



HAL
open science

Entre gestion et perception des îlots de chaleur urbains : quels leviers d'actions pour les acteurs du territoire du Grand Lyon ?

Julien Naegelen

► To cite this version:

Julien Naegelen. Entre gestion et perception des îlots de chaleur urbains : quels leviers d'actions pour les acteurs du territoire du Grand Lyon ?. Architecture, aménagement de l'espace. 2016. dumas-01397562

HAL Id: dumas-01397562

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01397562>

Submitted on 16 Nov 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mémoire de recherche

Entre gestion et perception des îlots de chaleur urbains : quels leviers d'actions pour les acteurs du territoire du Grand Lyon ?

Septembre 2016

Directrice de mémoire : Aurélie ARNAUD

Master 2 Urbanisme Durable, Projet et Action Opérationnelle

Institut d'Urbanisme et d'Aménagement Régional Aix-Marseille Provence

Remerciements

J'adresse mes sincères remerciements à Aurélie ARNAUD, enseignante-chercheuse et maître de conférences à l'Institut d'Urbanisme et d'Aménagement Régional d'Aix-Marseille Provence, pour son encadrement, ses conseils, ses observations, sa disponibilité et son aide tout au long du mémoire.

Je souhaite adresser mes remerciements à Bruno CREMET, chef de projet et directeur de l'activité « urbanisme » à l'atelier Villes & Paysages, pour m'avoir apporté toute son expérience et son savoir-faire, ainsi que l'ensemble des collaborateurs de l'entreprise.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont accordé du temps pour enrichir ce mémoire : Luce PONSAR, Amandine GRANDET, ainsi que les usagers ayant répondu au questionnaire.

Sommaire

Introduction.....	7
1 LA LUTTE CONTRE LES ICU : ENTRE PRISE DE CONSCIENCE PAR LES ACTEURS DU TERRITOIRE ET RECHERCHES SCIENTIFIQUES PERFECTIBLES.....	11
1.1 L'IDENTIFICATION DES « LOCAL CLIMATE ZONE » (STEWART ET OKE, 2012), UNE MANIERE FINE D'EVALUER ET DE QUANTIFIER LE PHENOMENE D'ICU A L'EHELLE LOCALE ?	11
1.2 DES MOYENS DE LUTTE CONTRE L'ICU VERS UN CADRE DE VIE AMELIORE.....	12
1.3 LES ENJEUX, RISQUES ET DESAGREMENTS ENGENDRES PAR LA LUTTE CONTRE LES ICU...	15
1.4 EFFICACITE ET HIERARCHISATION DES MOYENS DE LUTTE COMPLEXE.....	22
2 LA CONSEQUENCE DE CETTE PRISE DE CONSCIENCE : L'IMPLICATION DE L'ACTEUR PUBLIC VERS UNE POLITIQUE D'ADAPTATION A TRAVERS DIFFERENTS OUTILS PLUS OU MOINS EFFICACES (ETUDE DE CAS DU GRAND LYON)	24
2.1 LES ACTEURS DE L'AMENAGEMENT : L'EMERGENCE D'UNE LUTTE CONTRE LE PHENOMENE D'ICU A LYON	25
2.2 LA COLLECTIVITE AFFIRME SON ROLE DE CHEF DE FILE A L'AIDE DE DIFFERENTS OUTILS, ACTIONS ET ACTEURS.....	32
2.3 COLLECTIVITE ET CITOYEN : UNE VISION D'AVENIR POUR LUTTER CONTRE L'ICU.....	41
3 LA PERCEPTION DES USAGERS DE LA ZAC DE LA BUIRE COMME OUTIL D'AIDE A LA DECISION EN MATIERE D'ACTION A MENER POUR LUTTER CONTRE L'ICU.....	46
3.1 LA ZAC DE LA BUIRE, UN PROJET URBAIN PRECURSEUR SUR L'ADAPTATION DE LA VILLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	48
3.2 LA NOTION DE LOCAL CLIMATE ZONE IDENTIFIE LE PARC DE LA BUIRE COMME UN ILOT DE FRAICHEUR.....	51
3.3 LA SCIENCE SOCIALE : CONFIRMATION ET PRECISION DE LA SENSATION DE FRAICHEUR DANS LE PARC KAPLAN.....	53
3.4 LA VOIE CITOYENNE, FORCE DE PROPOSITION A COURT TERME ET ACCEPTABLE POLITIQUEMENT.....	57
Conclusion.....	61
Bibliographie.....	63
Table des matières.....	66
Table des figures.....	70
Table des acronymes.....	72
Annexes.....	73

Introduction

« *C'était une nuit sans vent, une de ces nuits d'étuve où l'air de Paris surchauffé entre dans la poitrine comme une vapeur de four* » (Bel-Ami, 1885, Guy de Maupassant)

Le Groupement d'Expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) a prouvé que les vagues de fortes chaleurs et plus largement les événements météorologiques extrêmes viendront à s'intensifier dans le futur (IPCC, 2013).

L'existence des îlots de chaleur urbains (ICU) est désormais une certitude (Oke, 1982 ; Escourrou, 1991 ; Eliasson, 1996 ; Taha, 1997 ; Akbari et Konopacki, 2004 ; Santamouris, 2007 ; Stewart et Oke, 2012). C'est un phénomène climatique d'origine naturelle et anthropique qui est causé par l'absorption accru d'énergie solaire, l'existence de surfaces minéralisées et la géométrie urbaine.

La conséquence de l'ICU est une différence de températures entre le milieu urbain et la périphérie lointaine. Elle est de l'ordre de 5 à 10°C de plus (Annexe 1, figure 1). Ce phénomène engendre des impacts négatifs sur la santé à cause d'épisodes de canicule plus fréquents, des concentrations de polluants plus importants dans l'atmosphère. A long terme, si rien n'est fait, l'ICU peut aussi avoir des impacts sur l'attractivité de la ville en générale.

L'ICU a pour effet de ne pas réduire suffisamment les températures la nuit ce qui prolonge les vagues de canicule car la température reste élevée la nuit.

Il existe trois types d'ICU. L'ICU souterrain qui tend à faire augmenter la température du sol des zones urbaines par conduction, l'ICU de surface qui se caractérise par la différence de températures de surfaces entre les villes et les zones rurales périphériques avec des surfaces urbaines plus chaudes que celles des zones rurales, et pour finir l'ICU atmosphérique qui concerne la température de l'air (Leconte, 2014). Les trois types ICU sont en interaction à cause des échanges de chaleur et de masses.

L'ICU s'appréhende à trois échelles selon les sciences dures :

- l'échelle mésoclimatique (agglomération et de sa périphérie),
- l'échelle locale (quartiers, parcs, friches industrielles...) et
- l'échelle microclimatique (bâtiment, rue ou jardin...) (Annexe 1, figure 2) (Leconte, 2014).

L'ICU est plus fort la nuit que le jour (Renou, 1862 ; Hammon et Duenchel, 1902). En période de refroidissement nocturne, l'ICU se forme ou s'amplifie (Oke et East, 1971, Oke et Maxwell, 1974). L'heure où l'ICU est maximum se situe après le coucher du soleil (Runnalls et Oke, 2000). Le phénomène de l'ICU est très variable en fonction de la météo et des saisons. En effet, l'intensité du vent peut le faire disparaître très rapidement ou au contraire en l'absence de vent il peut durer (Sundborg, 1950).

L'ICU se forme par **augmentation du flux radiatif** à cause de la forme du canyon urbain. Le canyon urbain est « *le volume d'air compris entre le sol et la partie supérieure des bâtiments et de la végétation* » (Leconte, 2014, p.14). Le piégeage des rayons solaires dans le canyon urbain contribue à la création des ICU (Annexe 1, figure 3).

L'ICU apparaît aussi à cause de la **diminution de la convection de l'air**. Elle est principalement due à la rugosité du tissu urbain. Selon (Bouyer, 2009), cette diminution est de l'ordre de 50 à 60% et ne permet pas à la ville de s'aérer pour évacuer la chaleur.

L'augmentation du stockage thermique dans les matériaux urbains en fonction de leurs propriétés participe à l'apparition des ICU. Les matériaux possèdent des propriétés thermiques qui sont l'albédo et l'effusivité.

L'albédo se définit par la capacité d'une surface terrestre hétérogène (Bouyer, 2009) à réfléchir les rayons solaires.

L'effusivité thermique d'un matériau caractérise sa capacité à échanger de l'énergie thermique avec son environnement. De manière générale, les matériaux urbains stockent plus facilement l'énergie que les matériaux naturels lorsqu'il n'y a pas de précipitations. Le stockage de l'énergie a tendance à faire augmenter la température de surface des villes et donc la température de l'air ambiant.

La réduction de l'évapotranspiration participe à la formation des ICU car la ville est imperméable. Contrairement aux zones rurales, l'eau n'est pas stockée dans les matériaux. Par conséquent, l'eau s'évapore lentement contrairement aux zones urbaines. L'évapotranspiration importante permet de réguler la température de l'atmosphère. Ce manque de surfaces perméables a un impact sur les précipitations en ville. Il pleut moins souvent en ville qu'en zone rurale (Annexe 2, figure 4).

L'ICU est aussi formé par **l'augmentation du flux de chaleur anthropique**. La ville concentre beaucoup d'habitants qui dégagent de la chaleur, de même que les véhicules motorisés, les usines, les bâtiments, les systèmes de climatisations, les ordinateurs. En hiver, cette production anthropique de chaleur est plus importante car nous chauffons les logements. Mais, elle augmente largement en été car les systèmes de refroidissement se généralisent dans les villes (Leconte, 2014).

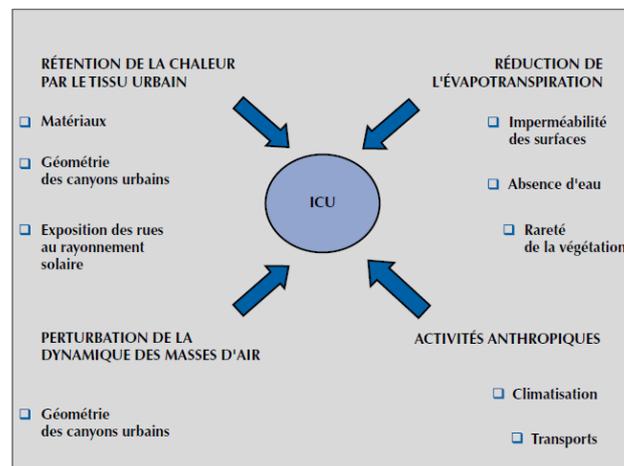


Figure 1 : Les paramètres principaux influençant sur l'ICU
Source : CHAMPIAT, 2009

Comme le démontre la figure ci-dessus, l'ensemble des facteurs combinés entre eux forment l'ICU. Le territoire du Grand Lyon est touché par l'ICU à travers l'ensemble de ces facteurs. Nous nous intéressons à cette problématique sur ce territoire car aujourd'hui la collectivité est consciente de devoir adapter son territoire au changement climatique. L'un de ses angles d'approches pour mener à bien cette politique est la lutte contre l'ICU. Cette politique doit venir compléter une politique d'atténuation du changement climatique déjà

engagée depuis plusieurs années. Dans un premier temps, c'est bien cette échelle globale de l'agglomération et/ou de la métropole qui va être étudiée afin de comprendre et d'analyser la gestion du phénomène par l'acteur public. Cet apport de réponses se fera à l'aide des sciences sociales et humaines à travers des outils comme l'entretien et l'analyse de document élaboré par la collectivité. Trois entretiens ont été menés chez les principaux acteurs qui luttent contre l'ICU : la collectivité du Grand Lyon, chef de file en matière de lutte contre l'ICU, et le secteur de la promotion immobilière, productrice de la ville.

Aujourd'hui, le phénomène à l'échelle globale (mésoclimatique) est bien décrit et compris dans la littérature et assimilé par la collectivité du Grand Lyon. En revanche, l'échelle locale et l'échelle microclimatique sont celles qui posent le plus de question à la recherche appliquée en matière de compréhension fine du phénomène et à la collectivité. Le phénomène appliqué à un territoire donné demande la confection de modèles précis, prenant en compte les paramètres locaux. Là où les sciences dures n'arrivent pas encore à donner de réponses précises et opérationnelles aux acteurs du territoire en termes de lutte contre l'ICU, encore une fois, les sciences sociales et humaines permettront de donner des réponses relativement précises à court terme, cette fois-ci à l'aide d'un questionnaire mené à échelle locale et micro-locale.

De nombreux moyens de lutte contre l'ICU existent mais il est nécessaire de les évaluer et de les comparer (Maillard P. et al. ; David F. ; Dechesne M. ; Bailly, J-B, Lesueur E., 2014). Les performances respectives des moyens de lutte restent à préciser. A l'échelle du projet urbain, le phénomène d'ICU est de plus en plus pris en compte, mais il manque encore un appui opérationnel pour que les moyens de lutte soient vérifiés. L'élaboration de bases de données météorologiques locales est un élément manquant pour pouvoir préconiser des actions opérationnelles sur le territoire. Par exemple, le Centre National de Recherches Météorologiques en partenariat avec Toulouse Métropole dans le cadre du Plan Climat, lance un sujet de thèse qui porte sur l'enrichissement d'un réseau de mesures de l'îlot de chaleur urbain opérationnel : apports de la science participative et nouvelles pistes d'exploitation par les acteurs (Annexe 3). L'élaboration de ces bases de données serait un tremplin pour des actions opérationnelles à l'échelle du projet urbain. Le citoyen aujourd'hui est considéré comme une formidable opportunité pour élaborer ces bases de données.

**Comment concilier attente citoyenne et optimisation des actions de la collectivité ?
Comment les sciences sociales peuvent-elles permettre de donner des pistes d'actions opérationnelles à court terme contre le phénomène d'ICU sur le territoire du Grand Lyon dans l'attente des résultats des sciences dures ?**

Après une prise de conscience émanant, entre autre, de l'épisode de canicule de 2003, les collectivités ont décidé de réagir en mettant en place des politiques en faveur du climat. En France, la plupart des agglomérations tentent de lutter contre le phénomène d'ICU à travers le volet de l'adaptation de la ville au changement climatique dans le cadre des Plans Climat Energie Territoriaux (PCET) (Maillard P. et al. ; David F. ; Dechesne M. ; Bailly, J-B, Lesueur E., 2014). Suivant les territoires, cette politique est plus ou moins avancée. En région Parisienne, le phénomène global est largement appréhendé notamment avec les apports de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme (IAU), mais aussi avec les travaux de l'Atelier Parisien d'Urbanisme (APUR). Le Grand Lyon à travers des travaux de recherches tente d'impulser la dynamique de lutte contre l'ICU. Mais, il lui faut encore patienter quelques

années, le temps d'élaborer des bases de données locales avant de cerner de manière précise l'ICU lyonnais. Ce constat est le fruit d'un partenariat relativement étroit entre la collectivité, la promotion immobilière et la recherche privé et public. Aujourd'hui à Lyon, c'est le schéma d'acteurs qui est privilégié pour trouver des applications concrètes et efficaces sur le territoire. Un questionnaire mené sur la ZAC de la Buire, située dans le 3^{ème} arrondissement au sud de la gare de la Part Dieu (lancée en 2003), permet d'appréhender les échelles locales et micro-locales (mésoclimatique) afin d'apporter des réponses opérationnelles à la collectivité à court terme. 32 personnes ont été interrogées. Afin de légitimer les résultats de la science sociale nous avons mis en parallèle des résultats obtenus par l'analyse du « *Local Climate Zone* » (Stewart et Oke, 2012) basé sur l'analyse de critères et indicateurs scientifiques avec des résultats du questionnaire soumis aux usagers du parc Kaplan au sein de la ZAC de la Buire.

Pendant le temps de recherche et de l'expérimentation, nous nous demandons quels sont les moyens opérationnels à mettre en œuvre sur le territoire pour une action immédiate ?

L'analyse du présent mémoire porte sur une échelle métropolitaine. En effet, une plus grande échelle n'aurait pas été adaptée pour une analyse fine du territoire à l'échelle microclimatique.

La science dure aujourd'hui est capable de nous donner des solutions notamment la végétalisation, l'apport d'eau dans la ville, la réduction de la place de la voiture... Mais il est difficile de hiérarchiser ces critères alors que la collectivité et les promoteurs/aménageurs sont demandeurs de données comme celles-ci. La hiérarchisation doit permettre une action efficace en optimisant les moyens financiers et humains mis en place pour contre l'ICU.

D'un côté, la collectivité a besoin d'évaluer les moyens d'actions mis en place par le biais d'une approche coût/bénéfice afin d'agir de manière efficace et de l'autre côté, la société civile attend des actions en faveur du changement climatique.

Agir contre le phénomène d'ICU, s'appréhende en fonction de visions d'acteurs différentes, soit par une vision très technique, soit par un spectre plus large qui est l'amélioration du cadre de vie.

Les deux hypothèses auxquelles nous tenterons de répondre à la suite du mémoire sont :

- **HYPOTHESE 1 : Le Grand Lyon est l'acteur central pour lutter contre les ICU sur son territoire. Son processus de lutte est actuellement en construction pour le rendre opérationnel.**
- **HYPOTHESE 2 : La perception des citoyens est un outil d'aide à la décision locale permettant de légitimer des actions concrètes sur le territoire, à court terme, pendant que la recherche élabore des actions opérationnelles de lutte contre les ICU à l'échelle du projet urbain, locale et micro-locale.**

Le mémoire s'articulera autour d'une première partie qui déclinera le niveau de prise de conscience des acteurs du territoire sur la question de la lutte contre l'ICU et fera un état des lieux de la connaissance sur les ICU. Dans un second temps, nous expliciterons les conséquences de cette prise de conscience qui oblige l'acteur public, dans notre cas le Grand Lyon, à se saisir de la problématique et d'en faire une politique publique. Puis, dans un troisième temps, nous rentrerons dans une échelle plus fine en nous intéressant aux résultats du questionnaire. Nous montrerons que la perception des habitants peut être un outil d'aide à la décision locale pour lutter contre les ICU.

1 LA LUTTE CONTRE LES ICU : ENTRE PRISE DE CONSCIENCE PAR LES ACTEURS DU TERRITOIRE ET RECHERCHES SCIENTIFIQUES PERFECTIBLES

L'objectif de cette partie est de démontrer que la prise de conscience de lutter contre ICU est enclenchée. Elle s'appuiera sur l'explicitation d'un modèle d'identification des microclimats urbains par (Stewart et Oke, 2012) qui permettra d'embrancher sur les moyens de lutte contre les ICU. Ces moyens de lutte répondront à des enjeux liés à la lutte contre les ICU. Ces enjeux s'accompagnent de risques et de désagréments éventuels pour la ville. Puis, nous tenterons de démontrer qu'aujourd'hui des hiérarchisations de ces moyens de lutte existent mais ils ne sont pas suffisamment vérifiés pour une application immédiate sur le territoire.

Les acteurs du territoire sont aussi bien privés que publics. Il représente la collectivité, la promotion immobilière, les bureaux d'études, la recherche et les citoyens.

1.1 L'IDENTIFICATION DES « LOCAL CLIMATE ZONE » (STEWART ET OKE, 2012), UNE MANIÈRE FINE D'ÉVALUER ET DE QUANTIFIER LE PHÉNOMÈNE D'ICU À L'ÉCHELLE LOCALE ?

Le système de classification « Local Climate Zone » (LCZ) fournit un cadre de recherche et standardise les études d'îlots de chaleur urbains. Le premier travail de Stewart a été d'élaborer le concept puis dans un second temps d'établir une typologie.

Dans un premier temps Stewart a appliqué une méthode qui a abouti à la création de 26 sous-classes. Une fois qu'elles ont été constituées, il a étudié dans quelle mesure il était faisable de différencier de manière thermique chacune des sous-classes. Une étude de terrain sur Nagano, Vancouver et Uppsala a été entreprise pour vérifier cette caractérisation. Grâce à cette méthode 17 types de LCZ ont été mis en avant (Annexe 2).

Un Local Climate Zone est une zone ayant des caractéristiques spécifiques du point de vue de « l'occupation du sol, morphologie urbaine, des matériaux urbains et du métabolisme urbain, et dont le diamètre est supérieur ou égal à 400 mètres » (Leconte, 2014).

Le diamètre de 400 mètres correspond à une échelle locale. Le classement LCZ ne permet pas d'appréhender le phénomène à l'échelle micro-locale. De plus, cette méthode ne permet pas d'analyser plusieurs typologies entre elles sur un périmètre donné. Elles sont à analyser indépendamment les unes des autres sans savoir si un tissu dense a une influence, par exemple, sur un parc ou un tissu pavillonnaire situé à proximité. Chaque typologie de microclimat issu de l'identification des LCZ possède un comportement climatique qui lui est propre.

La classification LCZ a pour objectif de pouvoir confronter les comportements thermiques des différents types de LCZ au sein d'une agglomération. Elle peut s'appliquer quasiment à tous les types d'environnements et permet d'observer les phénomènes microclimatiques sur l'ensemble d'une ville à l'échelle de l'îlot (Annexe 1).

En France, cet outil mis en place par Stewart est réutilisé par la recherche comme (Leconte, 2014) qui a appliqué le LCZ à l'échelle de Nancy. De même, l'Institut

d'Aménagement et d'Urbanisme a tenté de délimiter et caractériser l'îlot Morphologique Urbain de la Région Parisienne (Cordeau, 2016) à partir du LCZ de (Stewart et Oke, 2012).

