

VERS UNE CARTOGRAPHIE DES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS DANS LA MÉTROPOLE DE NICE

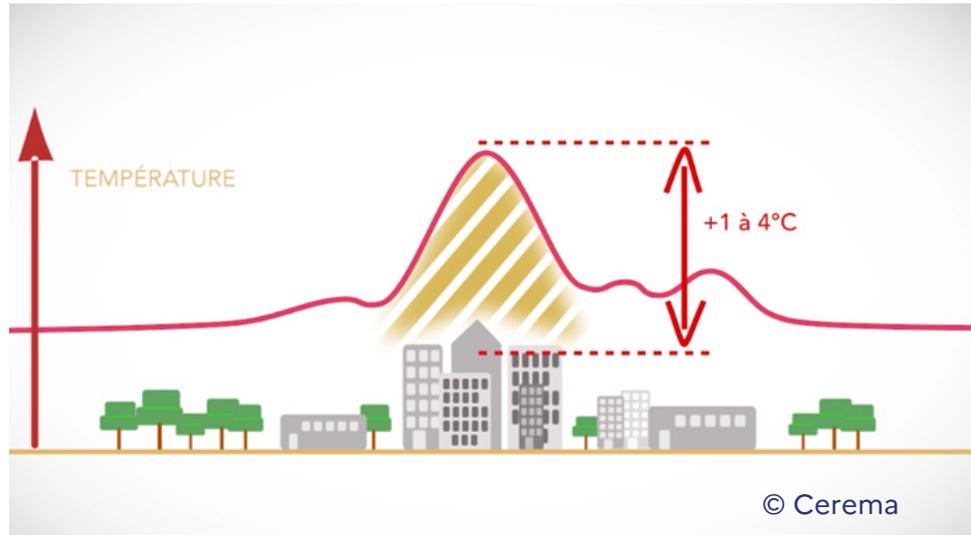


Le Cerema met en œuvre un programme d'études sur l'adaptation au changement climatique en Provence-Alpes-Côte-d'Azur, dans le cadre d'une convention partenariale avec la Région Sud : « une cop d'avance ». Dans les territoires littoraux densément peuplés de la Métropole Nice Côte d'Azur, un projet démonstrateur a été développé pour appréhender le phénomène d'îlot de chaleur urbain, susceptible d'affecter les populations. Ce projet s'est traduit par la réalisation d'un pré-diagnostic climatique, fondé sur une approche cartographique du territoire en « zones climatiques locales ».



LE PHÉNOMÈNE D'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN ET LES ENJEUX

Dans le centre des agglomérations, les températures de l'air et des sols sont plus élevées qu'en périphérie rurale, particulièrement la nuit. Cette manifestation climatique constitue le phénomène d'îlot de chaleur urbain. Son existence est liée à différents paramètres tels que la forme urbaine, l'imperméabilisation des sols, les matériaux utilisés, les activités humaines, le climat régional, etc. Le phénomène est particulièrement marqué les nuits d'été, lorsque les matériaux restituent la chaleur accumulée lors des journées ensoleillées et peu ventées.



En effet, dans un milieu urbain dense imperméable et peu végétalisé :

- les nombreux espaces imperméabilisés (sols et bâtiments) absorbent le rayonnement solaire en journée et le restituent lentement la nuit ;
- la circulation de l'air permettant de rafraîchir l'espace est réduite par la densité, la hauteur et l'orientation des bâtiments ;
- la circulation routière, la présence d'industries, le recours à la climatisation produisent de la chaleur ;
- la végétation et les sols perméables peu présents ne peuvent rafraîchir l'espace par le phénomène d'évapotranspiration et l'ombrage.

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain a des conséquences sur le confort thermique, la santé humaine et fragilise particulièrement les populations les plus vulnérables (jeunes enfants, personnes âgées, etc.). Pour autant, la densité des villes constitue un enjeu essentiel en termes de logement, de production, d'interactions sociales, de préservation de l'agriculture et de l'environnement. Il devient alors primordial de concilier densité urbaine et atténuation de l'effet d'îlot de chaleur urbain pour adapter la ville au changement climatique, réduire son impact et créer les conditions du bien-être et de la santé. Pour répondre à ces enjeux, proposer des solutions adaptées et prioriser l'action, une connaissance du phénomène devient nécessaire à l'échelle de chaque territoire.

