grandes entités naturelles du territoire du SCOTERS. Les massifs forestiers rhénans, de la vallée de l'Ill, du Bruch de l'Andlau, de la Hardt, du Grittwald présentent des écarts à la température annoncée les plus marqués, de près de 2 à 3°C.

Ces grandes masses végétales continues, associées ou non à un cours d'eau, maintiennent une température de surface fraîche et constituent ainsi des puits de fraîcheur à l'échelle du territoire.

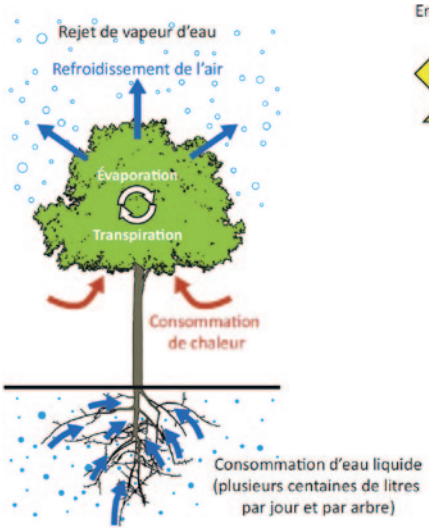
ÉCARTS A LA TEMPÉRATURE DE RÉFÉRENCE SUR LE TERRITOIRE DU SCOTERS

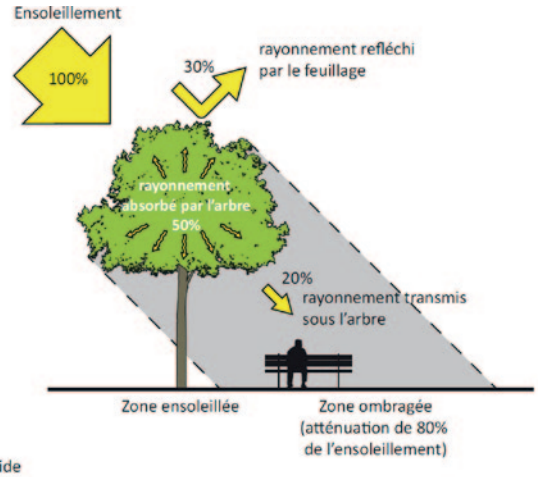


Comment le végétal refroidit-il l'air ?

L'évaporation de l'eau retenue dans le sol et interceptée par le feuillage des plantes, ainsi que la transpiration des plantes sont à l'origine d'un effet qualifié d'oasis. L'énergie prélevée participe au refroidissement de l'environnement, tout en générant une source d'humidité locale et améliorant le ressenti thermique.

La végétation arborée joue un rôle supplémentaire en interceptant une partie du rayonnement solaire incident en journée, créant des effets d'ombrage sur les surfaces artificielles alentour qui limitent leur réchauffement.





Source : Atelier Parisien Urbanisme (2012)

Le rôle du végétal dans le confort estival

La végétation améliore le confort des populations et abaisse les températures lors des vagues de chaleur, particulièrement en intra-urbain dense où le phénomène d'îlot de chaleur est fort.

Le végétal comme outil d'adaptation au micro-climat urbain

Bientôt le climat de Lyon à Strasbourg

En 60 ans en Alsace, la température a globalement augmenté : une hausse de 15 à 20 jours par an dont la température excède les 25°C a été enregistrée. En 2007, la température moyenne à Strasbourg était 1,5°C plus élevée qu'en 1930.

La température moyenne à Strasbourg se situe aujourd'hui à un niveau comparable à celle de Lyon au milieu du XXe siècle.

Les scénarios climatiques projettent une hausse du nombre de jours dont la température excède les 30°C, des canicules et du temps passé en état de sécheresse, des vagues de chaleur plus fréquentes et plus longues.
Ce réchauffement global est susceptible d'être amplifié dans le cœur des villes, faisant des îlots de fraîcheur un enjeu primordial dans l'adaptation des villes aux fortes chaleurs.