La classification LCZ est basée sur des indicateurs scientifiques : le facteur de Vue du Ciel, le rapport d'aspect, la hauteur moyenne des bâtiments, la longueur de rugosité effective, le pourcentage de surface imperméable, le pourcentage de surface perméable, l'effusivité thermique, l'albédo, le flux de chaleur anthropique. Cette méthode permet de localiser les microclimats urbains de manière empirique en ville.

Le microclimat à l'échelle microclimatique n'est pas appréhendé par cette méthode. En effet, elle ne permet pas de quantifier et d'évaluer le phénomène de manière fine. Les indicateurs utilisés pour caractériser les îlots sont issus des différents moyens de lutte contre les ICU.

1.2 DES MOYENS DE LUTTE CONTRE L'ICU EN MAL D'EVALUATION DEVANT TENDRE VERS UN CADRE DE VIE AMELIORE

Les moyens de lutte sont organisés selon des objectifs globaux à atteindre. Ces objectifs sous-entendent des actions sur le territoire. Les actions seront étudiées et questionnées de manière brève afin de faciliter la compréhension car ils existent une multitude de moyens de lutte. L'objectif est de démontrer que ces moyens de lutte doivent permettre une adaptation de la ville au changement climatique et donc une amélioration du cadre de vie des citoyens.

(Colombert, 2008) a mis en évidence trois objectifs de lutte issus des causes de l'apparition des ICU. Selon lui, les moyens de lutte se structurent autour de trois objectifs principaux :

- Réduire le stockage de chaleur,
- Améliorer la ventilation,
- Augmenter les sources de chaleur latente.

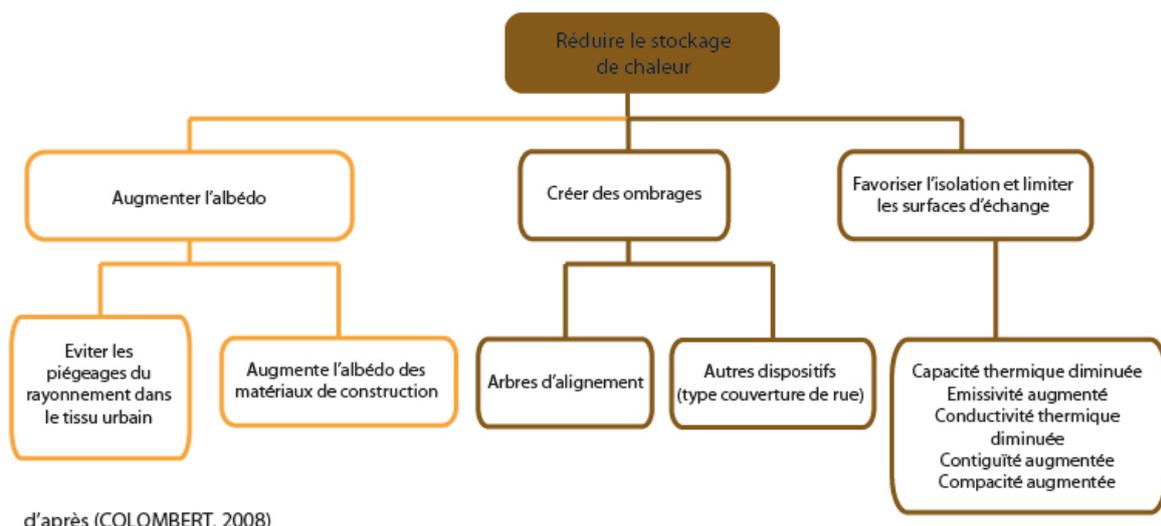
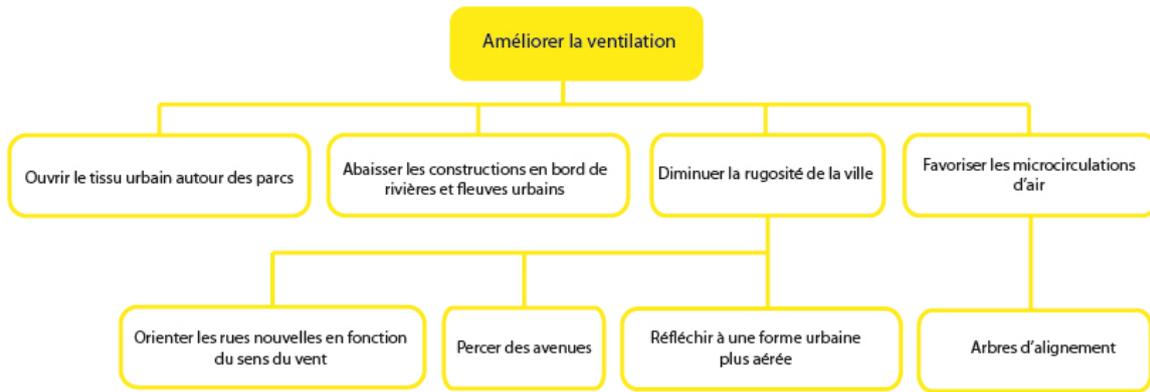


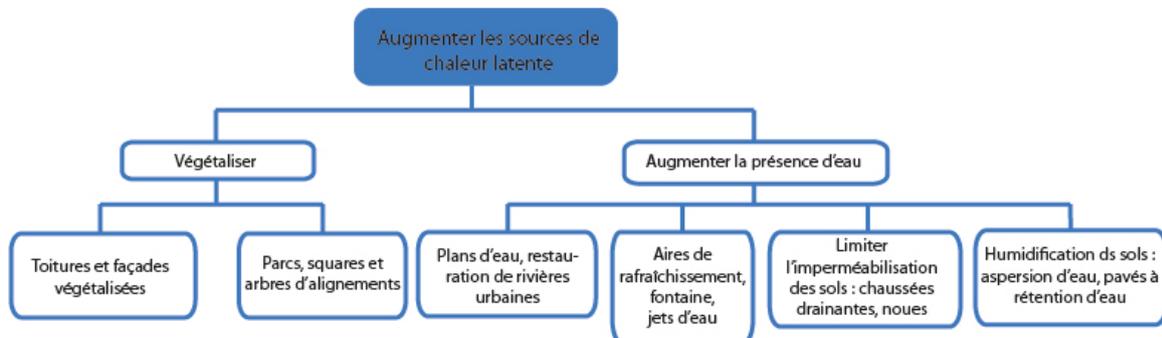
Figure 2 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de la réduction du stockage de chaleur

Réalisé par J. NAEGELEN, 2016



d'après (COLOMBERT, 2008)

Figure 3 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de l'amélioration de la ventilation
Réalisé par J. NAEGELEN, 2016



d'après (COLOMBERT, 2008)

Figure 4 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de l'augmentation des sources de chaleur latente
Réalisé par J. NAEGELEN, 2016

Globalement ces trois schémas regroupent l'essentiel des actions pour lutter contre l'ICU.

Réduire le stockage de chaleur dans les matériaux implique une réflexion sur les propriétés et les teintes à choisir. Les teintes claires sont préconisées. La création d'ombrage par le biais de masque architecturaux ou de murs végétalisés sont aussi des solutions envisageables.

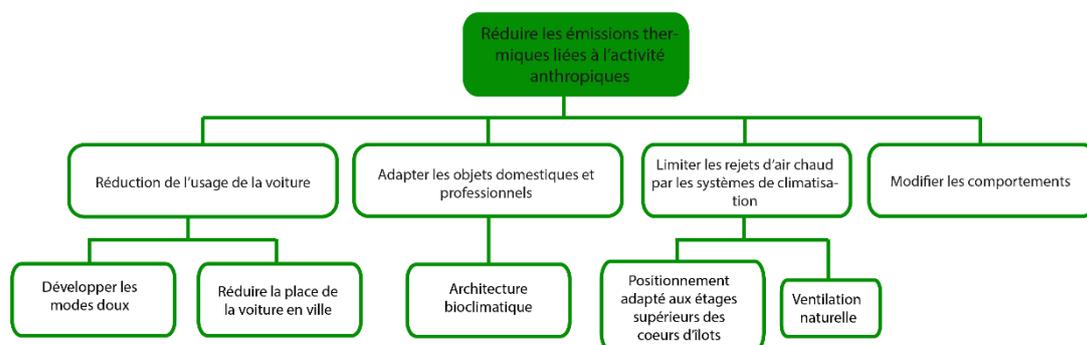
Améliorer la ventilation passe par des actions sur les gabarits des constructions et sur le dimensionnement des espaces publics. Par exemple, la ville de Stuttgart a identifié des couloirs d'aération afin de ventiler la ville et d'évacuer l'air chaud du centre (Reuter, 2015). Des actions peuvent être menées à travers les documents d'urbanisme réglementaire comme le règlement du PLU.

Augmenter les sources de chaleur latente signifie augmenter les sources pouvant modifier l'état physique d'une matière. Végétaliser et augmenter la présence d'eau favorisent l'augmentation de la chaleur latente. L'objectif est de rafraîchir la ville grâce au pouvoir rafraîchissant des plantes et de l'eau.

La végétalisation par l'implantation d'arbres d'alignements apparaît dans les trois grands moyens de lutte. La végétalisation des villes est donc une solution qui permet de répondre de manière transversale à l'ICU. Végétaliser peut prendre différentes formes comme l'implantation de toiture terrasse, la création de parc urbain, de squares, de murs végétalisés. Mais qu'en est-il du coût financier de ces solutions en terme d'achat et de gestion ?

(Colombert, 2008) n'identifie pas la réduction des émissions thermiques liées à l'activité anthropique comme axe d'intervention contre l'ICU.

La ville concentre des êtres humains dégageant eux-mêmes de la chaleur. En plus de cette source de chaleur difficilement modifiable plusieurs autres sources de chaleur existent comme la voiture en milieu urbain, les usines, les bâtiments...



D'après (APUR, 2012) ; (IAU, 2010)

*Figure 5 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de la réduction des émissions thermiques liées à l'activité anthropique
Réalisé par J. NAEGELEN, 2016*

La réduction des émissions thermiques liées à l'activité anthropique permet de diminuer l'ICU. Pour réduire l'usage de la voiture, la poursuite des Plans de Déplacement Urbains sont nécessaires. De même, la mise en place de jours de circulation alternée en période de forte chaleur et l'installation de péage urbain peuvent inciter les ménages à moins utiliser leurs voitures. Mais ces d'initiatives peuvent accentuer la congestion du réseau routier et être discriminatoire envers les ménages les plus pauvres. Les objets domestiques ou même les ordinateurs et serveurs, les usines... sont des sources d'émissions d'air chaud. Leur localisation dans l'espace et leur efficacité énergétique est un moyen pour parvenir à diminuer les températures en période de forte chaleur.

De même, avec des étés de plus en plus chauds et des hivers qui auront tendance à se radoucir, la climatisation des ménages se démocratise de plus en plus. Le dégagement de chaleur qu'elle génère réchauffe la ville. Les systèmes dits sec rejetant de l'air chaud dans l'atmosphère sont les plus dangereux pour l'ICU. Alors que, les systèmes humides rejetant de la vapeur d'eau chaude dans l'air ou dans l'eau (réseau urbain de froid à Paris, eau glacé distribuée à 500 immeubles) le sont beaucoup moins (CNRM-GAME, CNAM-LGP²ES (EA21), Climespace, 2010). Un cercle vicieux est naissant car plus il fait chaud en été, plus les ménages souhaitent se refroidir et plus ils utilisent les climatiseurs. Actuellement, les climatiseurs secs sont les plus répandus et les plus abordables. La conséquence est une

augmentation de la température en ville. Des explications complémentaires sont en (Annexe 6 et 7). Les positionner en haut des cœurs d'îlots peut limiter ce réchauffement et les désagréments occasionnés (Annexe 5).

Les actions, portant sur la réduction des émissions thermiques, dépendent étroitement des comportements des citoyens. Pour une action efficace, la sensibilisation des citoyens aux problématiques des ICU est nécessaire. Par exemple, Grenoble a mis en place des « balades thermiques ». Ce projet a été mené dans le but de réaliser un diagnostic sensible du ressenti et des ambiances thermiques. C'est une source de renseignements qui peut s'avérer riche d'enseignements notamment concernant les lieux de microclimat dans la ville. (IAU, 2010).

L'ensemble de ces actions ont pour but d'améliorer le cadre de vie des citoyens comme le confirme la responsable du Plan Climat « *Nous, on lie vraiment îlot de chaleur à qualité de vie, zone d'apaisement aussi, bruit, pollution. L'idée c'est de créer des zones vraiment d'apaisement dans la ville pour que les gens n'aient pas à sortir pour se rafraîchir* ». La végétalisation est issue d'une demande sociale grandissante que la collectivité cherche à exploiter. Ces actions bousculent les manières actuelles de penser la ville. Le changement climatique appelle à une nouvelle vision de la ville.

Cette liste n'est pas exhaustive et incomplète mais elle retrace un large panel des solutions existantes. Afin de proposer des actions en adéquation avec le territoire local il est nécessaire de les évaluer

De nombreux moyens de lutte contre l'ICU existent mais il est nécessaire de les comparer dans « *le cadre d'une approche coût/bénéfice (efficacité sur l'ICU, coût global, consommation de ressources comme l'eau, autres impacts.)* » (Maillard P. et al. ; David F. ; Dechesne M. ; Bailly, J-B, Lesueur E., 2014). Les performances respectives des moyens de lutte restent à préciser pour utiliser ceux qui sont adaptés au territoire. L'appréhension du contexte local est primordiale pour une réponse efficace de la part des acteurs du territoire comme la collectivité, les promoteurs aménageurs, les bureaux d'étude en conception urbaine et en ingénierie...

L'ensemble des moyens de lutte sont étroitement liés entre eux et leurs applications peuvent être vecteurs d'enjeux, de risques et de désagréments pour la ville. Dans la prochaine partie nous allons tenter de les appréhender et de les évaluer en se basant sur une analyse personnelle et sur la littérature.

1.3 LES ENJEUX, RISQUES ET DESAGREMENTS ENGENDRES PAR LA LUTTE CONTRE LES ICU

La lutte contre les ICU dégage différents enjeux qui touchent toutes les échelles de la ville. Certaines solutions peuvent engendrer des risques et des désagréments pour les citoyens notamment à travers la végétalisation qui sera plus largement abordée dans cette partie.

Nous avons tenté de classer les enjeux, risques et désagréments en fonction de thématiques tel que l'environnement, l'économie, les enjeux sanitaires, les enjeux sociaux. Est-ce que appréhender les enjeux de lutte contre l'ICU de manière compartimentée est la bonne solution pour caractériser l'ampleur du phénomène ?

1.3.1 ENJEUX SOCIAUX

1.3.1.1 Amélioration du cadre de vie et rapprochement social

Lutter contre les îlots de chaleur urbains signifie un apport de fraîcheur. Cet apport passe par une évapotranspiration accrue et constante dans le temps. Les sols perméables et la végétation permet cela. Les espaces végétalisés par exemple engendrent la création d'espaces publics. A travers ces espaces, il est possible de percevoir une opportunité d'amélioration du cadre de vie et de surcroît de participer à un rapprochement social entre les usagers de ces espaces publics. De même, le moral des personnes peut se voir améliorer par la pratique des espaces publics (Parmentier A, 2010).

La création de lien social entre les habitants passe par des rencontres, des interactions entre les individus. Hors les rencontres, les échanges se font en premier lieu à travers l'usage de l'espace public. Cet espace s'il ne peut être pratiqué à cause des températures trop élevées alors la recherche de lien social est privée d'une partie importante de son champ d'action.

1.3.1.2 Une gestion participative des espaces publics ?

Le développement de l'agriculture urbaine démontre un retour à la terre qui passe par la participation citoyenne à l'entretien des parcelles mises à disposition. C'est une forme d'appropriation de l'espace public qui est différente. Cette appropriation pourrait-elle s'élargir à l'entretien d'espaces végétalisés implantés en faveur de la lutte contre l'ICU ?

1.3.1.3 Inégalités environnementales et gentrification

Le fait d'améliorer le cadre de vie des citoyens par l'implantation d'espaces végétalisés peut engendrer des inégalités environnementales ou des processus de gentrification des quartiers. Une attention particulière doit être portée à ne pas privilégier une partie de la population seulement. L'action en matière de végétalisation doit être lissée sur l'ensemble du territoire, d'une part pour éviter ces effets de gentrification et d'autre part pour lutter de manière homogène sur le territoire contre l'ICU. De manière générale, se loger à proximité d'un îlot de fraîcheur (parc densément végétalisé, grande étendue d'eau) coûte plus cher que d'habiter à côté d'un îlot de chaleur (autoroute, par exemple). (Shoup, 1996) met en avant qu'un arbre adjacent à un domicile peut faire augmenter la valeur de la propriété de 3 à 19%.

1.3.2 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

1.3.2.1 Limiter le réchauffement de la ville

« Aujourd'hui il fait plus chaud l'été à Lyon, qu'à Avignon ou à Montpellier il y a 30 ans » (Grand Lyon, 2014). Le nombre de jours de canicule a déjà augmenté de 4.5 jours depuis 1953. De plus, les périodes de sécheresses sont plus fréquentes et plus dures. Les précipitations estivales diminuent et les précipitations automnal et en hivernal augmentent. Lutter contre l'ICU doit permettre d'enrayer cette dynamique à long terme et surtout d'adapter la ville à ces changements climatiques. L'enjeu est d'accompagner ce

changement. A Lyon par exemple, l'enjeu de lutter contre l'ICU est d'éviter au maximum de se retrouver avec le climat d'Alger en 2100 (Grand Lyon, 2014).

1.3.2.2 Interroger les matériaux avant leur utilisation

La modification des revêtements des sols et des façades, par l'utilisation des matériaux réfléchissants, a ses limites : un trop fort pouvoir réfléchissant peut atteindre le confort visuel des espaces publics, voire provoquer des accidents de la route. Avant d'utiliser des matériaux novateurs, il faut connaître leurs bilans carbone (APUR, 2012).

De même que pour les revêtements de l'espace public, les matériaux utilisés pour les façades ne doivent pas être trop réfléchissants. Dans certains cas, lorsque la forme et le matériau utilisé sont inadaptés, la température peut considérablement augmenter au niveau de l'espace public et créer des dommages. Par exemple, le « Talkie-Walkie », un gratte-ciel à Londres de 160m de hauteur, qui fait fondre les voitures et cause des dommages sur les façades des immeubles en contrebas. Sa forme évasée en panneaux vitrés, engendre un effet loupe lorsque le soleil est le plus haut dans le ciel, soit 2 heures dans la journée. C'est pourquoi, les promoteurs de la tour ont été contraints de fermer trois parkings aux alentours par précaution (Huffingtonpost.fr).

A noter que lorsque la peinture claire est utilisée pour rafraîchir les façades, la question de la durabilité de celle-ci est remise en question. En effet, la pollution automobile ternit rapidement les façades et demande une réfection régulière pour conserver les propriétés microclimatiques des matériaux. C'est pourquoi, cette action de réfection doit être menée en parallèle d'une action de réduction de la place de l'automobile en ville (APUR, 2012).

1.3.2.3 Gérer les eaux pluviales

La gestion des eaux pluviales va de paire avec la végétalisation. En effet, plus la ville se végétalise plus la demande en eau est importante. Or, avec une diminution des précipitations estivales et une augmentation des précipitations automnales et hivernales à Lyon (Grand Lyon, 2014), l'optimisation de cette ressource doit être réfléchi en amont de tout processus de végétalisation en fonction de ces deux constats. Cette ressource permet à la base un rafraîchissement des villes car elle entraîne l'évapotranspiration, soit à travers le végétal, soit par les sols perméables.

La gestion des eaux pluviales permet aussi la gestion du risque inondation. La lutte contre les ICU est donc un moyen de gérer les eaux de ruissellement (Parmentier A., 2010) notamment par la création de parcs, de jardins, de toitures végétalisées, d'arbres d'alignements...

1.3.2.4 Lutte contre ICU et densification : un mariage difficile

La lutte contre les ICU s'oppose à la densification des villes aujourd'hui. En effet, l'aération des villes est nécessaire pour évacuer la chaleur de la ville en été. La densification artificialise d'autant plus les sols et peut obstruer l'évacuation de l'air.

Même si l'îlot de chaleur urbain est peu impacté par la taille et la forme de la ville, la ville compacte dégrade le confort thermique des habitants en comparaison de la ville étendue.

(MUSCADE, 2014)

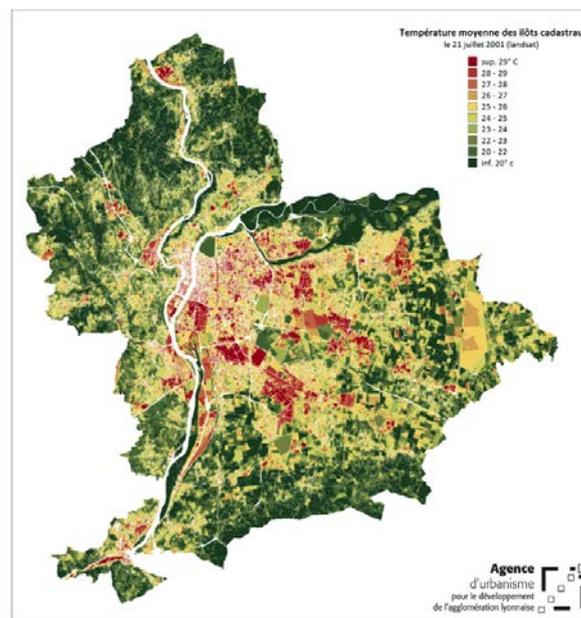
La responsable du Plan Climat au Grand Lyon énonce que « *Le problème principal si on ne fait rien c'est qu'on continue à densifier donc augmenter un peu ce phénomène quand même* ». La notion de densification doit donc être relativisée pour ne pas étouffer les villes.