LES MÉTHODES

Différentes méthodes sont utilisées pour caractériser le phénomène d'îlot de chaleur urbain, chacune d'entre elles comportant des avantages et des limites. Elles sont fondées sur l'exploitation de données mesurées et/ou inhérentes au territoire pour établir des cartographies du climat urbain. Les résultats obtenus peuvent alors être croisés avec des données urbaines (populations sensibles, état du bâti, etc.) pour établir un diagnostic des zones et des populations vulnérables sur lesquelles devront se concentrer les actions.

Les méthodes peuvent être regroupées en 3 catégories :

- **Les mesures de température de l'air** sont effectuées de façon ponctuelle par des capteurs fixes ou mobiles. Elles permettent de quantifier le phénomène de façon très localisée.
- **Les mesures de températures de surface** sont effectuées par interprétation du rayonnement infrarouge observé sur les images satellitaires (télé-détection). Cette méthode permet de produire une cartographie très visuelle mais doit être complétée par d'autres données car le passage du rayonnement infrarouge aux températures peut être source d'erreur. Les mesures par caméra thermique sont également utilisées pour produire des données localisées à l'échelle d'un espace public par exemple.
- **Les modèles** permettent d'évaluer le phénomène sur la base des caractéristiques du territoire (bâti, couverture au sol, matériaux, activités humaines, etc.). Certains d'entre eux consistent à combiner les mesures de température réalisées par les données de territoire pour produire des cartographies. D'autres modélisent la morphologie urbaine et l'occupation du sol pour produire des indicateurs géoclimatiques ou partitionner le territoire en zones homogènes d'un point de vue climatique (classifications géoclimatiques). Ces derniers ont l'avantage de produire une information géographique à différentes échelles au moyen de données standardisées.

LA MÉTHODE DÉPLOYÉE PAR LE CEREMA

Le Cerema travaille depuis plusieurs années à l'élaboration de méthodes combinant classification géoclimatique et mesures de température de l'air. En matière de classification, une méthode est en développement, fondée sur le concept des « Local Climate Zones (LCZ) » ou Zones Climatiques Locales.

LE CONCEPT DES ZONES CLIMATIQUES LOCALES

Le concept des LCZ publié par les chercheurs Stewart & Oke en 2012 est reconnu internationalement. Il consiste à découper un territoire urbanisé en zones uniformes du point de vue de l'occupation du sol (urbanisée ou naturelle), de la structure urbaine, des matériaux, et des activités humaines en supposant que ces zones ont un comportement climatique homogène. D'où le nom de Local Climate Zones. Ces zones peuvent s'étendre de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres de large. Stewart et Oke ont définis 17 classes de LCZ permettant de caractériser les territoires : 10 classes LCZ « bâties » et 7 classes LCZ « naturelles ». Une traduction française de ces classes est proposée en Annexe 1 du présent document.

Le Cerema a décliné le concept LCZ pour produire des méthodes s'appuyant sur l'interprétation des images satellitaires à très haute résolution spatiale et sur les bases de données disponibles à l'échelle nationale (et parfois locale).

Dans le projet démonstrateur, la méthode appliquée se déroule en **quatre** étapes :

Réalisation d'une carte d'occupation du sol (OCS) simplifiée sur la base de données standardisées

Découpage du territoire en mailles constituant des unités d'analyse

Calcul d'indicateurs morphologiques et d'occupation du sol sur chaque maille à partir de l'OCS

Classification de chaque maille du territoire en LCZ par combinaison des indicateurs calculés précédemment

Données utilisées pour MNCA : Images satellitaires THRS disponibles, UrbanAtlas (2018), Copernicus, BP TOPO (2019), RPG (2017)

LES RÉSULTATS

Dans le cadre du projet démonstrateur, la méthode LCZ du Cerema a été testée sur les communes littorales densément peuplées de MNCA : Nice, Saint-Laurent-du-Var et Cagnes-sur-Mer.

La carte produite localise les différentes classes LCZ calculées sur le territoire d'étude.