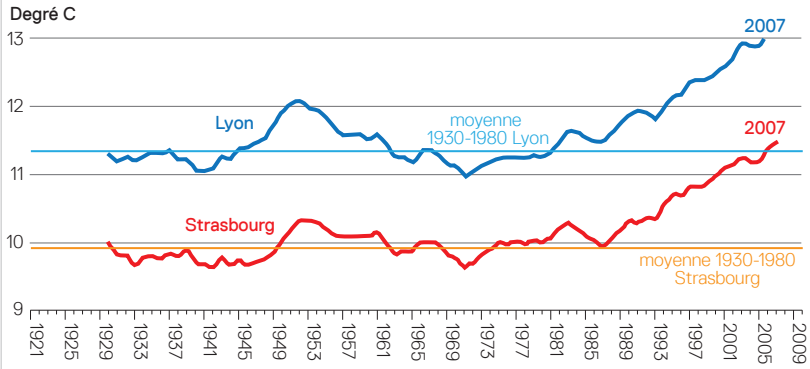
Le végétal en ville améliore la qualité du cadre de vie...

Augmenter la couverture végétale au sol permet de rafraîchir plus efficacement les rues. Cet effet de rafraîchissement est d'autant plus efficace si la surface végétalisée est importante et si la proportion d'arbres est élevée. Selon les stratégies, on peut obtenir une baisse de 0,5°C à 2°C, et la combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement[1].

Des projets d'aménagement urbain, expérimentent comme celui d'Euromed à Marseille, aujourd'hui des mesures de végétalisation « sans regret », qui agissent sur des besoins multiples (par ex. effets de rafraichissement estival, diminution de la consommation énergétique en situation de canicule et régulation des volumes d'eau ruisselés en surface).

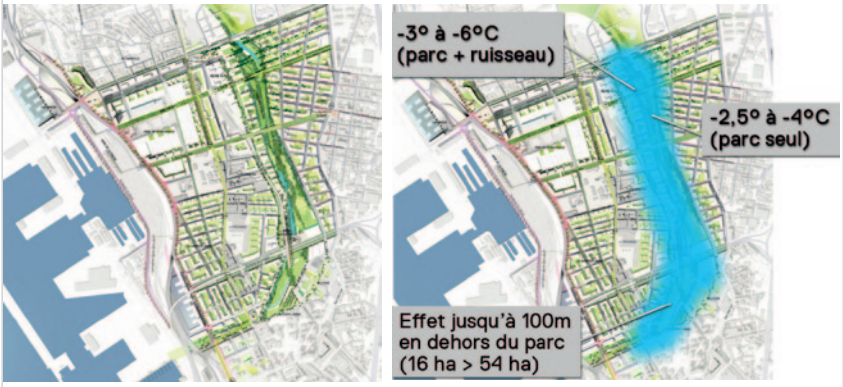
1. Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville, C. De Munck, 2013.

ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE DE STRASBOURG COMPARÉE À CELLE DE LYON



Source : Météo France

EFFETS DU PARC URBAIN PROJET EUROMED 2



Source : Météo France 2013

Le végétal joue aussi un rôle en ville dans la qualité de l'air

Les espaces verts (et/ou aquatiques) inhibent la formation du dôme de pollution et assurent un assainissement de l'air urbain lorsqu'ils sont répartis de manière homogène dans la ville et présentent une certaine superficie. Les « meilleurs » espaces verts sont ceux qui présentent des structures diversifiées et une grande part de grands arbres feuillus.