1.3.3 ENJEUX ECONOMIQUES

1.3.3.1 Garder une ville attractive

La responsable du Plan Climat au Grand Lyon a le souci de « *rendre la ville agréable à vivre, même en période de forte chaleur* » pour éviter que les gens partent ». Elle ajoute, « *Le risque c'est que les gens aillent vivre en périphérie, ça augmente les transports, ça augmente la pollution, donc ça encourage le cercle vicieux de l'urbanisation* ». La ville doit rester un lieu de vie agréable pour le Grand Lyon. Lutter contre l'ICU est un enjeu économique car par exemple l'ensemble des investissements fait en matière de transport, de piétonisation, d'éducation... serait devenu inefficace ou trop peu utilisé.

Les villes, en été, peuvent devenir difficilement vivables lorsque les températures sont trop fortes. Les hyper-centres denses ressemblent vite à des no man's land en journée, Contrairement aux zones périurbaines, où les journées sont plus fraîches comme le montre cette image satellite de l'agglomération lyonnaise.



Source : Agence d'Urbanisme de Lyon

Figure 6 : Carte des températures moyennes des îlots cadastraux à Lyon montrant un centre plus que chaud que la périphérie

Source : Réseau des Agences d'urbanisme de Rhône-Alpes, 2010

De plus, lors de l'enquête menée sur le terrain, en réponse à la question « *En période de forte chaleur, quelles solutions mettez-vous en œuvre pour vous rafraîchir ?* », 15 réponses sur 65 ont porté sur « *quitter la ville* ». Certaines personnes décident de quitter la ville pour éviter les fortes chaleurs en été. L'enjeu de lutte contre l'ICU doit permettre de contenir le phénomène et l'endiguer.

Les centres villes sont délaissés au profit de territoire plus accueillant en terme de confort thermique en été comme la campagne, les zones rurales, les zones de montagnes, les zones littorales. Ce déplacement de population est une source de développement pour ces zones plutôt rurales et beaucoup moins attractives que les grandes villes. Mais le fait que des habitants quittent la ville, reflète un manque à gagner pour celle-ci. De plus, ce processus pourrait s'accroître si le changement climatique s'intensifiait. On pourrait constater des départs massifs de population vers des zones plus vertes, plus aérées avec ces avantages et ces inconvénients, comme une urbanisation et une artificialisation accrue, une flambée des prix de l'immobilier, l'utilisation de l'automobile... c'est-à-dire un déplacement du problème vers l'extérieur des villes, où ils sont concentrés.

1.3.3.2 *Le coût de gestion pour la collectivité des aménagements publics végétalisés*

En végétalisant la ville, les espaces publics en charge par la Métropole de Lyon deviendraient problématiques. L'entretien de ces lieux est déjà coûteux et avec une généralisation d'espaces publics végétalisés leur coût augmenterait. C'est une problématique à laquelle la collectivité doit réfléchir. Aujourd'hui elle en est consciente comme l'affirme la responsable du Plan Climat au Grand Lyon.

1.3.4 ENJEUX SANITAIRES ET DE SANTE PUBLIQUE

1.3.4.1 *Atténuer les effets des vagues de fortes chaleurs sur la population*

En 2003, la canicule en Europe a fait plus de 70 000 décès soit l'une des catastrophes naturelles les plus meurtrières depuis 100 ans (Mills, 2016). Appuyé par celle de 2006, les autorités ont pris conscience du risque sanitaire lié aux périodes de fortes chaleurs répétées. Une canicule en France est définie par le Plan national Canicule par un seuil de température et une durée. Ce seuil dépend du département touché. A Paris, ce seuil est de 31°C le jour et 21°C la nuit pendant trois jours consécutifs (Valette et Cordeau, 2010).

Lors de ces périodes de canicules des types de population sont plus exposés. Les personnes de plus de 45 ans peuvent être influencées par la canicule. Mais ce sont les personnes de plus de 75 ans qui sont les plus vulnérables. En parallèle les populations ayant déjà une maladie sont vulnérables. Les personnes dont les conditions de vie et de travail sont difficiles sont aussi très exposées aux canicules. L'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), décline des pathologies liées à la chaleur (Annexe 6.....). Le risque lié à la chaleur est un enjeu de santé publique. Outre les actions de sensibilisation, le risque de canicule peut être contré en mettant en œuvre des actions contre l'ICU chez les personnes les plus vulnérables. Le travail du Réseau des Agences d'urbanisme de Rhône-Alpes portant sur l'identification des îlots de chaleur de l'agglomération lyonnaise en mettant en avant la vulnérabilité des populations montre l'importance de lutter contre les ICU (Réseau des Agences d'urbanisme de Rhône-Alpes, 2010)

1.3.4.2 Lutter contre ICU peut induire la prolifération de virus

La création de noues végétalisées, de bassins de rétentions, de fontaine ou autres aménagements en faveur d'un rafraîchissement de la ville peut induire des eaux stagnantes. Ces eaux stagnantes couplées à des fortes températures peuvent impliquer la prolifération de moustiques. Les moustiques sont potentiellement porteurs de maladie et des épidémies peuvent être déclenchées. Il est donc nécessaire pour les acteurs du territoire de porter une attention à ces phénomènes potentiels.

1.3.4.3 Améliorer le confort thermique des habitants

Le confort thermique agit aussi bien sur le cadre de vie, que sur la santé des habitants. La notion de confort thermique est subjective car elle va dépendre des personnes, des époques et des différentes cultures. La sensation d'inconfort est ressentie lorsque le corps doit retrouver un équilibre, par exemple lorsque la température extérieure est bien plus élevée que la température intérieure. Cette notion de confort thermique va donc influencer le bien-être des habitants en période de forte chaleur. (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme, 2010). La lutte contre l'ICU permettrait d'améliorer le confort thermique des habitants car si rien n'est fait ce confort viendrait à se dégrader considérablement.

Les enjeux, risques et désagréments sont transversaux. Il est compliqué de les laisser compartimenté dans des thématiques peu englobantes.

1.3.5 ENJEUX TRANSVERSAUX

Tous les enjeux cités plus haut, sont des enjeux plus ou moins transversaux. Par exemple, la végétalisation répond à la fois à des enjeux sociaux, économiques, environnementaux, en terme de santé publique... Et son application peut faire intervenir des risques et désagréments pour le citoyen. Le confort thermique agit aussi bien sur le cadre de vie, que sur la santé des habitants et sur l'efficacité au travail par exemple.

Le départ des ménages pour des zones plus fraîches est un enjeu global à la fois d'ordre social, environnemental, économique, en terme de transports. Face au dérèglement climatique, les périodes de canicules, l'augmentation de la taille et de la population des villes... les systèmes de climatisation et le besoin en froid augmentent pour se rafraîchir ou maintenir les biens à température constante (produits frais, ordinateur, data center...) pour des raisons sanitaires, commerciales, industrielles ou de confort. L'enjeu économique est aussi important, le coût de l'énergie augmente. En plus, de se chauffer l'hiver, se refroidir l'été ferait exploser le budget des ménages. Certains ménages ont déjà du mal à se chauffer l'hiver, alors se refroidir l'été signifierait une dépense supplémentaire. De plus, à la question « *Quel est le risque de la non prise en compte de l'ICU ?* », la responsable du Plan Climat du Grand Lyon répond « *C'est que ça devienne invivable, des climatisations sauvages qui se mettent de partout donc en termes d'urbanisme on perd en qualité patrimoniale et visuelle. On a des pics de consommations d'électricité l'été qui va remplacer les pics d'hiver. Le réseau devrait le supporter puisqu'il supporte le pic d'hiver mais quand il fait chaud l'électricité se transmet moins bien* ». Il existe aussi des risques en termes d'approvisionnement de l'électricité.

1.3.6 LA NECESSITE DE CROISER LES ENJEUX

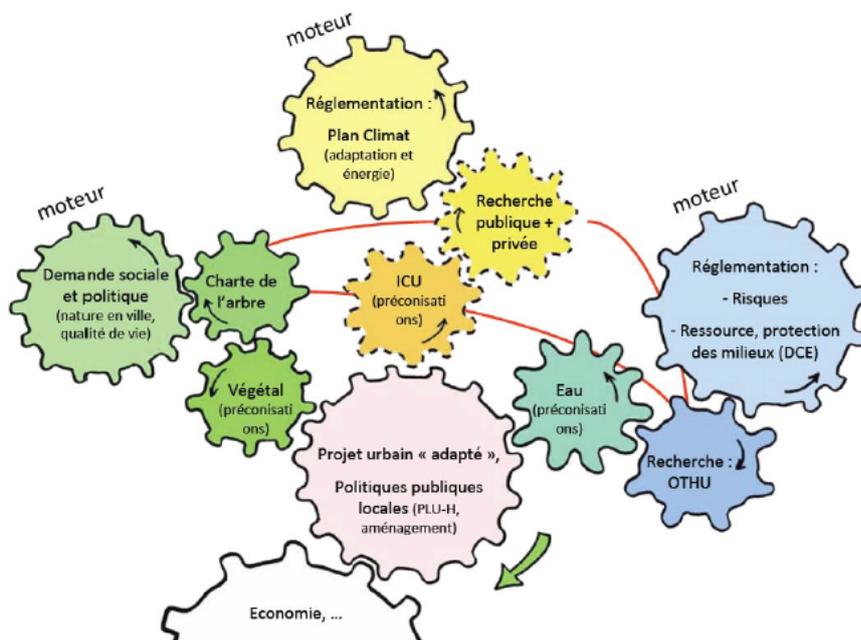


Figure 7 : Schéma des moteurs et « organes de transmission » nécessaire à la prise en compte des enjeux de l'adaptation au changement climatique dans les projets urbains
Source : Grand Lyon, 2014

Cette illustration se trouve dans l'étude du (Grand Lyon 2014). Elle prend sa source dans le contexte lyonnais mais elle permet de comprendre que toutes les thématiques, tous les enjeux sont imbriqués entre eux. Elle montre aussi qu'il y a plusieurs leviers d'actions possibles. L'image des rouages permet d'exprimer le fait que si un rouage bloque alors c'est toute la chaîne de la lutte contre l'ICU qui bloque et qui n'évolue pas.

De même pour les différents enjeux, la collectivité et les acteurs du territoire en matière d'aménagement doivent faire preuve de transversalité lorsqu'ils abordent la lutte contre les ICU. Il faut nécessairement avoir conscience que l'ensemble des enjeux ne sont pas cloisonnés mais bel et bien imbriqués, comme la ville qui forme un tout où tout est en interactions.

Tous les moyens de lutte ne pourraient être appliqués en même temps à cause d'une gestion rendue complexe et de coûts trop importants. Il est donc préférable de hiérarchiser l'action. Est-il possible de hiérarchiser des actions ?

La collectivité doit prioriser les moyens de lutte car, dans le cadre des diminutions des dotations de l'Etat aux collectivités, elle doit prioriser son action dans le but d'être le plus efficace dans son intervention. Dans la dernière partie nous allons montrer que la hiérarchisation des actions est aujourd'hui compliquée à élaborer.

1.4 EFFICACITE ET HIERARCHISATION DES MOYENS DE LUTTE COMPLEXE

(CHAMPIAT, 2008) a créé une hiérarchisation des paramètres influençant l'ICU. Le rang 1 correspond à des paramètres ayant le plus d'influence sur les ICU et le rang 3 ayant l'influence la plus faible.

Rang	Paramètre
1	Propriétés thermiques et optiques des matériaux
1	Géométrie des canyons urbains
2	Exposition des canyons urbains au rayonnement solaire
2	Ombrage
2	Imperméabilité des surfaces
Nul	Rareté des masses d'eau
2	Rareté de la végétation
3	Chaleur émise par les transports
3	Chaleur émise par les bâtiments (climatisation)

Figure 8 : Tableau d'une tentative de hiérarchisation des paramètres ayant le plus d'influence sur l'ICU
Source : (Champiat, 2008)

Ce document met en avant que l'albédo des matériaux et le canyon urbain (forme du bâti et largeur des rues) sont les deux facteurs influençant le plus les températures en ville. Il faut donc privilégier des matériaux ayant des propriétés radiatives et thermiques favorables à la diminution des ICU comme les dalles, les pavés, pavés interstices d'herbe, le bois (...) pour les sols, et des matériaux ayant des couleurs claires pour les parois des bâtiments. Dans un deuxième temps, sont identifiées les surfaces imperméables, les surfaces végétalisées et l'orientation des rues comme influençant moyennement l'augmentation de la température en ville. Dans un troisième temps, la chaleur émise par les véhicules motorisés n'influencent que très peu l'ICU. En dernier, les surfaces en eau n'influencent pas l'ICU.

Par exemple, chaque forme de végétalisation en ville (arbres d'alignement, murs végétalisés, toitures végétalisés, squares, friches, jardins familiaux, aires de jeux, parcs urbains...) a un effet différent sur la température. Des arbres en alignement n'auront pas le même effet sur la température qu'un parc urbain densément végétalisé. Le parc urbain permettra de refroidir plus efficacement la température de l'air que des arbres en alignement.

Comme l'affirme (DE MUNCK, 2013, p.19), la végétalisation, « *c'est une mesure efficace pour limiter l'îlot de chaleur et l'inconfort thermique des habitants en été* ». Il ajoute que « *d'une manière générale, la plupart des études relevées dans la littérature mettent en évidence les impacts positifs de la végétation urbaine en termes d'amélioration du microclimat* ». (Bernard, 2016) affirme que les arbres sont le meilleur moyen de lutte contre les ICU. Mais selon (Saaroni et al., 2000 ; Arnfield, 2003), c'est la géométrie du canyon urbain qui serait le paramètre influant le plus les ICU. Mais, (CHAMPIAT, 2008) souligne qu'« *aucune étude ne donne la hiérarchisation des paramètres en fonction de leur influence sur les d'ICU* ». Il ajoute qu'« *il n'existe pas dans la littérature, d'étude intégrant l'influence de tous les paramètres, ni d'étude établissant de rapport chiffré sur la proportion de l'influence d'un paramètre par rapport aux autres sur les IC* ». La hiérarchisation des actions est complexe à trouver. Des interrogations résident toujours quant à l'efficacité des moyens de lutte. L'étude approfondie des moyens de lutte à toutes les échelles de la ville permettra d'apporter des réponses opérationnelles aux acteurs de la fabrique urbaine. Les sciences dures n'ont pour le moment pas permis de répondre à cette question.

Face un état de la recherche appliquée encore inabouti, quel est l'implication de l'acteur public, plus précisément celui du Grand, Lyon dans le lutte contre les ICU ?

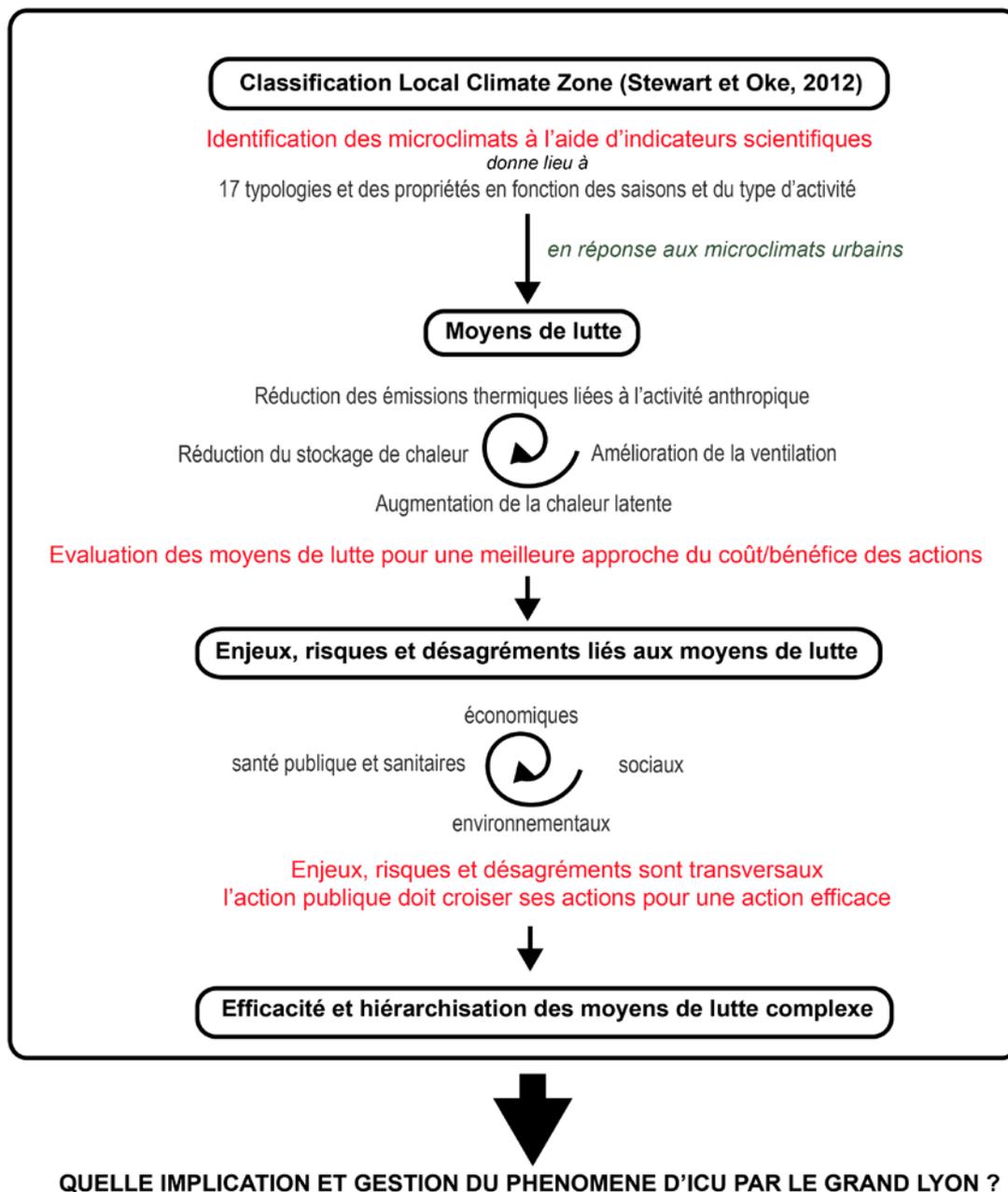


Figure 9 : Schéma bilan de la partie 1
Réalisé par J. NAEGELEN , 2016

2 LA CONSEQUENCE DE CETTE PRISE DE CONSCIENCE : L'IMPLICATION DE L'ACTEUR PUBLIC VERS UNE POLITIQUE D'ADAPTATION A TRAVERS DIFFERENTS OUTILS PLUS OU MOINS EFFICACES (ETUDE DE CAS DU GRAND LYON)

Après avoir explicité un état des lieux de la recherche sur la notion de l'ICU, notamment à travers des enjeux, risques et désagréments engendrés par la lutte contre l'ICU, les moyens d'actions possibles en s'abstenant d'une application fine à l'échelle locale et micro-locale, puis en mettant en évidence qu'une hiérarchisation des moyens de lutte semblait difficile vu le stade d'avancement de la recherche sur le sujet, cette partie s'attellera à démontrer quels sont les effets de la prise de conscience de lutter contre les ICU sur le territoire du Grand Lyon.

Avant de s'attarder au cas lyonnais, en France plusieurs actions sont menées par les collectivités et leurs organes en faveur de la lutte contre les ICU. Un ensemble de fiches ont été réalisées par des agences d'urbanisme dans le but d'informer et de sensibiliser les acteurs du territoire. Par exemple, l'Agence d'Urbanisme de la Région Nîmoise et alésienne a élaboré une fiche (Agence d'Urbanisme Région Nîmoise et alésienne, 2014) définissant l'ICU, puis donnant des pistes d'actions pour lutter contre les ICU en se basant sur des travaux d'autres collectivités. De même, l'Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise (Agence de développement et d'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise, 2014), à travers la fiche « *îlots de fraîcheur dans la ville* », montre une réelle prise de conscience et une envie de lutter contre l'ICU de la part des collectivités. Plusieurs, autres villes comme Paris [(APUR, 2012) ; (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme, 2010)] Montpellier, Bordeaux, Grenoble, Marseille à travers le quartier Euroméditerranée souhaitent agir et/ou sensibiliser, à travers différentes actions allant du diagnostic d'identification des ICU jusqu'aux référentiels de « bonnes pratiques ». Le stade de maturité de ces réflexions ne sont pas toutes au même état d'avancement selon les villes. A travers cet inventaire non exhaustif, il est possible de souligner une réelle prise de conscience de la problématique des ICU en ville, malgré une hiérarchisation des moyens qui est fonction de bases de données locales, manquantes encore aujourd'hui. Est-ce un effet de mode ? Ou bien une réelle action en faveur du climat urbain ?

La question de l'ICU a été identifiée par le Grand Lyon « *comme un volet majeur accentuant la vulnérabilité de notre agglomération* » face aux changements climatiques. « *L'expérience lyonnaise en terme d'adaptation date d'une décennie (programme AMICA) seulement et la question des îlots de chaleur urbains [...] n'est traitée que depuis 4 à 6 ans tout au plus* » (Grand Lyon, 2014). Le Grand Lyon est bel est bien impliqué et engagé dans la lutte contre les ICU. Quel est l'état d'avancement de cette volonté politique d'adapter la ville au changement climatique ?