Elle constitue un pré-diagnostic climatique fondé sur l'urbain permettant de repérer les secteurs à enjeux sur lesquels affiner les analyses et prioriser les actions.

Communes de Nice, Saint-Laurent-du-Var et Cagnes-sur-Mer

Cartographie LCZ

Echelle: 1 / 80000



Source : Photo aérienne ©IGN
www.cerema.fr

Classes LCZ

 LCZ 1 = Ensemble compact de tours	 LCZ 9 = Implantation diffuse et espacée de maisons
 LCZ 2 = Ensemble compact d'immeubles	 LCZ A = Espace densément arboré
 LCZ 3 = Ensemble compact de maisons	 LCZ B = Espace arboré clairsemé
 LCZ 4 = Ensemble de tours espacées	 LCZ C = Espace végétalisé hétérogène
 LCZ 5 = Ensemble d'immeubles espacés	 LCZ D = Végétation basse
 LCZ 6 = Ensemble de maisons espacées	 LCZ E = Sol imperméable naturel ou artificiel
 LCZ 7 = Ensemble dense de constructions légères	 LCZ F = Sol nu
 LCZ 8 = Bâtiments bas de grande emprise	 LCZ G = Eau

La carte est complétée par une série de fiches disponible en annexe 3 qui présente, pour chaque classe LCZ, la définition de Stewart & Oke et l'illustration de la classe sur le territoire d'étude (photographies des typologies urbaines rencontrées, superficie couverte, indicateurs caractéristiques de la surchauffe, etc.).

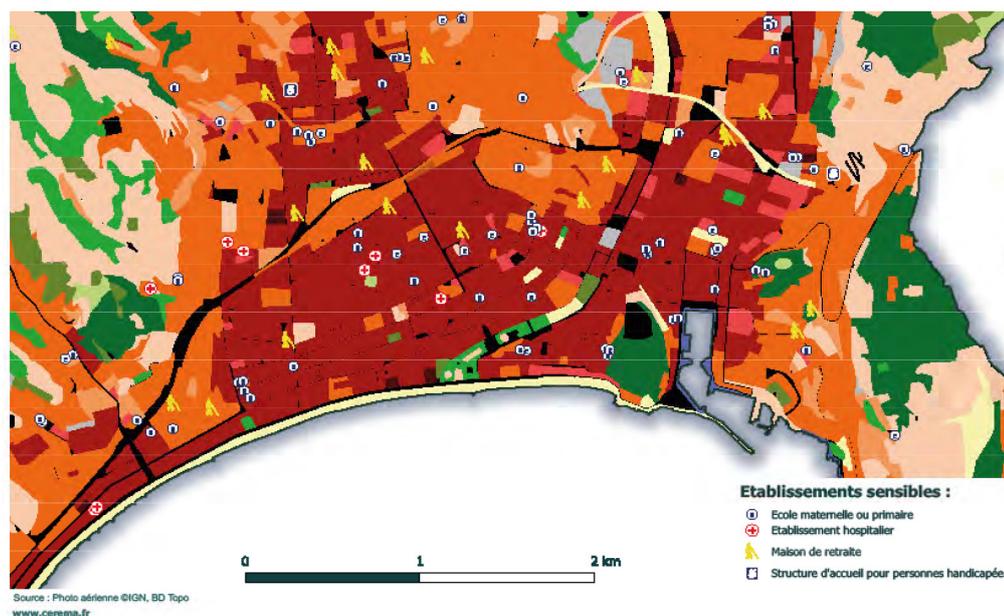
Ces fiches permettent de documenter le territoire d'étude et d'illustrer la diversité des tissus urbains.

Sur le territoire d'étude, la classe LCZ la plus encline au phénomène d'îlot de chaleur urbain est la classe LCZ 2 « ensemble compact d'immeubles ». Elle est fortement représentée dans le centre de Nice et couvre une superficie de 430 ha. A Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent-du-Var, cette classe couvre respectivement une vingtaine et une trentaine d'hectares et s'avère davantage dispersée.