Source : R. Carbiener, 1982

… et réduit la vulnérabilité des populations sensibles

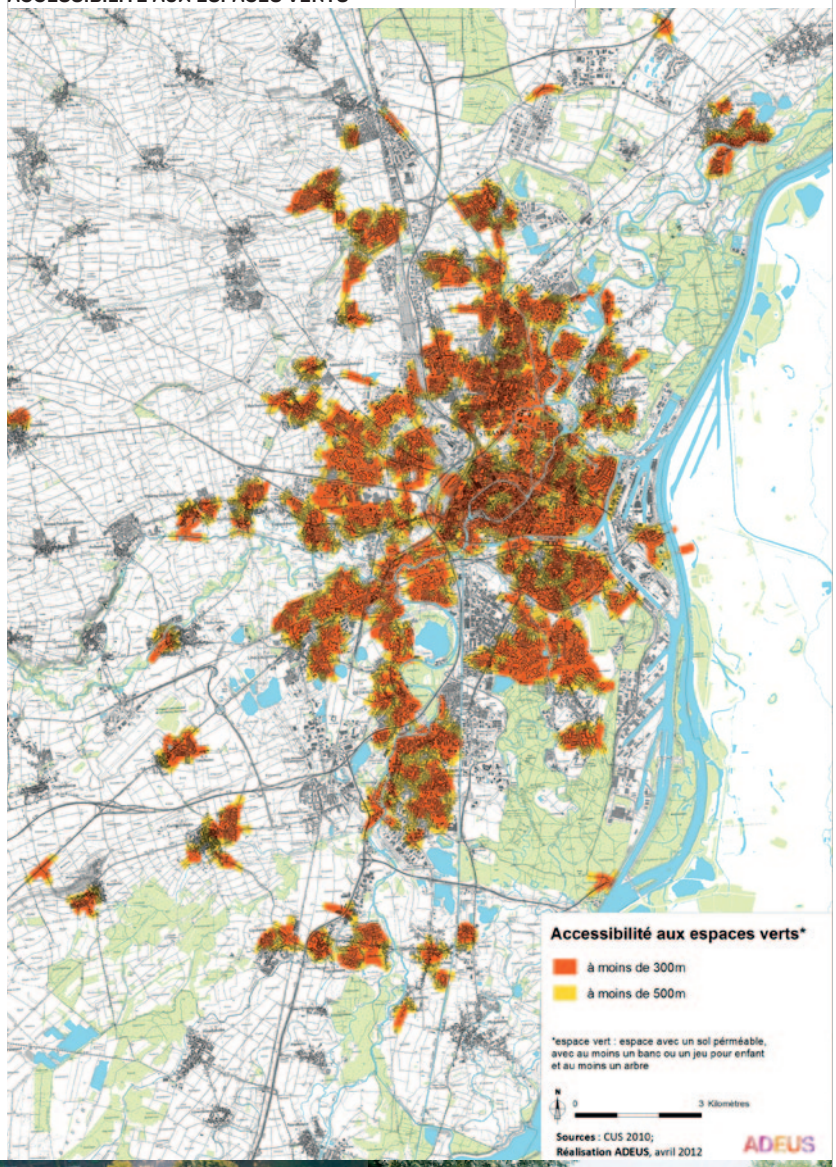
Les parcs et jardins contribuent au confort estival en offrant des espaces de fraîcheur. Aujourd'hui dans la CUS, 84 % de la population ont accès à un espace « vert » dans un rayon de moins de 500 mètres à pied et 53 % dans un rayon de moins de 300 mètres.

Ces espaces sont particulièrement importants pour les populations sensibles aux fortes chaleurs. Par exemple, l'EPAHD Besthesda situé à côté du parc des Contades offre une zone de fraîcheur directement accessible.

La végétation urbaine abaisse la demande énergétique en été

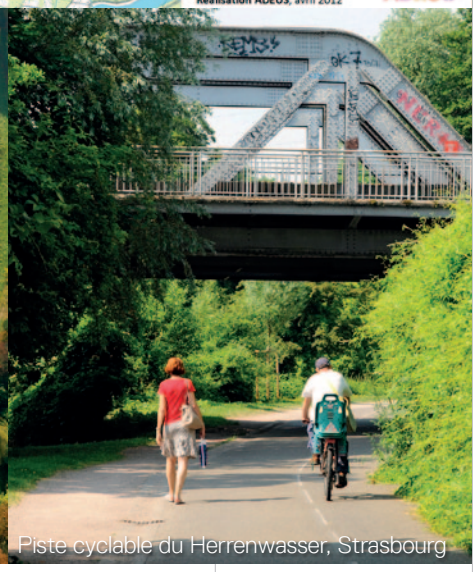
Cumulées, les stratégies de verdissement ont des effets bénéfiques potentiels sur les températures ressenties dans les rues en été. Elles permettent ainsi d'abaisser les zones surchauffées en journée et de compenser le réchauffement extérieur (+ 0,25 à + 2 °C) lié à l'usage de la climatisation fortement consommatrice d'énergie et qui s'intensifie en épisode de fortes chaleurs (C. De Munck, 2013).