C'est dans ce contexte que nous allons tenter de répondre à l'hypothèse suivante :

- **Le Grand Lyon est l'acteur central pour lutter contre les ICU sur son territoire. Son processus de lutte est actuellement en construction pour le rendre opérationnel.**

En premier lieu, c'est par le biais des outils mis en place pour adapter la ville au changement climatique, qu'aujourd'hui le Grand Lyon est un acteur incontournable dans la lutte contre les ICU. Mais nous verrons aussi dans quelle mesure le citoyen se révèle être potentiellement un acteur de choix lorsqu'il s'agit de lutter contre l'ICU. L'analyse privilégiera l'échelle de la métropole lyonnaise. Afin de répondre à cette hypothèse et d'alimenter le raisonnement, trois entretiens ont été réalisés avec différents acteurs du territoire.

2.1 LES ACTEURS DE L'AMENAGEMENT : L'EMERGENCE D'UNE LUTTE CONTRE LE PHENOMENE D'ICU A LYON

2.1.1 LES ACTEURS, LEURS IMPLICATIONS ET LEURS POINTS DE VUE

Aujourd'hui, les principaux acteurs de l'aménagement et du projet urbain sont conscients de l'importance d'adapter la ville au changement climatique, notamment de lutter contre les ICU. En effet, la responsable du Plan Climat affirme que lorsqu' « *on va voir un élu, des aménageurs ou un bureau d'étude, un chercheur, éventuellement un citoyen, il y a un intérêt direct pour le sujet, ça les intrigue, ils ont tous une idée, un chiffre, un truc, ils ont tous lu quelque part un article* ».

2.1.1.1 Le Grand Lyon

2.1.1.1.1 Des points de vue différents au sein de l'administration pour une même finalité

Les acteurs du Grand Lyon sont distingués en deux catégories : les techniciens et les élus.

La responsable du Plan Climat du Grand Lyon parle de lutte contre l'ICU. Elle aborde à la fois, cette question par la voie technique et par la notion de cadre de vie car elle a le rôle de trait d'union entre les techniciens du Grand Lyon, chercheurs, bureaux d'études, promoteurs, aménageurs d'un côté et les élus de l'autre. Elle endosse une double casquette.

En revanche, les élus vont plutôt être sensibles à « *qualité de vie, zone de calme, zone de convivialité [...]. Qualité urbaine, qualité d'espaces publics c'est plutôt ça qui fait le moteur* » (L.Ponsar, 2016). Ils ne sont pas sensibles au confort thermique en premier lieu car « *la prise de conscience que ce lieu peut aussi jouer un rôle thermique, de gestion des eaux et éventuellement de biodiversité, ça ce n'est pas forcément le driver principal mais ils sont plutôt contents de le constater* » (L.Ponsar, 2016).

Donc l'approche de lutte contre l'ICU est très technique. Les arguments à faire valoir devant les élus sont plutôt de l'ordre d'une amélioration du cadre de vie.

2.1.1.1.2 Un devoir d'actions

Le Grand Lyon s'implique dans la lutte contre les ICU à travers des initiatives variées. Son objectif est d'aboutir à une politique d'adaptation de sa ville aux changements climatiques. Il est le seul à pouvoir impulser des initiatives, sensibiliser les professionnels de l'aménagement, car il maîtrise les outils règlementaires en matière d'urbanisme, il gère l'espace public et les équipements. Donc, il peut avoir une action à la fois sur le domaine public et sur le domaine privé.

Avec le rapport Brundtland de 1987, lors de la Commission Mondiale pour l'environnement et le développement et avec la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, en juin 1992 au sommet de la Terre de Rio de Janeiro, que la dimension environnementale a été évoquée pour la première fois. Aujourd'hui, de nombreuses lois, rapports, discours, puis de plus en plus de politiques publiques prennent en compte cette dimension. C'est dans ce cadre que le Grand Lyon doit justifier de ses

actions et de ses non actions vis à vis de ses administrés. Il a le devoir de lutter contre les ICU pour améliorer la vie en ville des administrés face au changement climatique.

La collectivité est l'interlocuteur privilégié des promoteurs sur la question de lutte contre les ICU. L'ensemble des acteurs cités ci-après sont en relation directe avec cette collectivité.

2.1.1.2 *Les promoteurs/aménageurs*

2.1.1.2.1 *Le cadre de vie, un argument de vente à mettre au profit pour lutter contre l'ICU*

Les promoteurs et les aménageurs répondent à des logiques commerciales et marketings. Comme énoncé dans l'introduction, les promoteurs, les aménageurs, sont conscients qu'il faut lutter contre les ICU. L'argument d'un cadre de vie agréable est un argument de vente pour un bien comme le confirme (Grandet A., 2016) : « *les espaces publics extérieurs à la résidence, cela compte beaucoup pour un client* ». De plus, elle ajoute que d'« *avoir des espaces verts plus agréables dans un quartier plus chic est indispensable pour être en adéquation avec les concurrents* ». La notion de cadre de vie agréable est un moyen de se démarquer des concurrents.

Il y a une volonté de commercialiser rapidement les projets. Pour ce faire ils sont conscients que la vente passe par l'argument du cadre de vie. Une vente concrétisée passe, entre autre, par un cadre de vie de bonne qualité, en plus de la qualité du bien en lui-même et sa localisation.

2.1.1.2.2 *L'implication dans la lutte contre les ICU contraint par le temps*

Les projets devant aboutir le plus rapidement possible (portage du foncier coûteux), ils se tournent vers la collectivité ou les bureaux d'études pour avoir des réponses opérationnelles afin d'intégrer des moyens d'améliorer le cadre de vie, la qualité des espaces privés et donc de lutte contre les ICU. En effet, la responsable du Plan Climat nous confirme cela « *il y a un moment donné où les aménageurs nous disent ok, vous nous dites de mettre du matériau clair mais est-ce que vous avez une connaissance plus claire, une palette à nous proposer* ». Aujourd'hui, il y a un besoin de quantifier le phénomène d'ICU pour y répondre de manière efficace. La collectivité a encore besoin de temps pour parvenir à présenter des actions opérationnelles sur le territoire à l'échelle du projet urbain, de l'îlot (échelle de prédilection du promoteur).

2.1.1.3 *La recherche scientifique publique et privée*

2.1.1.3.1 *La notion d'ICU*

Les chercheurs ont une vision technique à travers la science dure. Qu'ils soient publics ou privés, ils abordent la question climatique en ville sous l'angle de l'ICU. C'est bien à travers les sciences dures que le phénomène est le plus explicitement et finement décrit.

2.1.1.3.2 *Implication en décalage avec celle des promoteurs et aménageurs*

La recherche publique et privée a un rôle considérable à jouer dans la lutte contre les ICU. C'est à elle de donner les solutions au Grand Lyon, aux bureaux d'études, et aux aménageurs/promoteurs.

Le Grand Lyon soutient plusieurs recherches (AMICA, EVA, EPOC...) sur l'ICU, mais celles-ci n'ont pas encore permis d'aboutir à des réponses opérationnelles. « *Aujourd'hui, on a accueilli beaucoup de projets de recherches sur le territoire mais ils n'étaient pas phasés avec les projets d'aménagements. Du coup les enseignements n'ont pas pu être appliqués* » (L. Ponsar, 2016). Les temporalités et les méthodes de travail entre la recherche et la promotion immobilière et l'aménagement ne coïncident pas. Les délais de recherche correspondent à 3, 4 ans. Ils sont en décalage avec la vie du projet urbain. De plus, la responsable du Plan Climat au Grand Lyon souligne qu'il y a un « *manque de communication* » entre les corps de métiers. Les chercheurs, les bureaux d'études et les promoteurs/aménageurs doivent réussir à travailler ensemble pour obtenir des résultats bénéfiques à tous.

2.1.1.4 *Les bureaux d'études*

2.1.1.4.1 *La notion de cadre de vie prévaut sur l'ICU*

Les bureaux d'études, qui sont des entreprises privées, suivent généralement les volontés de leurs clients. Leurs clients sont des maîtrises d'ouvrage publiques ou des acteurs privés de l'aménagement. Comme nous l'avons vu précédemment, les élus et les promoteurs/aménageurs parlent plutôt de cadre de vie, de qualité de vie plutôt que d'ICU. Les bureaux d'études sont conscients du phénomène, à des degrés différents selon les collaborateurs. Mais, l'argument d'améliorer le cadre de vie est un meilleur moyen de faire passer une idée auprès du client, car moins technique, plus « vendeur » et plus généraliste.

2.1.1.4.2 *Le rôle de trait d'union entre les acteurs*

Les bureaux d'études, selon la responsable du Plan Climat au Grand Lyon, pourraient être le tremplin pour sensibiliser à la fois les maîtrises d'ouvrages et les promoteurs/aménageurs grâce aux outils développés par la recherche car ils « *sont bien placés parce qu'ils font le lien entre les deux* » (L. Ponsar, 2016). De plus, une chargée de programmes immobiliers chez Onyx promotion Immobilière affirme que les préoccupations en matière de lutte contre l'ICU « *concernent les bureaux d'études* ». En effet, ils sont à même d'approprier des outils développés par la recherche. Parfois, les bureaux d'études ont un service Recherches et Développement qui peut faire le lien avec les chercheurs et/ou développer des outils directement sur les projets. Mais pour cela, il faut une étroite collaboration entre ces deux professions. Ou bien, que le bureau d'études possède un pôle recherche et développement directement en lien avec le projet.

C'est dans le cadre de grands projets urbains que le développement d'outils par les chercheurs privés ou publics peut être réalisable car tout cela a un coût. Or, aujourd'hui la tendance est plutôt à la diminution des coûts d'études dans les projets et à une multiplication des compétences demandées par la maîtrise d'ouvrage. Est-ce que les bureaux d'études ont

la capacité financière et temporelle de suivre, de produire, d'accompagner des projets de recherches ?

En définitive, la notion d'ICU est abordée de différentes manières selon les acteurs. Il est possible d'appréhender l'ICU selon une vision technique et/ou une vision urbaine qualitative. La vision technique s'adresse plutôt aux chercheurs, aux techniciens en charge du Plan Climat, parfois aux bureaux d'études et la vision qualitative s'adresse plutôt aux élus et aux promoteurs/aménageurs désireux de rechercher un certain confort pour leur client et/ou administré.

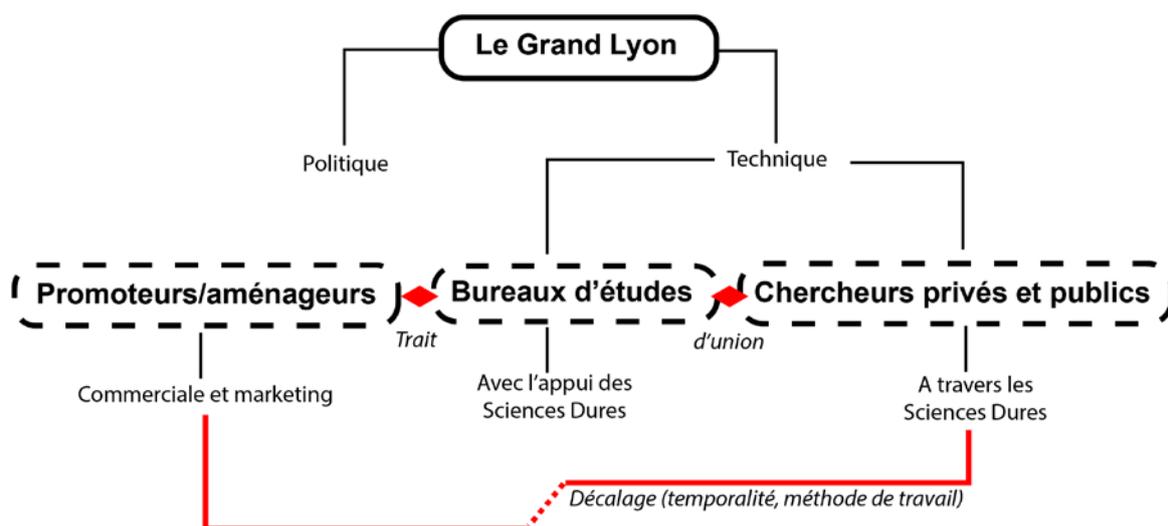


Figure 10 : Les liens et les visions des acteurs impliqués dans la lutte contre les ICU sur le territoire du Grand Lyon
Source : J.NAEGELEN, 2016

Le Grand Lyon est l'interlocuteur privilégié lorsqu'il s'agit d'aborder la thématique d'ICU et en matière d'aménagement de son territoire. En parallèle, à travers le Plan Climat, il tente de d'atténuer le changement climatique et rassembler, sensibiliser les acteurs autour de la question climatique en ville. Mais la prise en compte dans les projets urbains de la question climatique et notamment la question de l'ICU manque d'outils opérationnels.

Afin de bien comprendre le rôle actuel du Grand Lyon dans la lutte contre l'ICU, il s'agit de détailler le processus de construction de sa politique en faveur du climat.

2.1.2 LA GENESE DE L'IMPLICATION DU GRAND LYON DANS LA LUTTE CONTRE L'ICU

2.1.2.1 Des recherches empiriques à l'échelle du territoire du Grand Lyon

Tout débute en 2006 au Grand Lyon, grâce au projet européen AMICA qui est basé sur l'historique des événements extrêmes comme les vagues de chaleur qui est identifié

comme principal enjeu local du changement climatique. Plusieurs travaux ont été élaborés par des étudiants (J.Dudek, 2011), soit par l'Agence d'Urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise (Saulnier D., Crepeaux P., Segur F., 2009). Ils ont donné lieu à des cartes de températures de surfaces caractérisant l'ensemble de l'agglomération ainsi qu'un référentiel de « bonnes pratiques » pour lutter contre les ICU sur les espaces publics. Ces actions sont menées à une échelle plutôt globale, même si certaines portent à l'échelle de quartiers.

2.1.2.2 *Le temps de la recherche*

Le Grand Lyon voit le besoin d'approfondir ces connaissances pour appréhender « *la dynamique de l'ICU dans l'espace et dans le temps en prenant en compte l'influence de la météo et des mouvements d'air et le lien à l'occupation des sols* » (Grand Lyon, 2015).

En 2011, Julita Dudek en partenariat avec des agences d'urbanisme de Grenoble, Saint-Etienne et Lyon, Météo France et l'ADEME, à travers une thèse, cherche à approfondir la connaissance sur la spatialisation du phénomène d'ICU et la relier à l'occupation du sol sur les trois villes.

Cette thèse a permis aux acteurs institutionnels et aux associations, de comprendre encore plus finement le phénomène sur le territoire. Elle a aussi mis en avant des manques qui ne permettent pas à la recherche d'aller plus loin dans l'application d'outils sur le territoire car ils ont « *besoin de mesures de terrain dans la durée et réparties spatialement afin de vérifier la pertinence du modèle* » (Grand Lyon, 2015).

(J. DUDEK, 2011) souligne un manque de prise de conscience de la part des acteurs du territoire en faveur de l'adaptation de la ville au changement climatique. Elle identifie aussi un « *chaînon manquant* » entre recherche et préconisations opérationnelles sur les ICU ».

Ce chaînon manquant ne serait-il pas les bureaux d'études ? Comment mettre sur le devant de la scène cette thématique ? Peut-être en imposant des études de confort thermiques de l'espace public à tout projet urbain ? Mais est-ce que ces études sont-elles fiables et démocratisées aujourd'hui ? La réponse est non. Selon Luce PONSAR, nous sommes aujourd'hui à 5 ou 10 ans de l'utilisation de modèle thermique.

Le temps long de la prise de conscience et de la recherche ne permet pas une action à court terme. Mais, ces temps longs laissent présager les prémices d'actions opérationnelles.

2.1.2.3 *De l'expérimentation vers l'action opérationnelle*

Le Grand Lyon cherche à donner des solutions contre l'ICU et à impliquer les aménageurs, promoteurs, constructeurs.

Lors du renouvellement urbain de la Duchère une analyse environnementale du site intégrant un coefficient d'ICU (albédo) et un coefficient de régulation thermique, de biodiversité et de ruissellement sont des outils qui ont été expérimentés. Des conclusions ont pu être tirées. La démolition d'une partie d'un bâtiment couplé au réaménagement d'un parc a permis de diminuer le phénomène d'ICU. Il est possible de percevoir les prémices de l'action opérationnelle adaptée au territoire.

A travers ce constat, il faut faire attention que ces outils ne soient pas utilisés à des fins politiques pour justifier de la démolition d'immeubles par exemple. La Duchère est située sur un promontoire, exposé au vent, avec une plutôt forte végétalisation et une forme urbaine moins dense qu'au centre de Lyon. L'ICU devrait être moins important qu'au centre de Lyon. Est-ce que ces coefficients auraient eu le même impact au centre de Lyon ? Est-ce

qu'ils auraient légitimé la destruction d'un immeuble ? Moins sûr, d'autant plus que les politiques actuelles sont plutôt en faveur de la densification.

Une autre étude a été entreprise par l'IRSTV de Nantes sur le quartier de Confluence, situé au sud de la Presqu'île à la Confluence du Rhône et de la Saône. Cette étude met en évidence, l'importance des masques solaires installés sur les parois. Ils octroient une certaine qualité thermique des bâtiments et un confort des espaces publics.

Ces initiatives sont expérimentales et menées par la recherche publique ou la recherche et développement des bureaux d'études. Elles ne sont pas généralisées car actuellement trop coûteuses et au stade du développement. Mais ces premiers résultats permettent tout de même de donner des premières pistes d'actions possibles en attendant les validations scientifiques.

Pour que l'ensemble des acteurs (promoteurs, collectivité, aménageur, bureaux d'études) agissant sur le projet urbain s'emparent de ces outils, le Grand Lyon, dans son rôle d'interlocuteur privilégié, doit prioriser l'action pour préconiser plutôt tel ou tel type d'aménagements, de matériaux, par rapport à leur coût, leur efficacité, leur durabilité dans le temps etc. La collectivité doit aussi répondre à des questions plus précises comme « *Végétalisation suffisamment dense et de pleine terre si possible ? Valorisation des eaux pluviales pour l'arrosage ? Eau à vocation récréative dans l'espace public ? Prise en compte des ombres portées, intégration des rayonnements solaires par saison et par heures ? Couleur claire et nature des matériaux ?* » (Grand Lyon, 2015). Les chercheurs doivent tenter d'élucider ces mystères.

2.1.2.4 *Actions opérationnelles : des outils à l'échelle du projet urbain manquent encore*

Dans le quartier de Part-Dieu, temple en devenir de la ville dense à Lyon, il est très difficile d'évaluer le confort des habitants dans le quartier. Le microclimat du quartier n'est pas encore évalué. « *C'est aussi un quartier qui se densifie et où se pose la question de la qualité de vie au quotidien. Quel microclimat sous les tours ? Quel confort de vie dans la ville dense ?* » (Grand Lyon, 2015), cette citation vient mettre en lumière ce manque de connaissances et de données localisées pour comprendre le fonctionnement climatique à fine échelle. De plus, ces questions sont posées alors que le quartier est en cours de construction. Ce quartier en mutation pose des interrogations. Se dirige-t-on vers une aberration urbanistique à l'heure où l'urbanisme durable doit lutter contre le changement climatique ? N'a-t-on pas assez anticipé ces problématiques climatiques ? A ce jour, avons-nous les compétences, les moyens de le faire ?

En parallèle, est-ce que les moyens alloués à la recherche publique ou privée sont suffisants ? Que ce soit recherche privée et recherche publique, les financeurs et donneurs d'ordre sont les mêmes. C'est bien la collectivité, et plus largement le secteur public, qui accompagne, guide, commande ces projets-là. Est-ce que les organes publics décideurs sont-ils suffisamment sensibilisés à la question de l'adaptation des villes au changement climatique ? Dans tous les cas, les projets urbains à l'échelle du quartier ou de l'agglomération n'attendent pas et continuent à se construire. Chaque outil d'intervention contre l'ICU s'apparente à une échelle bien précise et se sont l'ensemble de ces échelles qui feront la « ville respirable » de demain.

2.1.3 DES ECHELLES DE PROJETS LIEES ENTRE ELLES

La Métropole Lyonnaise accueille sur son territoire différents types de projets à différentes échelles de territoire. L'exemple de Lyon Part-Dieu est un projet d'échelle nationale car c'est le deuxième centre d'affaires de France. Outre ce projet majeur, l'adaptation de la ville au changement climatique passe par des actions à toutes les échelles du territoire. En effet, comme nous l'avons vu dans la première partie, l'ICU se caractérise par ses trois échelles d'analyse (mésoclimatique, locale et microclimatique). Ces trois échelles se distinguent à travers des projets de plus ou moins de grandes envergures. L'échelle d'analyse de l'ICU sera la même que l'échelle d'intervention.

Le déclassement de l'autoroute A6-A7 passant au centre de Lyon est une opportunité inespérée pour appréhender l'ICU à l'échelle de l'agglomération. En effet, les effets escomptés par la métropole sont multiples : « *meilleure qualité de l'air ; réduction des nuisances sonores ; facilité de circulation pour les transports en commun ; réappropriation de la rive droite du Rhône par les piétons ; développement de la pratique des modes actifs (vélo, marche à pied...)* » (<http://www.met.grandlyon.com/le-declassement-de-lautoroute-a6-a7/>). A travers l'ensemble de ces conséquences du déclassement, il est possible de déceler implicitement le discours des élus qui est de favoriser le cadre de vie, sous-entendu pour les techniciens du Plan Climat de lutter contre l'ICU en ville. Ce projet est donc une réelle opportunité pour appréhender, évaluer, concrétiser, la diminution potentielle de l'ICU à l'échelle de la métropole, puis aux échelles plus fines. Ce projet pourrait donc avoir un impact à l'échelle de l'ensemble de la métropole.