De par sa morphologie urbaine (densité, hauteur du bâti, imperméabilisation), le centre de Nice est propice au phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Or, il concentre population résidente, commerces, établissements liés au tourisme, services et équipements accueillant des populations sensibles. On y recense notamment une quarantaine d'écoles maternelles et primaires, une dizaine de maisons de retraite et autant de structures hospitalières. Le centre de Nice constitue donc un enjeu fort en termes d'adaptation au changement climatique et de préservation des populations.



Un atlas cartographique est disponible en annexe 2, présentant les territoires étudiés.

VERS UNE STRATÉGIE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Différentes solutions existent pour amoindrir les effets du changement climatique en ville : végétalisation, gestion superficielle des eaux pluviales, revêtements et matériaux réfléchissant les rayons solaires, etc.

Certaines d'entre-elles contribuent également à réduire les émissions de gaz à effet de serre telles l'isolation des bâtiments, un moindre recours à la climatisation, la diminution du trafic routier, etc.

La métropole Nice-Côte-d'Azur a engagé une stratégie d'adaptation au changement climatique à travers de nombreuses démarches et études (Plan Climat-Air-Energie Territorial, Orientation d'Aménagement et de Programmation dans son PLU Métropolitain, etc.).

Dans ce contexte, la cartographie LCZ réalisée constitue une base de connaissance complémentaire pour approfondir le diagnostic :

- identifier les secteurs les plus vulnérables,
- déterminer les zones à enjeux qui pourront faire l'objet de mesures de température,
- et, in fine, prioriser les actions.



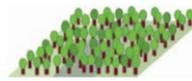
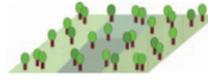
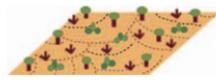
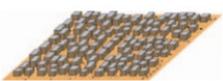
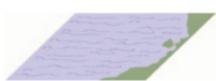
ANNEXES

LES ZONES CLIMATIQUES LOCALES : DÉFINITION



Les zones climatiques locales (LCZ)

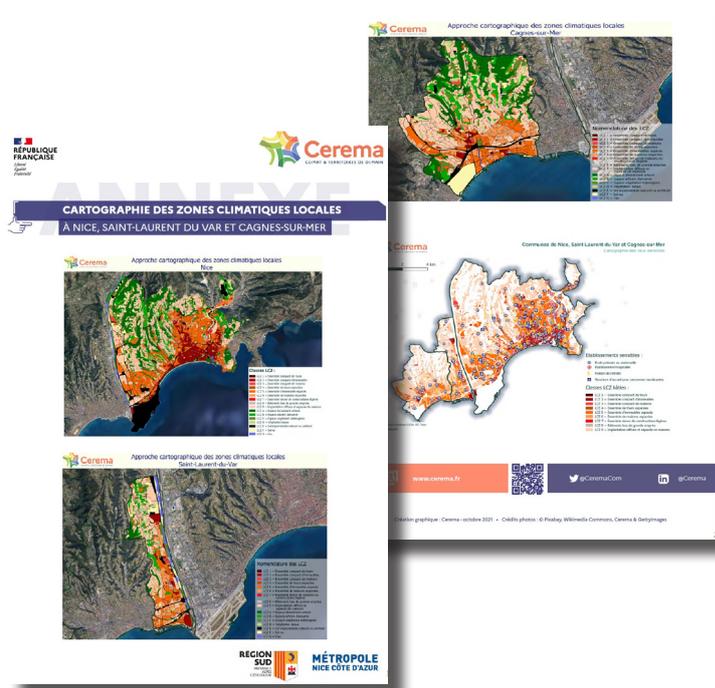
Stewart et Oke (2012) — Traduction Cerema