ACCESSIBILITÉ AUX ESPACES VERTS



Façade végétalisée, Quartier de la Gare, Strasbourg

Jardins familiaux « Breitlach », Stockfeld, Strasbourg


Piste cyclable du Herrenwasser, Strasbourg

Pour aller plus loin

La compréhension des ICU permet d'affiner la connaissance du fonctionnement climatique et énergétique de la ville. Les avantages et les bienfaits apportés par les espaces végétalisés en milieu urbain sont nombreux. Ses fonctions polyvalentes inscrivent la ville dans un usage plus efficient de ses ressources.

Accélérer le processus de végétalisation

Le changement climatique est susceptible d'intensifier les évènements affectant négativement les territoires en amplifiant des problèmes déjà existants. Dans la perspective de l'augmentation des journées de chaleurs et de la tendance au vieillissement de la population, la présence du végétal dans le tissu bâti est une des réponses à la vulnérabilité du système urbain.
La stratégie de végétalisation participe à la qualité du cadre de vie, en accompagnement de la densité urbaine recherchée. Elle consiste, par exemple, en la préservation du patrimoine végétal existant, la poursuite de l'effort par l'application de coefficient de végétalisation selon la typomorphologie du bâti, ou encore en l'accessibilité des établissements sensibles à un îlot de fraîcheur. La qualité et la pérennité des plantations participent à cette stratégie, les ressources végétales subissant elles-mêmes des pressions liées à leur localisation (parc, voirie...), mais également à la pollution de l'air.

Aujourd'hui dans les documents d'urbanisme

Le SCOTERS intègre des orientations qui vont dans le sens de la préservation des grands corridors de fraîcheur liés aux vallées et aux massifs forestiers, et répond à la préservation des couloirs de rafraichissement qu'offrent les cours d'eau. A l'échelle des communes, différents articles des règlements de zonage des PLU précisent les modalités d'insertion du végétal, du ratio de pleine terre, de l'usage des plantations existantes.

Bibliographie

APUR 2012, *Les îlots de chaleur urbains à Paris Cahier 1*, Laurent Fischer Revue Géographique de l'Est, vol. 45/2 | 2005.

Thèse de Cécile de Munck (2013) *Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville*.

Schéma Régional Air Climat Energie (SRCAE) Alsace.

Cf. fiches ADEUS : Trame verte et bleue : « *Décliner une continuité écologique d'importance nationale 2/3 – Comment tirer parti des services rendus* ». http://www.adeus.org/productions/fiches-trame-verte-et-bleue-1

Conférence de Gaëtan Cherix : Une stratégie énergétique à l'échelle d'un territoire urbain - Actes et vidéo http://www.adeus.org/evenements/14e-rencontre-de-ladeus-2

Méthode utilisée : exploitation d'images satellitaires

La bande thermique infra-rouge d'une image satellitaire (Landsat 8, image du 14 juillet 2013) a été transformée en données de température. Elle permet de mesurer la chaleur émise par la surface, sans prendre en compte les facteurs perturbants (gaz, vent...). On obtient ainsi des nuances de températures de surface sur le territoire que l'on compare avec l'occupation du sol actuelle.
On observe alors des écarts selon l'occupation des sols des espaces urbanisés ou naturels et des écarts par rapport à la température annoncée ce jour-là par Météo France (22°C).
NB : la météo du 14 juillet 2013 correspond à une journée de temps clair, avec peu de vent et des températures conformes à la normale.

Une note méthodologique Landsat est à paraître.

L'Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise

Directrice de publication : **Anne Pons, Directrice générale de l'ADEUS**
Equipe projet : **Valentine Ruff** (chef de projet), **Camille Massé** (responsable de livrable), **Stéphane Martin, Pierre de Cadenet, Nathalie Griebel, Dong-Binh Nguyen,**

N° projet : **1.2.4.4** - Photo et mise en page : **Jean Isenmann**

© ADEUS - Numéro ISSN 2109-0149
Notes et actualités de l'urbanisme sont consultables sur le site de l'ADEUS www.adeus.org