Une attention particulière doit-être portée à l'évaluation de l'impact de ce déclassement sur les autres territoires de la métropole afin de ne pas déplacer ou étendre le problème de l'ICU. Par exemple, la voiture serait déplacée vers l'extérieur de la ville (création d'un nouveau contournement). Potentiellement l'étalement urbain se poursuivrait et les sources de chaleur issues des véhicules thermiques s'accroîtraient, de même concernant l'imperméabilisation de nouvelles terres. Est-ce que l'ICU sera déplacé, augmenté, atténué ? Voici les questions auxquelles la recherche pourrait être amenée à répondre.

De l'autre, la recherche appliquée devra donner les pistes très concrètes en étant adossée aux maîtres d'œuvres et à la maîtrise d'ouvrage pour diminuer au maximum l'ICU. Ce projet aura une influence sur les échelles plus fines « *Le territoire va également considérablement s'embellir grâce aux aménagements qui vont se poursuivre (projet Lyon-Confluence côté Rhône) et potentiellement se réaliser (requalification des berges à La Mulatière, Oullins et Pierre-Bénite)* » (<http://www.met.grandlyon.com/le-declassement-de-lautoroute-a6-a7/>) et provoquer d'autres projets. Des projets urbains de grandes ampleurs (échelle métropolitaine), en découlent des projets urbains de plus petites ampleurs. La lutte contre l'ICU se joue à toutes les échelles. Comme énoncé précédemment, l'échelle micro-locale (microclimatique) et du projet urbain sont celles qui sont les plus interrogées car on imagine que ce sont ces échelles-là qui détermineront le climat de la ville de demain.

Le déclassement de l'autoroute A6-A7 donnera l'opportunité de lutter contre l'ICU à toutes les échelles du territoire. C'est aux acteurs de l'aménagement qu'incombe cette responsabilité et notamment le Grand Lyon qui doit continuer à impulser sa politique en faveur de l'adaptation. Pour cela il déploie différents outils plus ou moins efficaces.

2.2 LA COLLECTIVITE AFFIRME SON ROLE DE CHEF DE FILE A L'AIDE DE DIFFERENTS OUTILS, ACTIONS ET ACTEURS

Après avoir jaugé quelle est la place des acteurs de l'aménagement dans la lutte contre l'ICU nous allons présenter les principaux outils du Grand Lyon pour lutter contre l'ICU. L'objectif de cette partie est de montrer que la collectivité est chef de file sur la question de l'adaptation de la ville au changement climatique mais qu'elle ne peut parvenir à ses fins seule, et que l'aide citoyenne pourrait lui permettre une action à court terme tout en évitant les critiques.

Tout d'abord, nous allons nous attarder à décliner un outil mis au service de l'atténuation des effets du changement climatique, le Plan d'action partenarial, composante du Plan Climat. Puis, nous verrons les outils mis au service de la politique d'adaptation de la ville au changement climatique (plus récente que la précédente) à travers un référentiel portant sur les espaces publics, la charte de l'arbre, le PLU et pour finir le projet d'Etudes de Préfiguration d'un Observatoire local du Climat (EPOC).

2.2.1 LA POLITIQUE D'ATTENUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE A TRAVERS LE PLAN CLIMAT : DES EFFETS INDIRECTS SUR L'ADAPTATION DE LA VILLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans le cadre de la politique d'atténuation des effets du changement climatique, l'obligation de résultats à atteindre pour 2020 « les 3x20 » a été votée en 2007 par le conseil de la Communauté du Grand Lyon. La première étape du plan a débuté en 2009 par un diagnostic partagé sur la question climatique sur le territoire du Grand Lyon. Puis en 2010 est venu le temps de la définition des scénarios. En 2011, les plans d'actions ont été adoptés, et « *chaque acteur est invité à faire de même sur son propre domaine d'actions et dans le cadre de partenariats* » (Grand Lyon, Vision 2020 pour une agglomération sobre en carbone)

Le Plan Climat vise à rassembler les différents acteurs du territoire (entreprises, communes, chambres consulaires, syndicats, associations) autour de la question climatique et énergétique.

Les actions menées dans le cadre du Plan Climat sont-elles efficaces en matière de diminution de l'ICU ? Il est difficile de répondre à cette question car comme énoncé dans la partie 1, il est difficile de hiérarchiser les actions en fonction de leurs efficacités. Mais nous avons tout de même tenté de classer les actions qui sont susceptibles d'avoir un effet sur le climat urbain. Cette classification en trois degrés d'efficacité se base sur l'analyse réalisée par (Champiat, 2008) cf. partie 1.

Le Grand Lyon collectivité exemplaire (dans la gestion de son patrimoine, des déplacements de son personnel...)	Engage un Plan d'actions Patrimoine et Services du Grand Lyon	
Le Grand Lyon producteur d'action publique (aménagement, planification, réglementation, offre des services...)	Poursuit le Plan modes doux	
	Développe les réseaux de chaleur et la biomasse	
	Crée un Plan Local d'Urbanisme compatible « 3 x 20 » et « Facteur 4 »	
	Organise la ville pour réguler l'usage de la voiture	
	Optimise la motorisation des véhicules particuliers	
	Compense par un Fonds Climat Énergie les émissions de CO2	
	Optimise les motorisations et améliore l'organisation du transport de marchandises	
Le Grand Lyon moteur de changement de comportements	Agit sur les comportements de mobilité : favorise le rapport modal et crée une centrale de mobilité	
	Agit sur les comportements de mobilité : optimise les réseaux routiers	
	Développe les usages alternatifs à la voiture individuelle (co-voiturage et auto partage)	
	Suscite et valorise les changements de comportement	
	Pour construire du logement social neuf exemplaires	
	Pour garantir le niveau BBC pour la construction privée habitat et bureaux dès 2012 et anticiper la RT 2020	
	Pour inciter au report modal de la voiture vers les transports en commun (augmentation de 25% de la fréquentation)	
	Pour assurer la réhabilitation thermique du parc social de logements	
	Pour développer les réhabilitations dans l'habitat privé	
Pour atteindre 90 % de population couverte par un Plan Énergie Climat communal en 2014 et accélérer la rénovation du patrimoine communal		

	Pour accompagner les TPE/PME pour améliorer leurs performances énergétiques	
	Pour accompagner le développement et la structuration de l'offre privée (en particulier de la filière bâtiment durable)	
	Pour contribuer à structurer la filière bois régionale	
	Pour structurer et développer les énergies renouvelables	
Le Grand Lyon coproducteur de l'innovation avec les entreprises (offre des terrains d'expérimentation, aide au montage de projets...)	Pour valoriser l'énergie industrielle	
	Pour développer les réseaux intelligents (smartgrids)	
Le Grand Lyon communique	Valorise la construction et la rénovation des locaux tertiaires exemplaires	
	Réunit dans un club les principaux émetteurs de gaz à effet de serre et valorise leurs actions de réduction des émissions	
Le Grand Lyon rend des comptes	En modélisant des émissions « mesurables, reportables, vérifiables » et en pilotant un observatoire des GES et des modes de vie	

Figure 11 : Tableau d'analyse du Plan d'action partenarial du Plan Climat du Grand Lyon à partir des travaux de (Champiat, 2008)
Source : Grand Lyon, 2012

Il est possible de rendre compte que les actions en faveur de l'atténuation des effets du changement climatique n'ont *a priori* que peu d'impact sur l'ICU en ville, car le Plan Climat porte principalement sur la diminution des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et de CO².

En se référant à l'explication, la densification apparaît comme un moyen d'économiser des rejets de CO² (-46ktCO²/an). Si cette densification est de trop grande ampleur, elle peut avoir des effets néfastes sur l'ICU. Ne pouvant quantifier l'ICU, comme les émissions de GES et de CO², il semble difficile de proposer des actions opérationnelles efficaces en faveur d'une politique d'adaptation au changement climatique.

Les actions ayant le plus d'impact sur la diminution de l'ICU, sont celles relevant de la thématique des transports. L'objectif du Plan d'action partenarial est de favoriser un report modal sur les transports en commun et de diminuer la place de la voiture individuelle. L'effet de ses actions sur l'ICU peut entraîner une légère réduction du phénomène d'ICU. En se

référant à la hiérarchisation de (Champiat, 2008), l'effet ne sera que mineur sur l'agglomération.

Le bilan est plutôt mitigé. Les actions proposées dans le Plan Climat sont en faveur d'une diminution des Gaz à Effet de Serre et de la pollution atmosphérique. En reprenant la hiérarchisation des éléments influant l'augmentation des ICU et en la mettant en parallèle avec les actions proposées dans le cadre du Plan d'action partenarial du Plan Climat, aucune action globale n'a un effet positif sur la réduction de l'ICU.

En définitive, l'ensemble des actions proposées n'ont pas d'effets directs sur la lutte contre l'ICU car elles ne proposent pas d'actions sur les types de matériaux utilisés, les surfaces perméables, la forme urbaine si ce n'est densifier donc en contradiction avec l'ICU. Les moyens de lutte contre les ICU ne portent pas sur les émissions de GES et de CO², si ce n'est sur la chaleur émise par les transports motorisés. C'est pourquoi, il est difficile de dire si le Plan d'action partenarial aura un effet sur le phénomène d'ICU. A priori il n'est pas un outil adapté à la lutte contre l'ICU, car la collectivité ne peut pas s'avancer de manière chiffrée sur les effets d'une éventuelle lutte contre l'ICU. La responsable du Plan Climat du Grand Lyon rappelle qu'« *il y a un besoin de quantifier* » pour « *rendre le processus très opérationnel* ».

Une proposition peut être formulée concernant le refroidissement des constructions par la climatisation. La climatisation est un enjeu d'avenir, car nos villes devront d'autant plus se refroidir en été que se réchauffer en hiver. La climatisation est un élément qui pourraient intégrer le Plan d'action partenarial car elle est gourmande en énergie.

En climat futur, la production potentielle d'énergie solaire et la consommation d'énergie des bâtiments pour le chauffage et la climatisation peuvent être similaires à l'échelle annuelle.

(MUSCADE, 2014)

La politique d'atténuation du changement climatique n'a que très peu d'effet sur l'adaptation de la ville au changement climatique. Dans l'optique où à terme la politique d'adaptation de la ville au changement climatique émerge, une attention particulière devra être portée à ce que les objectifs en matière de lutte contre l'ICU ne soient pas en contraction avec les objectifs de lutte contre les GES et émissions de CO² notamment concernant la densification ou sur l'isolation thermique qui ne privilégie pas forcément une ventilation naturelle et un refroidissement naturel des habitants.

2.2.2 LA MISE EN PLACE D'UN REFERENTIEL : UN GUIDE DE « BONNE PRATIQUE » ?

Dans la même lignée que le Plan d'action partenarial, le Grand Lyon a rédigé un référentiel de lutte contre les ICU à travers l'espace public en 2010. Ils énoncent les enjeux de lutte contre les ICU, les facteurs favorisant leurs formations, puis définit l'albédo comme l'élément influençant le plus les ICU. Pour finir, le référentiel propose des solutions générales pour lutter contre l'ICU.

Ce référentiel n'a pas de valeur juridique. Il a pour but d'informer, de sensibiliser les acteurs de l'aménagement de l'espace publics (maîtrise d'ouvrage et concepteur). Il a été rédigé par l'ensemble des collaborateurs des services urbains (direction de l'Eau, Direction de la Propreté et la direction de la Voirie).

Il a été élaboré en 2010. Il fournit des orientations très générales comme l'utilisation de matériaux clairs et /ou réfléchissants sans qu'ils n'altèrent le confort des usagers. Or, la

responsable du Plan Climat du Grand Lyon affirme que l'on ne sait pas s'il vaut mieux utiliser un matériau clair qui s'assombrit dans le temps ou un bitume foncé qui s'éclaircira dans le temps. Les orientations ne sont pas suffisamment opérationnelles à l'heure actuelle pour que le référentiel soit encore d'actualité.

De plus, le stagiaire étudiant ingénieur, travaillant dans le même service que la responsable du Plan Climat du Grand Lyon, est chargé de mesurer le confort thermique de certains lieux pour observer l'ICU de manière très locale. Bien que ses recherches ne soient pas encore finalisées, il a pu mesurer que l'indice de confort thermique (prise en compte du vent, de la température de l'air, de l'humidité, de la température de l'instrument de mesure et bien d'autres indicateurs) est moins bon sur des surfaces blanches que sur des surfaces sombres en plein après-midi car il y a un degré de différence. En revanche, afin de vérifier ses calculs il devra revenir en soirée.

Ce référentiel est une bonne base afin de sensibiliser les acteurs de la conception d'espaces publics autour de la question de l'îlot de chaleur urbain. Il fait prendre conscience que ce phénomène est une réalité et que des solutions existent pour le contrer. Mais aujourd'hui, les solutions proposées sont à réinterroger en fonction de l'état de connaissance de la recherche scientifique sur la question.

Ce document ne permet donc pas d'engager des moyens efficaces et opérationnels en termes de lutte contre les ICU. Pour le moment, l'engagement dans la lutte contre les ICU se fait, non pas par des référentiels ou plan partenariaux, mais bien par des services de la métropole du Grand Lyon.

2.2.3 UNE LUTTE OPERATIONNELLE CONTRE LES ICU : LES SERVICES DE L'EAU ET DE LA VOIRIE, A TRAVERS L'EQUIPE ARBRES ET PAYSAGES

« Les premiers services à avoir intégré le sujet de l'adaptation au changement climatique sont les services de l'eau et de la voirie (équipe Arbres et paysages) ». Ces services sont ceux qui ont été sensibilisés le plus rapidement (Grand Lyon, 2015) à la notion d'adaptation de la ville au changement climatique. C'est pourquoi, aujourd'hui se sont des services du Grand Lyon qui luttent de la manière la plus efficace contre les ICU. Les enjeux de la lutte contre l'ICU sont complémentaires des actions dites « traditionnelles » de ces services qui sont concentrés sur les questions de « l'arbre, nature en ville et qualité de vie ; pour l'eau, gestion du risque et préservation de la ressource » (Grand Lyon, 2015).

Par exemple, le service de la Voirie à travers l'unité « Arbres et paysages » a élaboré une Charte de l'arbre partenariale visant à une « meilleure intégration de l'arbre dans les projets urbains » (Grand Lyon, 2015). Mais quels sont les effets de cette charte sur l'ICU ?

A priori, la végétalisation apporte des bienfaits pour la santé, pour l'attractivité, pour le lien social à travers des espaces publics. Le végétal participe grandement à améliorer le cadre de vie et la qualité des espaces urbains.

Cette Charte étant basée quasiment exclusivement sur la place du végétal en ville, la hiérarchisation préconisée par le référentiel des espaces publics de 2010, n'a pas permis de tirer des conclusions. Cette analyse a été réalisée de manière sensible.

Voici ci-dessous les 5 axes de recommandations pour passer à l'action :

Développer les connaissances (expérimenter, capitaliser les savoirs...)	Inventorier l'ensemble des patrimoines arborés de l'agglomération	
	Adapter les palettes végétales aux changements climatiques	
	Intégrer les arbres à la gestion du cycle de l'eau	
	Rationaliser l'utilisation des terres agricoles pour la création en ville de supports de plantation	
	Minimiser les risques d'accidents liés aux arbres urbains	
Utiliser les nouvelles connaissances (bonnes pratiques, applications pratiques...)	Limitier l'impact des arbres dans les problèmes d'allergies	
	Développer des projets de forêts périurbaines	
	Promouvoir les techniques de terrassement qui protègent les racines d'arbres	
	Diversifier les palettes végétales pour les plantations urbaines	
	Créer et encourager une économie des boisements et des espaces naturels	
Favoriser la transmission des savoirs (communiquer, sensibiliser, éduquer...)	Sensibiliser les professionnels de la construction à la protection des arbres sur les chantiers	
	Promouvoir les techniques de taille raisonnée	
	Valoriser et faire connaître les bénéfices liés aux arbres urbains	
	Encourager l'organisation de fêtes de l'arbre	
	Créer un réseau de « sentiers nature » pédagogiques	
Favoriser la transversalité et le métissage des compétences (réseaux d'acteurs, synergies de travail...)	Élaborer des guides pluridisciplinaires de bonnes pratiques	
	Réaliser des plans territoriaux de désherbage et de gestion différenciée des espaces arborés	
	Collaborer au-delà de la filière paysage traditionnelle pour une prise en compte transversale des enjeux liés à l'arbre urbain.	
	Développer l'utilisation du protocole de cohabitation des arbres et des réseaux	
	Favoriser le développement de la plateforme d'échanges Échos-Paysage	
Relier les actions aux processus politiques ou	Élaborer des propositions pour l'amélioration de la protection des arbres dans les PLU	

réglementaires (PLU, Agenda 21, Règlement voirie...)	Systematiser l'étude du coût global pour toutes les opérations d'aménagement (publiques et privées)	
	Établir des ratios de surfaces d'espaces verts ou d'espaces boisés pour orienter les choix en matière d'aménagements publics et privés	
	Intégrer l'objectif de plantation au Plan « modes doux »	
	Renforcer l'intégration de la question de l'arbre en ville dans le Plan « Climat »	

Figure 12 : Tableau d'analyse de la Charte de l'Arbre du Grand Lyon
Source : (Grand Lyon, 2011)

Globalement, la Charte de l'Arbre a un réel effet sur l'ICU. La charte permet de sensibiliser les acteurs du territoire sur les bonnes pratiques à adopter pour adapter la ville au changement climatique.

C'est notamment à travers le volet « Favoriser la transmission des savoirs (communiquer, sensibiliser, éduquer...) » que la charte est la plus intéressante. Ce volet met en avant qu'il est essentiel de sensibiliser l'ensemble des acteurs du territoire aux bienfaits de l'arbre urbain pour que la démarche soit acceptée et appropriée et peut-être déclencher la participation citoyenne. La charte permettrait d'amorcer un travail de gestion participatif des espaces végétalisés en ville.

La recommandation de « Relier les actions aux processus politiques ou réglementaires (PLU, Agenda 21, Règlement voirie...) » est fondamentale, car la charte n'a pas une vocation réglementaire. C'est pourquoi, se tourner vers ces outils réglementaires permettraient d'appuyer et conforter l'enjeu de végétalisation et d'amélioration du cadre de vie. La charte montre la volonté d'utiliser l'arbre comme un outil permettant d'adapter la ville au changement climatique qu'il faudrait instrumentaliser de manière plus forte à travers des documents réglementaires.

L'arbre urbain est transversal à certaine thématique comme la gestion des eaux pluviales ou le risque inondation. Cette transversalité peut poser problème à l'organisation administrative de la collectivité en matière de gestion.

En effet, les aménagements dits « durables » sont devenus bien plus complexes pour l'administration car chaque service est cloisonné à travers ses propres thématiques comme l'énonce la responsable du Plan Climat du Grand Lyon, « *chacun regarde un peu son petit sujet* ».

La gestion est plus complexe car ces aménagements sont transversaux, c'est-à-dire qu'ils englobent différentes thématiques (eaux, végétation, voirie...). Ces thématiques coïncident à l'organisation « thématique » des services de la Métropole (service voirie, service arbre, service eau...).

Par exemple, un bassin de réception des eaux pluviales commandé par le Grand Lyon, a mis deux ans à être réceptionné. L'ouvrage devait être réceptionné par le service usine des eaux pluviales mais il avait été demandé dans une logique de ville perméable et d'infiltration des eaux pluviales. En parallèle, le service propreté utilise les eaux pour laver ses camions. Le service arbre est aussi intéressé pour pouvoir arroser les arbres. Finalement, l'ouvrage n'a pas été réceptionné car « *personne ne se sentait responsable du projet* ». Le témoignage de la responsable du Plan Climat, montre des difficultés administratives à gérer les responsabilités issues du développement durable concernant ces

ouvrages. Or vu qu'ils sont issus de politiques dites « transversales » alors ce sont tous les services concernés par l'utilisation de cet ouvrage qui devraient être responsables et pas seulement un seul service ou même aucun.

Les dysfonctionnements sont considérés comme « *normal* » par la responsable du Plan Climat du Grand Lyon. Un espace végétalisé alimenté par un système de gestion d'eaux pluviales ne correspond « *ni à des caniveaux, ni des jardins, ni juste un arbre* ». Des adaptations pourraient être envisagées au niveau de l'organisation de la collectivité en interne pour une action optimale et une image de chef de file renforcée. Elle doit montrer l'exemple car c'est elle qui a impulsé cette politique. Les problèmes administratifs ne doivent pas venir perturber la mise en place lente et fragile des aménagements « durables ».

2.2.4 LA PRISE EN COMPTE DE L'ICU DANS LE PLU : L'OUTIL LE PLUS EFFICACE QUI TOUCHE L'ENSEMBLE DES ACTEURS DU TERRITOIRE

Aujourd'hui ce sont les directions de l'eau et l'unité arbres et paysages du Grand Lyon qui sont les acteurs les plus opérationnels dans le rafraîchissement de la ville. Afin d'impliquer aussi bien les administrés que les communes du Grand Lyon, une intégration de normes, d'outils est envisagée dans les PLU. Elle aura un impact fort car une règle sera formulée et généralisée. Une attention particulière doit être portée à ce que la règle ne soit pas trop contraignante et ne bloque les projets urbains. Pour cela, la relation entre recherche et promoteur/aménageurs, office HLM etc. doit être optimale pour arriver à des résultats significatifs et opérationnels.