Classes bâties	Définitions	Classes non bâties	Définitions
1. Ensemble compact de tours 	<p>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.</p>	A. Espace densément arboré 	<p>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.</p>
2. Ensemble compact d'immeubles 	<p>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.</p>	B. Espace arboré clairsemé 	<p>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.</p>
3. Ensemble compact de maisons 	<p>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.</p>	C. Espace végétalisé hétérogène 	<p>Buissons, arbustes et ligneux espacés. Couverture du sol principalement perméable (sol nu ou sable). Fonction de la zone : maquis, agriculture.</p>
4. Ensemble de tours espacées 	<p>Tours espacées de plus de 10 étages. Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars). Matériaux de construction : béton, acier, pierre, verre.</p>	D. Végétation basse 	<p>Paysage plat composé d'herbe ou plantes herbacées, de cultures. Peu ou pas d'arbres. Fonction de la zone : prairie, agriculture, parc urbain.</p>
5. Ensemble d'immeubles espacés 	<p>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.</p>	E. Sol imperméable naturel ou artificiel 	<p>Paysage plat rocheux ou revêtu. Peu ou pas d'arbres ou de plantes. Fonction de la zone : désert naturel (roche) ou route.</p>
6. Ensemble de maisons espacées 	<p>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.</p>	F. Sol nu 	<p>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.</p>
7. Ensemble dense de maisons ou constructions légères 	<p>Mélange dense de bâtiments à un étage. Peu ou pas d'arbres. Sol principalement compacté. Matériaux de construction légers : bois, chaume, tôle ondulé, etc.</p>	G. Eau 	<p>Plans d'eau (mers, lacs, rivières, bassins, lagon).</p>
8. Bâtiments bas de grande emprise 	<p>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.</p>	10. Industrie lourde 	<p>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.</p>
9. Implantation diffuse et espacée de maisons 	<p>Bâtiments de petite ou moyenne hauteur et éloignés dans un cadre naturel ou végétalisé. Sol perméable végétalisé en abondance (plantes basses, arbres épars).</p>		

ANNEXES

2

ATLAS CARTOGRAPHIQUE



3

FICHES LCZ ILLUSTRANT LE TERRITOIRE D'ÉTUDE

LCZ 3 Ensemble compact de maisons

Références théoriques
Définition de Stewart et Oke, 2012 :

des bâtiments de faible hauteur (1 à 3 étages) regroupés le long de rues étroites. Voir du ciel. Matériaux de construction : pierre, briques, briques épaisses. Sol principalement recouvert ou composé d'arbres. Demande modérée de chauffage/cooling à modéré.

Localisation sur Nice, Saint-Laurent du Var et Cagnes-sur-Mer :
 Cette classe LCZ est présente sur une centaine d'hectares sur les trois communes. Elles correspondent globalement à des immeubles sur la rive et de faible hauteur (1 à 3 étages). Peu ou pas d'arbres. Ces immeubles sont situés dans les communes de Cagnes-sur-Mer et Saint-Laurent du Var.

LCZ 2 Ensemble compact d'immeubles

Vieux Nice

Pré-diagnostic des zones climatiques locales dans la métropole de Nice
Fiches illustrant les classes LCZ rencontrées sur le territoire d'étude

Le document suivant présente la classification des zones climatiques locales (LCZ) sous forme de fiches. Chaque fiche comporte :

- Une partie théorique reprenant les références de Stewart et Oke sur la classe LCZ considérée
- Une représentation de la classe LCZ sur les territoires désignés peuplés de la métropole de Nice que sont Nice, Saint-Laurent du Var et Cagnes-sur-Mer. En tant que projet démonstrateur, cette représentation constitue une application simplifiée des travaux de recherche de Cerema en climatologie urbaine.

La structure des fiches est présentée ci-dessous :

LCZ x	Nom de la classe LCZ de Stewart et Oke (traduction Cerema)
	Schéma de la LCZ de Stewart et Oke
	Définition de Stewart et Oke, 2012
	Traduction Cerema de la définition anglaise
	Éléments de compréhension
	Éléments de compréhension éventuels sur la classe LCZ.
	Contextualisation sur Nice, Saint-Laurent du Var et Cagnes-sur-Mer
	Description, superficie, fonctions, localisation, etc.
	Photo de l'état vu de dessus
	Photo de l'état vu à 45°

Projet démonstrateur réalisé par le Cerema dans le cadre de la convention Cerema - Région sur l'adaptation au changement climatique



Equipe projet : Aude Peyron, Christine Alpin, Romane Pauvarel, Agathe Puget
Experts associés : Dominique Hebrard, Benjamin Piccinini, Julien Bouyer



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



www.cerema.fr



 @CeremaCom



@Cerema