L'inscription d'une règle au PLU est le moyen le plus performant de lutter contre l'ICU. C'est aussi une question d'actualité, car les collectivités ont la volonté d'intégrer des outils au PLU pour une diminution de l'ICU. (MUSCADE, 2016) explique que « *La question de la prise en compte effective des problématiques liées à l'énergie et au microclimat urbain dans le processus de planification urbaine demeure une priorité pour les collectivités et les agences d'urbanisme* ». Le programme de recherche MUSCADE ajoute que des projets de recherches en cours « *visent aussi à proposer une méthodologie d'intégration de données quantitatives de microclimat urbain, climat et énergie dans les procédures juridiques et les politiques urbaines* ». Le projet MapUCE mené par le CRNM-GAME est en cours sur le sujet. C'est donc une question d'actualité en France et aussi à Lyon.

Quelques outils nouveaux permettent déjà de lutter contre une artificialisation des sols trop prégnants. D'autres plus anciens, permettent de gérer la forme urbaine, la gestion des eaux pluviales, le maintien ou non de zones naturelles et agricoles etc. D'autres sur les matériaux, pourraient être expérimentés. Le PLU est le principal outil pour mettre en application à l'échelle locale, à la parcelle des politiques initiées par la ville.

Le PLU permet de règlementer les règles de prospects et de hauteurs. A travers ces règles il est possible d'influencer l'ICU par la forme urbaine en permettant des couloirs d'aération, ou de limiter la densité par exemple.

Des dispositifs de gestion des eaux pluviales à la parcelle doivent être prévus pour chaque nouvelle construction. Ces dispositifs sont obligatoires sauf si la collectivité accepte un rejet des eaux pluviales dans le réseau d'assainissement. Ils pourraient permettre d'arroser les différents végétaux présents sur la parcelle ou même ceux situés sur l'espace public. Ce dispositif vient accompagner la lutte contre les ICU. Il est en place à Lyon dans le PLU depuis plus d'une quinzaine d'année

Des pourcentages de la parcelle devant rester en pleine terre peuvent être instaurés dans les PLU. Ce pourcentage permet de conserver une surface perméable minimum par parcelle. De fait, il permettrait de lutter contre l'ICU en plantant ces espaces. Il est préférable de

privilégier des surfaces en pleine terre que des toitures végétalisées (MUSCADE, 2014) ou bac à fleur car elles rafraîchissent bien plus la ville, elles sont donc plus efficaces. Est-ce que ces espaces se sous densifieront ? La collectivité doit trouver l'équilibre parfait pour à la fois se prémunir contre les ICU et contre l'étalement urbain.

D'autres outils, encore au stade de l'expérimentation notamment un coefficient d'ICU, pourraient être instaurés dans les PLU pour lutter contre l'ICU (Grand Lyon, 2015). Une fois expérimenté par les chercheurs, ce coefficient pourrait être intégré au règlement afin de ne pas dépasser un certain niveau d'ICU sur des zonages identifiés comme fortement touchés par le phénomène. Il faudra bien s'assurer que ce coefficient ne contraigne pas le développement de ces zones.

Le PLU reste l'outil réglementaire de prédilection pour une lutte efficace contre les ICU.

En parallèle des PLU communaux et intercommunaux, il existe bien souvent des Cahiers de Prescriptions ou de Recommandation Architecturales, Urbaines et Paysagère annexé au règlement des PLU ou autres documents comme les palettes chromatiques, ou encore les palettes végétales. La vocation des Cahier de Prescriptions est de « *créer des normes juridiques opposables aux tiers, au même titre que le règlement littéral qu'elles complètent* » (INSERGUET J-F, 2012). Les cahiers de prescriptions ne venant que préciser la règle, ils ne font pas l'objet d'une étude approfondie. Ils n'en restent pas moins un moyen pour lutter contre les ICU de manière précise en appliquant finement les découvertes de la recherche.

Les cahiers de recommandations sont « *destinées à servir de guide ou de conseil aux pétitionnaires, sans portée juridique* » (Inserguet J-F, 2012). Ils peuvent être juste un outil de conseil, de recommandations pour suivre ou montrer des « bonnes pratiques ».

En définitive, plusieurs outils existent déjà pour lutter contre l'ICU à travers le PLU. Ils ne sont pas tous utilisés. L'enjeu est de taille, car ces outils pourraient permettre une réelle action généralisée à l'ensemble d'un territoire sur le l'ICU. Ils doivent être maniés avec précaution afin d'être compatibles avec les réalités économiques des promoteurs en terme de faisabilité. Car si un coefficient en pleine terre trop important est imposé et qu'il est trop contraignant financièrement pour la rentabilité du projet, alors il ne pourra pas se faire ou bien devra être compensé en hauteur (mauvaise influence sur l'ICU).

Encore une fois, la quantification du phénomène par la science dure est un postulat essentiel pour rédiger la règle. C'est pourquoi, le Grand Lyon souhaite entreprendre un nouveau programme de recherche.

2.2.5 UN PROGRAMME DE RECHERCHE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT D'OUTILS OPERATIONNELS ADAPTES AU TERRITOIRE DANS UNE LOGIQUE D'INTERACTIONS ENTRE LES ACTEURS

2.2.5.1 *Le cas du projet EPOC (études de préfiguration d'un Observatoire local du climat) :*

2.2.5.1.1 *Un manque de connaissance du territoire avant de passer à l'action*

Dans le cadre du Plan Climat, le projet EPOC (Etudes de Préfiguration d'un Observatoire local du Climat) comme son nom l'indique, cherche à amorcer la mise en place d'un Observatoire Local du Climat. Venant compléter les précédents, ce programme a pour

but d'animer et sensibiliser autour de la création de l'Observatoire. Il a aussi pour but de donner des résultats scientifiques comme « *l'évaluation des enjeux les plus vulnérables aux aléas potentiellement amplifiés par le changement climatique* » ; et « *l'instrumentation du site lyonnais à l'échelle micro-locale (quartier)* ».

C'est bien pour doter la métropole de Lyon d'un réseau de la mesure fine de la température, l'ensoleillement, de la vitesse et de la direction du vent que ce programme scientifique a été imaginé.

EPOC a aussi pour but de rassembler d' « associer à la fois gestionnaires et chercheurs, en s'appuyant d'abord sur les ressources propres du LabEx IMU, de manière à mutualiser les synergies et établir un groupe de réflexion qui pourrait s'inscrire, de manière pérenne, dans une démarche de recherche-action » (Kuznik F, 2014). L'objectif d'EPOC est de trouver des synergies entre acteurs qui doivent mener à des résultats opérationnels.

2.2.5.1.2 *La relation entre gestionnaire (promoteur/aménageur, maîtrise d'ouvrage) et la recherche scientifique : des écarts de temporalités à combler*

Contrairement, aux autres programmes de recherches accueillis sur le territoire lyonnais, qui n'étaient pas phasés avec la constante évolution du projet urbain, EPOC veut rassembler les acteurs du terrain à la recherche scientifique appliquée. L'objectif sous-jacent attendu est de pouvoir donner des solutions aux acteurs du projet urbain pour « *rendre le processus très opérationnelle* » selon la responsable du Plan Climat. Parviendra-t-il à un processus opérationnel ou est-ce un programme de recherche supplémentaire ne menant pas à des actions concrètes par manque de communication entre les acteurs ?

2.2.5.1.3 *Un processus long*

Selon la responsable du Plan Climat, avant d'aboutir à des modèles utilisés et utilisables à l'échelle « *micro-locale* », il faudra « *5 ou 10 ans* ».

Pendant ce laps de temps, il est déjà possible de mobiliser les acteurs du territoire, ce que fait le Grand Lyon à travers son Plan d'action partenarial, la charte de l'arbre, le référentiel des espaces publics.

Pour le moment, la superposition d'une multitude d'outils mène à de petites actions mais pas à une action globale et structurée en matière de lutte contre l'ICU sur le territoire. L'impulsion peut venir d'en bas. En effet, le citoyen est déjà impliqué dans des actions locales soit par passion, soit par engagement en faveur d'une adaptation de la ville aux changements climatiques.

2.3 COLLECTIVITE ET CITOYEN : UNE VISION D'AVENIR POUR LUTTER CONTRE L'ICU

2.3.1 LE CITOYEN DEJA SENSIBLE A LA NOTION DE CADRE DE VIE AGREABLE

Dans le cadre d'un questionnaire mené dans le quartier de la Buire à Lyon, les usagers de l'espace public sont 28 sur 32 à être en faveur du concept de ville nature, soutenu en faveur d'un cadre de vie appréciable et donc la lutte contre les ICU. En effet, 30 interrogés sur 32 sont gênés par les fortes températures en ville. Ce résultat démontre bien

une prise de conscience du phénomène par les usagers et une envie d'espace arboré synonyme de fraîcheur. La responsable du Plan Climat au Grand Lyon vient appuyer ces résultats car « *il y a quand même de la demande sociale, du bottom-up, qui fait que les projets se végétalisent. C'est bien parce qu'il y a cette demande qu'ils le font* » en parlant des maîtrises d'ouvrages.



Figure 13 : Un travail de recherche sur le confort urbain ne se fera pas sans la prise en compte des citoyens, « experts d'usage » de la ville...

Source : (Grand Lyon, 2015)

De plus, elle ajoute que la démarche actuelle pour lutter contre les ICU « *est plus top-down au sens où la connaissance il faut qu'elle s'élabore au niveau stratégique, donner des billes à ceux qui font* ». Or, la prise de conscience s'élabore « en haut », la prise de mesures météorologiques et la formation continue qu'elle engendre peut être réalisée par le citoyen.

Pour ces raisons, le citoyen peut être une ressource non négligeable pour opérationnaliser le processus de lutte contre les ICU. Le Grand Lyon donne les éléments nécessaires, la stratégie à adopter pour une action efficace contre les ICU et les citoyens se l'approprient.

2.3.2 LES CITOYENS COMME POINT D'APPUI POSSIBLE DE LA COLLECTIVITE

2.3.2.1 Réseaux de mesures existants

Actuellement, des réseaux de mesure météorologiques collaboratifs existent. Par exemple le site Wunderground.com permet aux amateurs de météorologie d'enregistrer des relevés météorologiques localisés sur le site. Dans le monde, il y a plus de 200 000 stations météorologiques installées. Elles sont plus ou bien installées selon des règles plus ou moins précises. Mais, ce chiffre révèle un terreau qu'il est possible d'exploiter par la collectivité moyennant une formation et une valorisation. Ce type de dispositif permettrait à la collectivité de se forger une base de données très précise sur son territoire et former les citoyens de manière continue aux techniques de mesures utilisées par la recherche. Cette base de données pourrait permettre de suivre les effets des ICU et faciliter le travail de la recherche. Les chercheurs et la collectivité pourraient se consacrer à l'analyse des données et à la confection de modèles permettant de lutter contre les ICU.

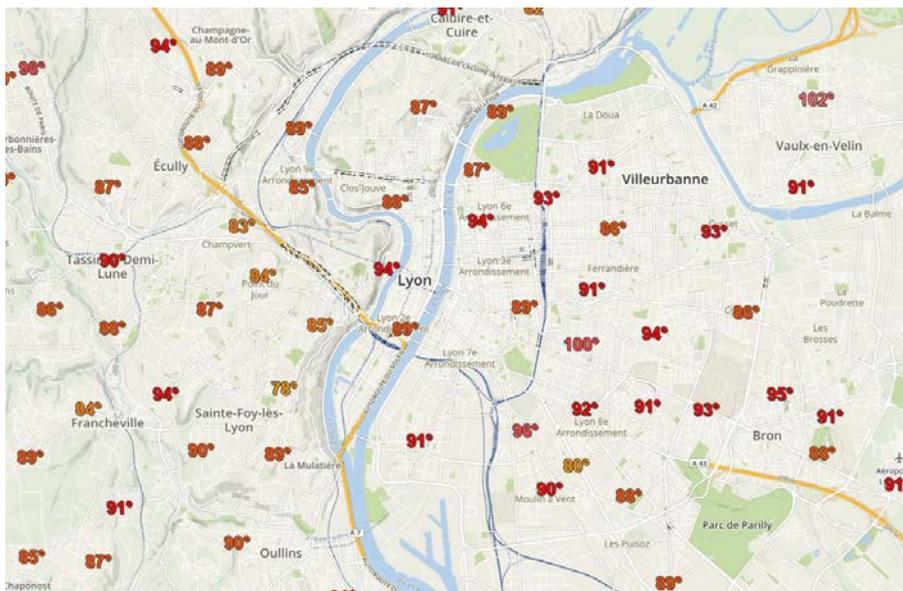


Figure 14 : Extrait d'une carte de relevé de température tirée du site internet wundermap.com

Sur cette image tirée du site internet « wundermap » à 18h49 laisse apparaître des différences de températures entre les espaces urbains. Cette démarche de collecte de données profite au secteur privé, mais c'est une manne considérable pour la collectivité. Il s'agira pour elle de s'approprier cette nouvelle ressource.

2.3.2.2 Des coûts de gestion des espaces publics élevés pour la collectivité : une solution, l'entretien participatif

L'émancipation de l'agriculture urbaine ces dernières années démontre que les citoyens recherchent de nouvelles façons de pratiquer l'espace public et la ville. Jardins partagés, potagers et autres formes d'agriculture urbaines sur le domaine public, montre qu'une nouvelle forme d'entretien de ces espaces est possible. Du point de vue de la collectivité, c'est potentiellement une manière de déléguer la gestion d'espaces publics à des habitants.

L'entretien d'espaces publics végétalisés est coûteux pour la collectivité. En effet, selon la responsable du Plan Climat « ça coûte quand même chère d'entretenir des arbres ou les espaces plantés ». C'est pourquoi, « ce qui est sûr c'est que si on veut multiplier les points de fraîcheur en ville, il va falloir de l'implication citoyenne pour l'entretien ».

L'initiative du Grand Lyon « Plantez un arbre » consiste à laisser le choix aux citoyens de localiser l'emplacement d'un futur arbre en ville. Est-ce que cette initiative de la collectivité serait les prémices d'un entretien participatif des espaces publics par les citoyens ? Difficile à affirmer. Ce qui est sûr c'est que la participation des citoyens en générale prend de plus en plus de place dans la vie de la ville. La collectivité aimerait bien parvenir à généraliser ce type d'actions car, sans elle, la multiplication des espaces végétalisés entraîneraient des dépenses supplémentaires pour l'entretien qui se répercuteraient sur les impôts. Les Comités de Quartier pourraient être un interlocuteur qui permettrait de gérer l'entretien participatif.

En parallèle, les concepteurs paysagistes devront sans doute proposer des alternatives pour réduire les coûts de gestions et de constructions des espaces publics de demain.

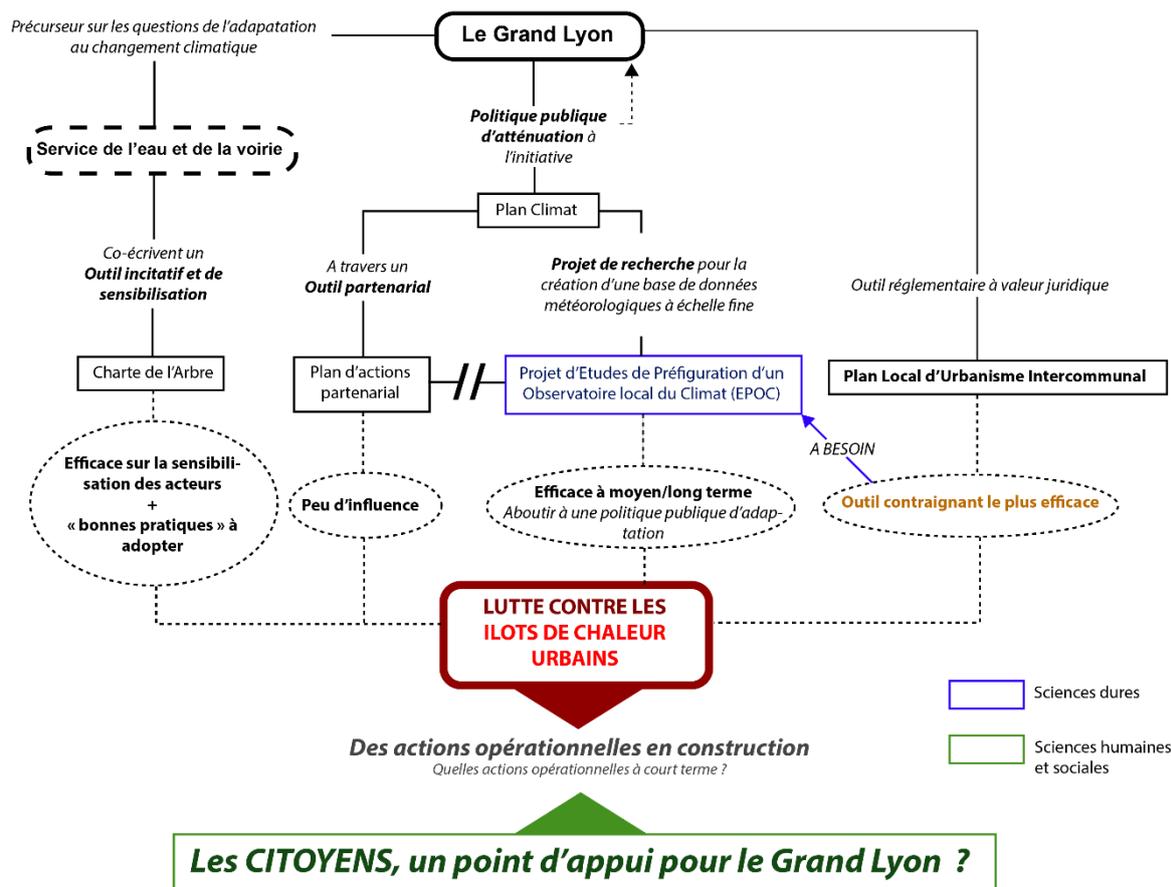


Figure 15 : Schéma de synthèse illustrant la place du Grand Lyon dans la lutte contre les ICU à travers des outils mis en place
Source : J.NAEGELEN, 2016

Historiquement, sur le territoire du Grand Lyon, la lutte contre l'ICU est l'affaire de la collectivité. Elle impulse les initiatives de manière descendantes. Mais, elle cherche à impliquer les chercheurs par nécessité car elle ne possède pas les compétences techniques en interne pour répondre aux nombreuses interrogations que posent la lutte contre les ICU. Puis, ce sont des bureaux d'études, des promoteurs, des aménageurs, des entreprises, d'autres collectivités et partenaires qui ont été impliqués. La collectivité ne peut pas intervenir seule. De plus, il manque un acteur majoritaire à l'appel, l'habitant. Actuellement, celui-ci est une cible de choix. Il est l'acteur qui est capable d'accélérer la lutte contre les ICU, de donner une autre envergure au processus d'élaboration d'actions opérationnelles sur le territoire car il pourrait permettre de participer à l'élaboration de bases de données météorologiques, données indispensables à la contextualisation du phénomène pour des actions efficaces sur le territoire. Ces données sont manquantes à l'échelle de locale et micro-locale sur l'ensemble du territoire. Pour le moment, se sont seuls les chercheurs et les scientifiques qui peuvent apporter ces données, mais il faut encore du temps. Des outils participatifs ou collaboratifs émergent comme des réseaux de stations météorologiques entretenues par des particuliers, mais cette démarche demande à ce que la collectivité s'organise à court / moyen terme pour soutenir ce type d'actions. Or, aujourd'hui Lyon possède déjà le climat de Montpellier ou d'Avignon il y a 30 ans (Grand Lyon, 2015). Comment lutter à court terme contre un phénomène dangereux pour la ville ? Il semblerait que la perception citoyenne permette d'apporter des éléments de réponses. L'objet de la dernière partie portera sur ce sujet.

3 LA PERCEPTION DES USAGERS DE LA ZAC DE LA BUIRE COMME OUTIL D'AIDE A LA DECISION EN MATIERE D' ACTIONS A MENER POUR LUTTER CONTRE L'ICU

La légitimation d'une politique publique par le citoyen permet d'effacer les principales critiques envers le politique, si celle-ci est acceptée.

La première partie de la démonstration a permis de mettre en avant que la prise de conscience de lutter contre les ICU présente des enjeux transversaux d'actualités auxquels pourraient avoir à faire face la ville dans un avenir proche. Malgré l'existence d'outils de caractérisation du microclimat (LCZ) à l'échelle de l'îlot (Stewart et Oke, 2012), des interrogations persistent quant à la quantification et l'évaluation des moyens de lutte actuels (végétalisation, choix des matériaux, densité du bâti souhaitable, réduction des émissions de chaleur anthropiques...).

Dans un second temps, nous avons mis en évidence les conséquences de cette prise de conscience sur le territoire de la métropole lyonnaise. Cette prise de conscience s'accompagne d'une mobilisation de la part de la collectivité autour de la question de l'adaptation de la ville au changement climatique en vue d'en faire une politique qui serait menée en parallèle de la politique d'atténuation en place. Le Grand Lyon tente d'impulser une dynamique de prise en compte de ce phénomène auprès des acteurs au sein de son administration (les techniciens des différents services, les élus) et des acteurs de la fabrique urbaine (promoteurs/aménageurs ; paysagistes ; urbanistes ; architectes). Mais, la collectivité est confrontée à un manque de données météorologiques à l'échelle locale et micro-locale de son territoire. C'est pourquoi, la collectivité a en premier lieu inclut les chercheurs (privés et publics), afin de comprendre le phénomène sur son territoire (Dudek J, 2011), puis de créer des bases de données (projet EPOC). L'objectif pour la métropole est de pouvoir quantifier le phénomène à l'échelle micro-locale (quartier) avant de pouvoir mener une action opérationnelle sur le territoire. A travers des outils comme le PLU, les chartes et référentiels (...), le processus de lutte contre l'ICU est un processus qui cherche à s'opérationnaliser. De fait, il est encore en construction.

Dans le même temps, il y a un engouement de la part des administrés pour la question de l'amélioration du cadre de vie urbain. D'un côté, cet engouement se traduit par une volonté accrue de végétalisation de la ville, pour certain par l'agriculture urbaine, pour d'autre une volonté de multiplication des espaces arborées.

La multiplication d'initiatives participatives et collaboratives soient mises en place par la collectivité, soient par des sites collaboratifs laisse-t-elle présager une implication de plus en plus forte des citoyens dans la gestion des espaces publics et l'élaboration de bases de données localisées ?

Des partenariats existent déjà entre les acteurs privés, la recherche et le Grand Lyon. Mais, il n'en n'existe pas encore avec la société civile sur la question de l'ICU. Or, la recherche a besoin encore de temps pour obtenir des résultats significatifs à l'échelle locale. En partant de ce principe-là, la perception citoyenne ne pourrait-elle pas être un outil d'aide à la décision qui permettrait de légitimer des actions concrètes sur le territoire pendant que la recherche aboutisse à des résultats ?

L'hypothèse à laquelle nous allons répondre pendant le déroulé de cette partie est la suivante :

- **La perception des citoyens est un outil d'aide à la décision locale permettant de légitimer des actions concrètes sur le territoire, à court terme, pendant que la recherche élabore des actions opérationnelles de lutte contre les ICU à l'échelle du projet urbain, locale et micro-locale.**

Pour répondre à cette hypothèse, un questionnaire a été mené sur la ZAC de la Buire, un quartier lyonnais relativement dense et récent. 32 réponses ont permis d'appréhender le ressenti des usagers du parc Kaplan (espace public de la ZAC) sur le quartier, sur leur sentiment de fraîcheur au sein du quartier par rapport à l'extérieur et sur leur degré de sensibilité face à l'ICU. En dernier lieu, ils ont eu l'occasion de s'exprimer sur les aménagements envisageables pour lutter contre les ICU. Les résultats du questionnaire vont être la source principale de la démonstration de cette dernière partie.

32 personnes interrogées n'est pas un nombre suffisant pour répondre avec certitude à l'hypothèse. L'enquête permet tout de même de dégager des pistes de réflexions à nuancer. Les résultats et les questions se trouvent en annexe 10 et 11.

3.1 LA ZAC DE LA BUIRE, UN PROJET URBAIN PRECURSEUR SUR L'ADAPTATION DE LA VILLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

3.1.1 LE PARC KAPLAN IDENTIFIE COMME ADAPTANT LA VILLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET CARACTERISE PAR LA NOTION « NATURE EN VILLE »

Le parc Kaplan, espace public au cœur de la ZAC, a été identifié dans un répertoire de l'Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC) comme étant un aménagement participant à l'adaptation de la ville au changement climatique et intégrant la nature en ville. En appréciant la description du projet faite dans ce répertoire, le terrain d'étude a semblé être idéal compte tenu de la faisabilité du questionnaire en termes de temps et d'échelle. Le parc Kaplan est décrit comme « *Parc urbain, stockage d'eau, îlot de fraîcheur urbain, anciennement friche industrielle, logement, bureaux* » (Initiative_adaptation_au_CC_RA_6_juillet_2015). C'est bien le terme « îlot de fraîcheur urbain » qui a amené à s'interroger sur le rôle de rafraîchissement de cet espace. Est-ce que le Parc Kaplan au sein du quartier de la Buire est bien un îlot de fraîcheur urbain ? Est-ce que la science sociale peut venir affirmer l'identification réalisée par l'ORECC ?

Avant de répondre à ces questions, le contexte général et l'historique de création de la ZAC semble indispensable à appréhender.

3.1.2 CONTEXTE ET HISTORIQUE

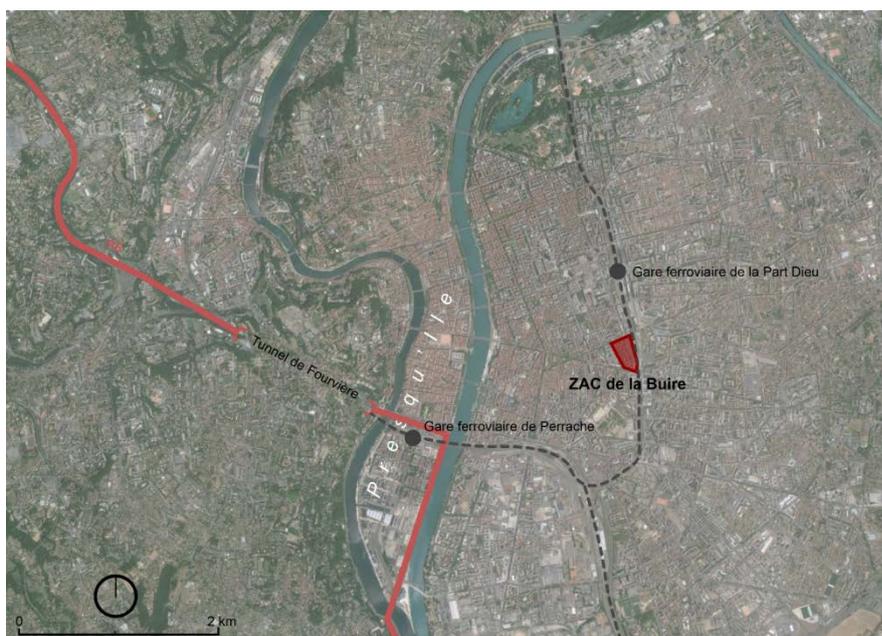


Figure 16 : Schéma de localisation de la ZAC de la Buire à Lyon
Source : Google Earth, 2016
Réalisé par J. NAEGELEN, 2016

La ZAC de la Buire s'étend sur 5.5 hectares sur une ancienne friche industrielle. Elle se situe à l'ouest de Lyon, au sud de la gare de Part-Dieu dans le 3^{ème} arrondissement. La ZAC prend place dans un environnement très urbain, au sein d'un tissu d'immeubles de type R+6 à R+9.



Figure 17 : Photographie représentant la densité élevée du quartier, marquée par des façades de bâtiments donnant sur rue
Source : J. NAEGELEN, 2016

La procédure de ZAC a été lancée le 20 octobre 2003, après la date de la canicule mortelle qui a touché l'Europe. Il y a-t-il eu une prise de conscience de dernière minute en faveur d'un apport de fraîcheur ou autres dispositifs pour atténuer les effets de tels événements ?

Ce quartier a été sélectionné pour un projet de recherche EVA (Eau, Albédo et Végétation) pour l'évaluation d'un processus de rafraîchissement du climat. En effet, un dispositif d'humidification de la chaussée a été testé afin d'évaluer son impact sur le microclimat local et le confort thermique et donc le cadre de vie des habitants.

3.1.3 LE MARIAGE ENTRE FORTE DENSITE ET ESPACE D'AERATION

Au sein du périmètre de ZAC, la densité est élevée (R+6 à R+9) et les rues relativement étroites (environ 16 m). Afin de briser cette densité importante, un parc a été implanté en son centre ainsi qu'une école. Le secteur alterne logements et bureaux. Des arbres d'alignement viennent agrémenter les espaces vides. Cet espace a donc été pensé dans une logique de ville compacte. Il est structuré autour d'un parc central (parc Kaplan) tout en étant à proximité d'un axe majeur de la ville menant vers le quartier d'affaire de la Part Dieu.

3.1.4 UNE GESTION DES EAUX PLUVIALES A L'ECHELLE DU PROJET

Dès le départ la gestion des eaux pluviales a été un élément fort du projet. La responsable du Plan Climat au Grand Lyon le rappelle car « on a interdiction de mettre les eaux pluviales aux réseaux ». Le surplus d'eaux pluviales est dirigé vers des bassins de rétentions souterrains. Lorsque ces bassins sont pleins, l'eau se déverse dans des bassins du parc Kaplan.

3.1.5 UN QUARTIER PRECURSEUR DANS LA LUTTE CONTRE LES ICU

Un des objectifs initial de la ZAC était de « *développer un secteur mixte à dominante résidentielle paysagère* » (Foras M., Berger M., Michaud C., Hilaire M., 2015). C'est bien la notion de résidentiel paysagère qui détermine déjà en 2003 une volonté d'offrir un cadre de vie agréable.

Gérer les eaux pluviales à l'échelle du quartier signifie indirectement une volonté d'optimiser la ressource, de la retenir le plus longtemps possible, soit en vue de la réutiliser, soit pour éviter une surcharge du réseau d'assainissement lors des fortes précipitations.

Cette gestion a induit de retenir l'eau sur les toits par exemple. C'est dans ce cadre que quelques toitures végétalisées prennent place sur certains immeubles. Les toitures végétalisées, si elles sont suffisamment irriguées, participent à la diminution de l'ICU.

De plus, les cœurs d'îlot sont végétalisés comme le montre l'image ci-dessous. Il n'a pas été possible de vérifier si ces arbres sont plantés en pleine terre ou non. Mais à la vue de leur taille relativement importante on peut imaginer que oui. Ces cœurs d'îlots permettent de réguler la température et d'apporter de l'ombre en pied d'immeuble. De plus, certains cheminements piétons sont en pavés alvéolés et en stabilisés de teinte clair, ce qui a pour effet de faciliter l'infiltration des eaux pluviales, voir limiter l'ICU de par sa teinte. Il permet aussi de rafraîchir l'atmosphère plus longtemps qu'avec un simple bitume où l'eau s'y évapore très rapidement.



Figure 17 : Photographie représentant des jeunes arbres et de la végétation spontanée en cœur d'îlot
privatif

Source : J. NAEGELEN, 2016



Figure 18 : Photographie représentant des jeunes arbres et du revêtement au sol perméable favorisant l'infiltration des eaux pluviales
Source : J. NAEGELEN, 2016

Les arbres d'alignement, une fois arrivés à maturité, participeront aussi à réguler la température extérieure du quartier. Dans la même optique, le parc Kaplan est un régulateur de la température.

La responsable du Plan Climat du Grand Lyon affirme que « pour le coup l'architecte à l'époque avait quand même cité la question du confort thermique parce qu'il y avait pleins de terrasses et le revêtement blanc apparemment avait été choisi dans cette idée de limiter la surchauffe ». Elle poursuit en concluant que « ça montre bien que là il y a une sensibilité sur l'ICU ». Est-ce due à la prise de conscience des effets des fortes vagues de chaleur issu de la canicule de 2003 ? Ou simplement une demande de la collectivité ? Ou une proposition de l'architecte ? A cette époque le phénomène été déjà connu, mais il était encore moins possible d'évaluer les moyens de lutte.

A l'heure actuelle, les arbres n'étant pas encore matures, l'efficacité du quartier pour lutter contre les ICU reste à confirmer.

Il n'existe pas d'évaluation des effets du quartier sur son environnement et encore moins en matière de lutte contre l'ICU. A l'aide du LCZ (Stewart et Oke, 2012), une caractérisation de l'îlot de chaleur urbain de manière empirique est possible, même si celle-ci reste théorique.

3.2 LA NOTION DE « LOCAL CLIMATE ZONE » IDENTIFIE LE PARC DE LA BUIRE COMME UN ILOT DE FRAICHEUR

L'objectif de cette partie est de démontrer par la science dure, notamment la notion de Local Climate Zone (Stewart et Oke, 2012) que le quartier est bien soumis à un effet d'ICU.

Cette identification a été réalisée à l'aide des différentes typologies mises en évidence par (Stewart et Oke, 2012). Par l'analyse d'une vue aérienne et des sorties de terrain, il a été possible de qualifier chaque îlot de la ZAC.

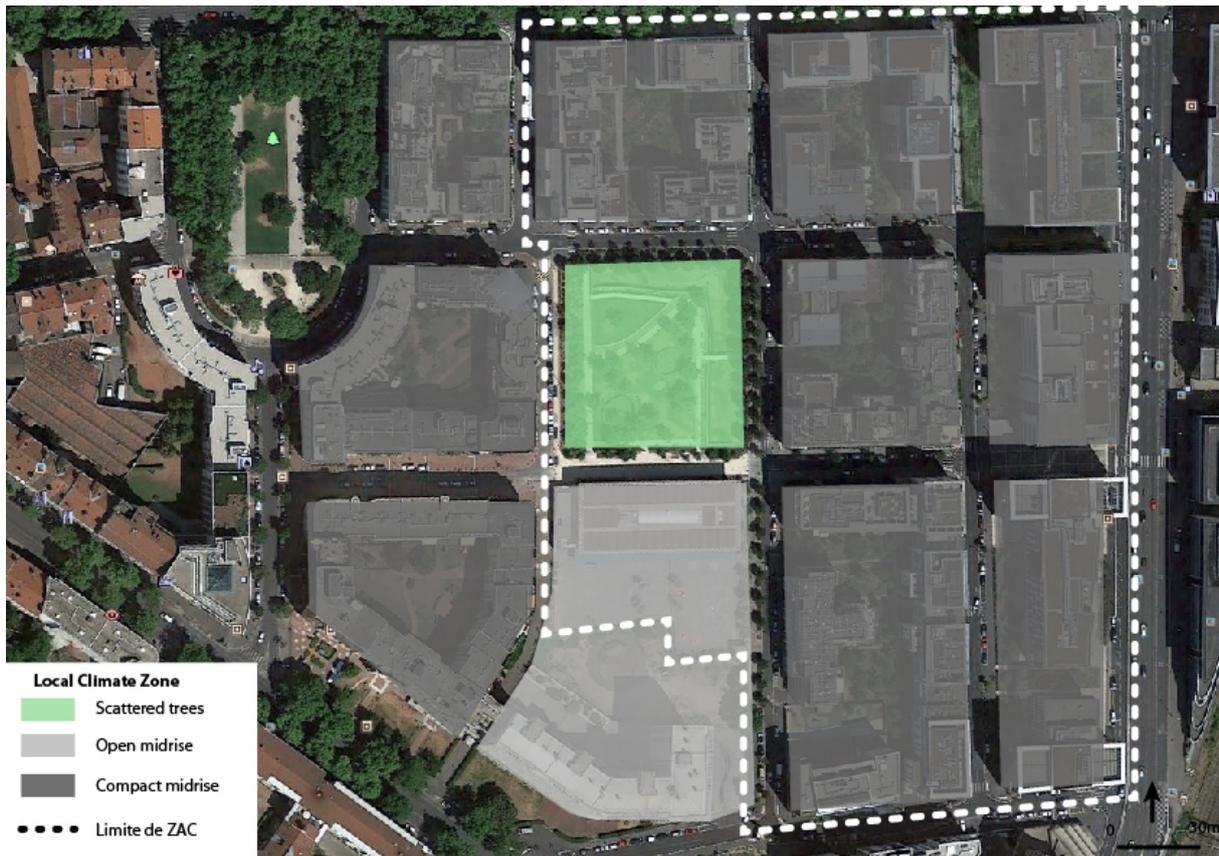


Figure 19 : Carte de caractérisation du microclimat de la ZAC de la Buire d'après la méthode de classification de LCZ

Source: (Stewart, Oke, 2012; Google Earth, 2016)

Réalisé par J. NAEGELEN, 2016

De manière générale, la ZAC appartient à des îlots de type « ensemble d'immeubles compacts ». Au sud, il est possible de distinguer un « ensemble d'immeubles espacés » caractérisé par l'école et un bâtiment collectif. Cette typologie se traduit sur le terrain par une école et sa cour de récréation. Et pour finir, le Parc Kaplan, au centre, est identifié comme un îlot d' « arbres épars ».

A partir de cette classification il est possible de caractériser l'ICU à partir d'un graphique élaboré par (Stewart et Oke, 2012).

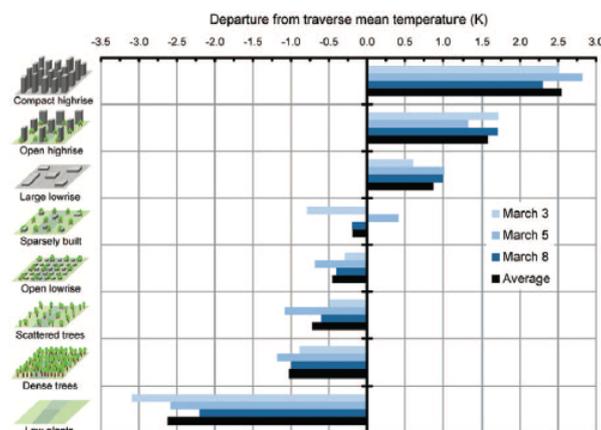


Figure 20 : La différenciation thermique du microclimat local utilisant les températures de la traversée de Vancouver en voiture un soir calme et clair en mars 2010

Source : Stewart et Oke, 2012

Ce tableau a été élaboré à partir de mesures prises à Vancouver à trois dates différentes. L'objectif de ce tableau est de donner un ordre d'idée sur les écarts de température entre les différentes typologies. C'est à l'aide de celui-ci que nous allons pouvoir analyser les résultats obtenus sur la ZAC de la Buire.

Les typologies « *open midrise* » et « *compact midrise* » se situent entre les typologies « *large lowrise* » et « *open highrise* » car les densités du bâti sont à l'intermédiaire entre les deux typologies. Donc, l'ICU devrait se situer entre 1 et 1.5 K, soit 1 à 1.5°C. Tandis que la typologie « *scattered trees* », a une température plus faible de -0.5°C par rapport à la valeur de référence. Il est donc possible de considérer un écart de relatif de 2°C environ entre les typologies urbanisées et la typologie non urbanisée. Le système de standardisation des microclimats urbains à l'échelle des îlots, proposé par (Stewart et Oke, 2012) affirme que le parc Kaplan est un îlot de fraîcheur.

Est-ce que le Parc Kaplan au sein de la ZAC de la Buire est-il un lieu de fraîcheur ?

La science sociale, à travers un questionnaire, va être mobilisée afin d'apporter des réponses à cette question et pouvoir justifier ou non le fait que la perception citoyenne peut être un outil d'aide à la décision.

3.3 LA SCIENCE SOCIALE : CONFIRMATION ET PRECISION DE LA SENSATION DE FRAÎCHEUR DANS LE PARC KAPLAN

L'enquête menée sur le quartier de la Buire a porté sur l'interrogation de 32 usagers. Elle a été réalisée sur deux jours : l'une le samedi 10/07/2016 et l'autre le 15/08/2016 au courant de l'après-midi. La température ces jours-là était, respectivement, comprise entre 30 et 33°C.

Pour atteindre des résultats plus significatifs, il faudrait interroger un plus grand nombre de personnes, dans des typologies d'espaces différentes (hyper centre-ville, périphérie, quartier calme, quartier bruyant minéral...). De plus, l'enquête devrait être menée à chaque saison afin d'avoir une vision plus objective. Les temporalités d'interrogations des usagers devraient privilégier l'ensemble des temporalités de la journée et de la soirée.

Outre, ces préconisations permettant d'améliorer l'objectivité des résultats, cette enquête sur un espace donné a permis de mettre en évidence des premiers éléments qu'il est possible d'exploiter tout en gardant une analyse critique sur la situation.

Premier résultat d'ordre général, 29 interrogés sur 32 sont conscients que la ville de Lyon a une température plus élevée que la périphérie ce qui signifie qu'ils sont conscients du phénomène d'ICU et qu'il n'est pas anodin.

De plus, 29 interrogés sur 32 se disent gênés par les fortes chaleurs en ville. Cette gêne engendre des solutions comme quitter la ville, rester chez soi, aller à la piscine, pratiquer les parcs ou se climatiser. Les solutions émises sont en lien avec la capacité physique, financière etc. des usagers à pouvoir se déplacer.

3.3.1 UN PARC DU QUOTIDIEN

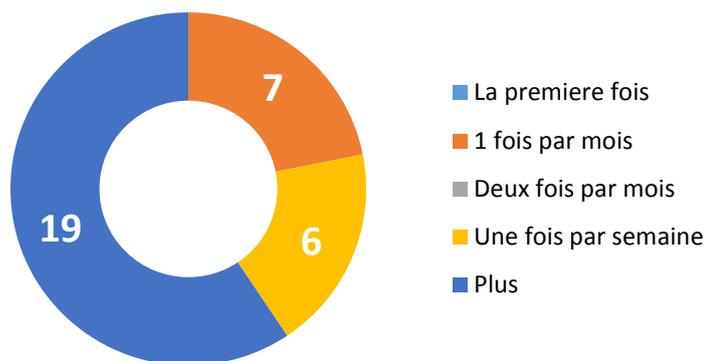


Figure 21 : Graphique de la fréquentation du parc Kaplan
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

Pour 25 usagers, le parc Kaplan est pratiqué au moins 1 fois par semaine. Ce résultat montre qu'il est pratiqué au quotidien car plus de 19 interrogés s'y rendent plus d'une fois par semaine. Lors de fortes chaleurs, les habitants se rendent dans les parcs. C'était le cas lors de la passation des questionnaires. Afin de confirmer cela, il faudrait réaliser le même entretien lorsque la température est beaucoup plus basse afin de vérifier si les interrogés se rendent aussi souvent dans le parc. Pour quelles raisons se rendent-ils dans le parc ?

3.3.2 LA FRAICHEUR : LA RAISON PRINCIPALE DE LA VENUE DANS LE PARC

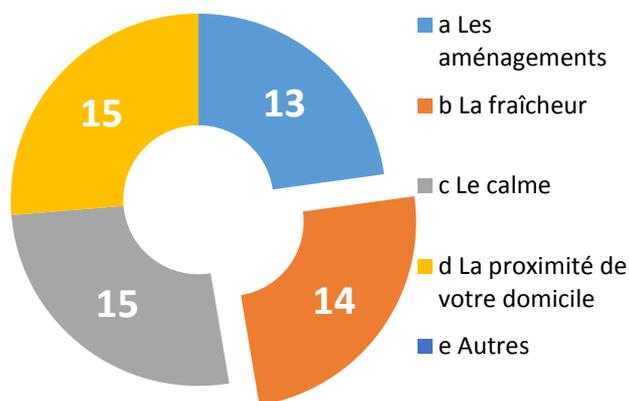


Figure 22 : Graphique des facteurs de venue dans le Parc Kaplan
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

En premier lieu, la quasi-totalité des interrogés (30 sur 33) ont répondu de manière multiple à la question. Il est possible de constater que la fraîcheur est un facteur de venue dans le parc au même niveau que le calme, les aménagements et la proximité du domicile.

Le calme peut être interprété par le fait que les voitures sont peu nombreuses dans le quartier ce qui rend le quartier paisible surtout au niveau du parc Kaplan. Le parc n'est pas entouré de grands axes routiers mais de voies apaisées ce qui diminue considérablement

les nuisances sonores. De plus, la voiture étant peu présente dans le quartier, il n'y a que peu d'émissions de chaleur thermique venue des voitures. La faible présence de l'automobile participe à la sensation de fraîcheur du quartier. Le cadre dit « apaisé » est à la fois un facteur de calme et potentiellement un facteur de fraîcheur.

Les aménagements peuvent renvoyer à la qualité des équipements et du mobilier urbain installés, mais aussi à la végétation présente dans le parc, ou de manière générale à l'aménagement du parc et du quartier. Dans notre cas l'aménagement renvoie à l'agencement du parc et donc à l'espace végétal, à la présence de bassins d'eaux pluviales, de jeux pour enfants etc.

La proximité avec le domicile renvoie à un cadre de vie agréable mais aussi à un espace public qui fonctionne correctement. Il profite aussi bien aux habitants du quartier qu'aux habitants voisins. Cet espace structure la vie sociale du quartier de par sa position centrale et sa pratique.

La fraîcheur peut être un facteur de venue dans le parc au même titre que les aménagements, le calme et la proximité avec le domicile. C'est une combinaison de facteurs qui fait de ce parc un lieu pratiqué. La fraîcheur n'est pas le seul facteur ayant incité les usagers à se déplacer ici. Elle s'inscrit dans un cadre plus global du cadre de vie amélioré et de proximité avec les espaces publics.

Compte tenu de la thématique du mémoire sur les ICU, il a semblé intéressant de demander aux usagers de qualifier le sentiment de fraîcheur qu'ils ont dans le quartier.

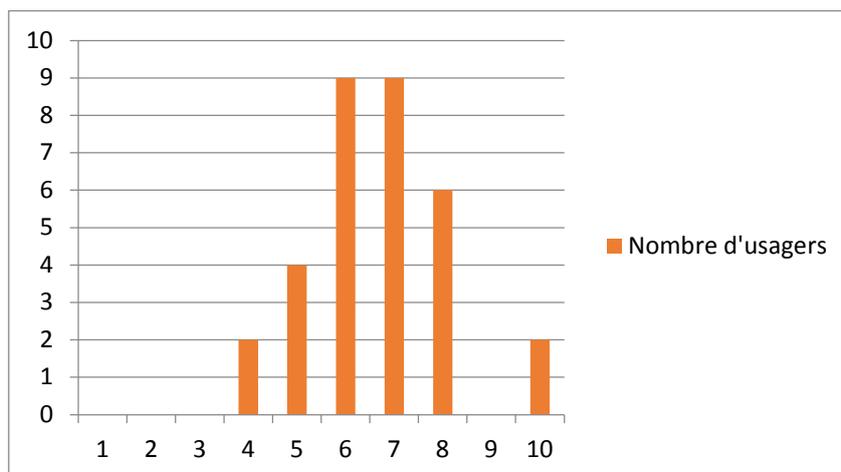


Figure 23 : Graphique montrant le sentiment de fraîcheur perçu par les usagers du parc Kaplan sur une échelle de 1 à 10

Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

Plus de 26 interrogés trouvent que le sentiment de fraîcheur est plus élevé par rapport à un espace de type avenue ou hyper-centre. 4 d'entre eux considèrent qu'il est équivalent à un autre espace de la ville et 2 seulement trouvent qu'il en dessous du confort thermique que l'on peut avoir ailleurs dans Lyon.

Ce résultat révèle que le parc Kaplan possède des atouts en termes de rafraîchissement. Et surtout qu'il participe à un climat local perçu, de bonne qualité.

3.3.3 LA NOTION D'ICU : UNE NOTION TROP TECHNIQUE MALGRE DES MOYENS DE LUTTE MAITRISES

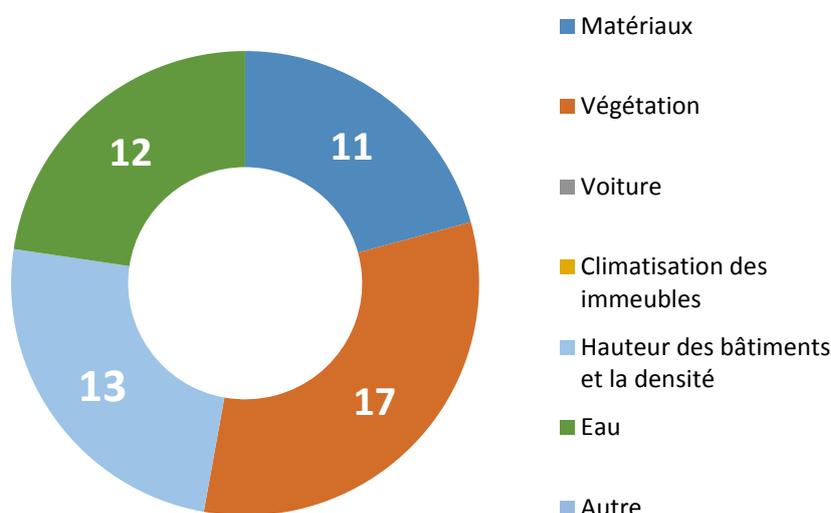


Figure 24 : Graphique des causes de fraîcheur du quartier
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

Selon les usagers, la cause de fraîcheur dans le quartier est due majoritairement à la végétation. Or, la plupart ont privilégié une réponse multiple. Ainsi, ils associent à la végétation, aussi bien l'impact des matériaux, de l'eau dans les bassins mais aussi la hauteur des bâtiments et la densité. Cette dernière cause est plus surprenante et révèle être en contradiction avec les résultats de la recherche empirique. C'est sans doute l'apport d'ombre des bâtiments qui fait que cette cause a été identifiée par les usagers.

De manière générale, les causes de fraîcheur émises par les interrogés concordent avec les moyens de lutte connus contre l'ICU. Ils ont donc une connaissance relativement fine du phénomène alors qu'ils n'appréhendent pas forcément la notion. La combinaison des facteurs par les usagers prouvent que les usagers sont conscients que c'est bien un ensemble de facteurs qui fait que le quartier est relativement frais.

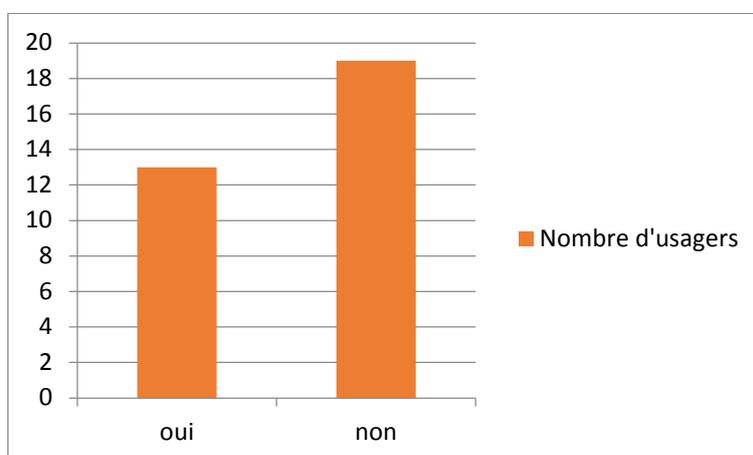


Figure 25 : Graphique de la connaissance du phénomène d'ICU par les usagers
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

Au regard des résultats précédents et du constat que la notion d'ICU est plutôt mal connue des usagers, la notion d'ICU paraît trop technique. Pourtant elle est appréhendée implicitement. Un manque de communication sur le sujet est peut-être à l'origine de cette technicité accrue. Ou peut-être que la notion n'est pas encore suffisamment maîtrisée dans son fonctionnement pour qu'elle soit comprise et connue. La collectivité doit-elle privilégier une approche plutôt technique dans sa communication ? Ou au contraire, doit-elle aborder le sujet de manière plus généraliste ?

3.3.4 LA VILLE NATURE UN TREMPLIN POUR FAIRE CONNAITRE L'ICU

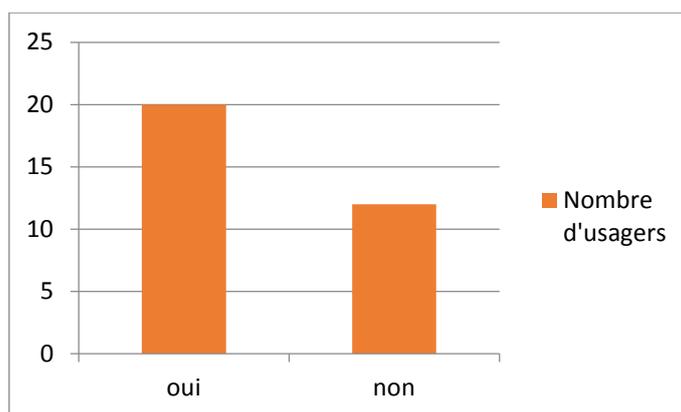


Figure 26 : Graphique de la connaissance de la notion de ville nature
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

En revanche, la notion de ville nature, assimilable au processus de végétalisation des villes, a plus de sens pour les usagers, car 20 interrogés connaissent le concept. Cette notion permet de lutter contre l'ICU en ville, donc elle pourrait être un tremplin pour faire connaître l'ICU. De plus, plusieurs notions transversales se recoupent comme la perméabilité des sols, la gestion des eaux pluviales, la notion de sociabilité à travers l'espace public... Mais ce concept ne regroupe pas l'ensemble des moyens de lutte comme l'aération des villes par exemple.

3.4 LA VOIE CITOYENNE, FORCE DE PROPOSITION A COURT TERME ET ACCEPTABLE POLITIQUEMENT

En guise d'introduction, la Mairie de Paris a mis en place une plateforme ressemblant au jeu de simulation Sim City où les parisiens peuvent proposer l'aménagement d'un parc dans le 18ème arrondissement. Ce type d'initiative permet à Anne Hidalgo d'« associer les Parisiens à la politique de la ville » car c'est, « le meilleur moyen de désamorcer les critiques » (Chirache E., 2016)

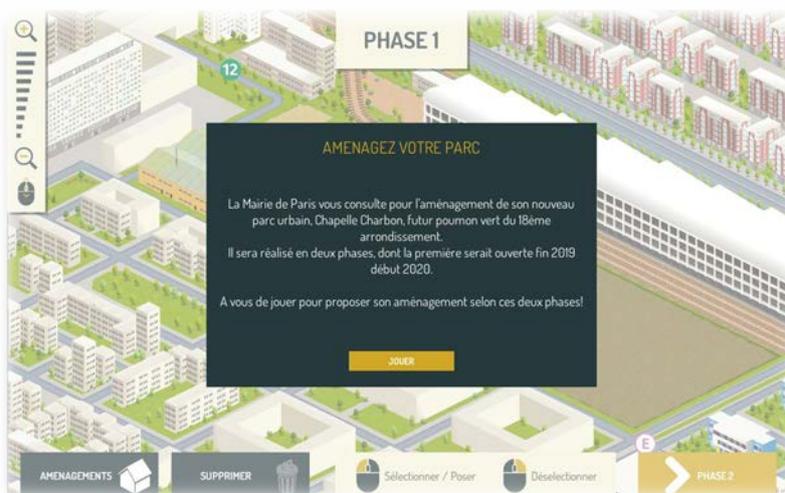


Figure 27 : Illustration de la participation citoyenne souhaitée par la Mairie de Paris dans le projet d'aménagement du parc Chapelle Charbon à Paris à travers une simulation ludique du périmètre d'intervention

Source : <http://chapellecharbon.imaginons.paris/>

Après avoir prouvé que la science sociale permettait de confirmer la sensation de fraîcheur du parc de la Buire, est-ce que les sciences sociales apporteraient des solutions acceptables politiquement à court terme en attendant que la recherche publique et privée puisse préciser le phénomène d'ICU à l'échelle locale et micro-locale ? C'est ce que nous allons tenter de démontrer dans cette partie.

3.4.1 UN MANQUE DE COMMUNICATION ?

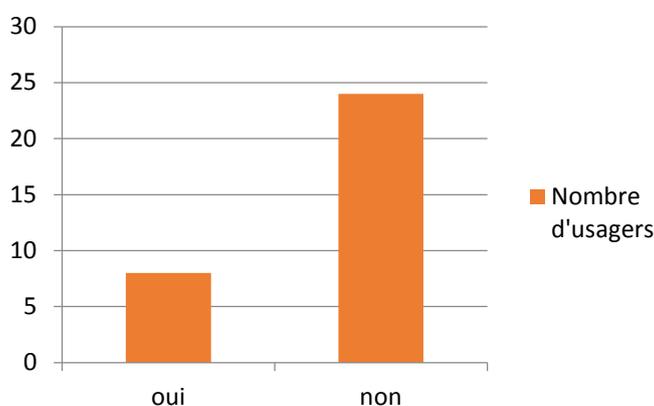


Figure 28 : Graphique de la connaissance des usagers de la politique de lutte contre les ICU
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

24 usagers sur 32 n'étaient pas au courant que le Grand Lyon souhaitait mettre en œuvre une politique d'adaptation. De fait, 21 d'entre eux ne perçoivent pas les effets de cette politique. Certes, cette politique est encore jeune et nécessite la fabrication de bases de données précises et des apports scientifiques complémentaires pour la rendre opérationnelle, mais ce résultat permet de constater un manque de communication de la part de la collectivité.

11 interrogés perçoivent déjà les effets de fraîcheur en ville et notamment grâce à la multiplication des espaces publics végétalisés. Afin de profiter de l'engouement de la population pour les réseaux de mesures météorologiques collaboratifs, pour le choix de lieux

d'implantation d'arbres dans Lyon et l'envie de jardiner en ville, le moment de jauger une éventuelle participation des citoyens à la gestion des espaces publics et faire connaître cette problématique est peut-être le bon.

3.4.2 ...MALGRE UN ENGOUEMENT POUR CETTE POLITIQUE

De plus, malgré la méconnaissance partielle de cette politique, les interrogés semblent satisfaits d'une telle politique car 19 d'entre eux proposent de continuer cette politique et 9 prétendent qu'il faut l'améliorer en investissant plus de moyens. Ces chiffres révèlent un véritable engouement, une envie de faire de la ville de demain un lieu où il fait bon vivre, une prise de conscience pour un confort thermique amélioré des habitants de la ville. Cet engouement peut-être le support d'une action politique qui soit acceptée par la population. De surcroît, 27 interrogés souhaiteraient une généralisation de ce type de quartier. Le quartier de la Buire a plutôt un effet positif sur les usagers. Les personnes s'y sentent bien. Serait-il possible de généraliser ce type de quartier en les améliorants avec les résultats de la recherche ? Alors est-ce que les usagers auraient encore la même perception du phénomène ? Peut-être que non car l'effet d'ICU serait devenue plus faible.

La vision des citoyens permet d'appréhender une évaluation positive du quartier, certes ces résultats sont sujets aux convictions de chacun, mais au final la parole revient aux habitants de la ville puisqu'ils pratiquent le territoire. La vision, la perception des usagers sont des moyens légitimes d'évaluation d'un quartier exposé au phénomène.

3.4.3 LE CITOYEN : FORCE DE PROPOSITION ET DE HIERARCHISATION DE L'ACTION PUBLIQUE A COURT TERME



Figure 29 : Nuage de mots des moyens de lutte contre les ICU d'après les interrogés
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016

Les réponses à la question ouverte, sur les éventuelles propositions d'aménagement à mettre en place pour lutter contre l'ICU sont variées mais correspondent à des solutions permettant de changer la manière de pratiquer la ville et d'adapter Lyon aux changements climatiques.

Plus de 32 réponses sur 158 vont en faveur d'un apport de végétal supplémentaire en ville, à cela peut s'ajouter les 9 réponses portant sur un apport d'ombre et qui peut être lié à l'ombrage fourni par l'arbre urbain.

Le développement des modes doux et des transports en commun en parallèle de la réduction de la place de la voiture regroupe 50 réponses. Pour les interrogés, ces deux actions permettraient de diminuer de manière efficace l'ICU. Si, à cela on ajoute la réponse « pollution » qui concerne 9 réponses on atteint 59 réponses. Cette solution regroupe le plus

grand nombre de réponses. C'est donc le moyen de lutte à privilégier pour le moment, mais elle est déjà sujette à une politique (Plan de Déplacements Urbains). Mais si les usagers proposent cette solution c'est bien parce qu'ils ne ressentent pas suffisamment cette politique. Donc la collectivité à tout intérêt à poursuivre ses efforts, voir à la renforcer.

L'apport d'espace en eau est aussi un moyen de diminuer les ICU et rassemble 27 réponses.

Les matériaux à changer regroupent 26 réponses.

A partir de ces réponses la science sociale permet une hiérarchisation des actions à mener par la collectivité :

1 Développement des modes doux et des transports en commun pour réduire la place de la voiture en ville	2 L'apport de végétal à travers l'espace public	3 L'eau sous forme de bassins, de fontaines	4 Les matériaux à changer
59	41	27	26

*Figure 30 : Tableau de hiérarchisation des moyens de lutte d'après les interrogés
Source : Questionnaire mené dans le Parc Kaplan, J. NAEGELEN, 2016*

Il ressort de ce classement que les solutions principales pour lutter contre les ICU sont assimilées par les usagers de l'espace public. De plus, les deux premiers moyens de lutte identifiés sont ceux où le Grand Lyon mène actuellement des politiques publiques en faveur des transports (Plan de déplacement urbain) et de sensibilisation (charte de l'arbre).

Conclusion

Le Grand Lyon est l'acteur central de la lutte contre les ICU sur le territoire lyonnais. Il impulse une politique d'adaptation au changement climatique. Mais l'acteur public ne peut réussir seul. Il cherche à rassembler les acteurs autour de cette problématique, à travers une politique d'adaptation au changement climatique encore en construction. Cette politique est pour le moment plutôt descendante. Elle doit encore s'opérationnaliser. De fait, il est nécessaire de construire des données localisées. Le projet de recherche EPOC s'inscrit dans cette lignée. De par le passé, des programmes de recherches, qu'ils soient privés ou publics, ont déjà été entrepris mais sans grand succès. Une trop grande distance entre les acteurs dit opérationnels, comme les promoteurs/ aménageur et les bureaux d'études de conception et d'ingénierie et les acteurs de la recherche est l'une des raisons de l'échec partiel de ces programmes. EPOC ne devra pas reproduire ce schéma-là, pour réussir. Il devra réussir à mobiliser les acteurs et les faire travailler ensemble.

Le présent mémoire a permis de mettre en évidence que la collectivité tente d'intégrer des partenaires de tout horizon à la politique d'adaptation de la ville au changement climatique. Or, un acteur essentiel n'y prend quasiment pas part, c'est bien l'habitant.

En définitive, aujourd'hui les sciences dures n'ont pas encore quantifiées le phénomène d'ICU à l'échelle de Lyon dans l'optique de prescrire des moyens de lutte dans les documents d'urbanisme ou les projets urbains. Il faudra encore du temps (5 à 10 ans) avant la construction des bases de données localisées à l'échelle de l'ensemble du territoire et l'obtention des résultats des recherches. Pendant ce temps, en interrogeant les sciences sociales, il a été possible de trouver des solutions à court terme qui seront acceptées politiquement en se basant sur des entretiens et des questionnaires passés à la population. En proposant une hiérarchisation, les habitants montrent qu'ils sont conscients du phénomène. De surcroît, ils sont prêts à se mobiliser pour lutter contre l'ICU, notamment à travers la gestion d'espaces végétalisés appartenant au domaine public. La collectivité peut se saisir de cette opportunité en organisant la gestion participative des espaces publics. Il en est de même concernant les réseaux de mesures collaboratifs qui se développent. La collectivité en lien avec la recherche peut apporter son œil d'expert pour guider les personnes intéressées par ce système.

C'est pourquoi, la perception citoyenne peut être une réponse à court terme et acceptable politiquement. En effet, les usagers du parc Kaplan perçoivent aisément le phénomène d'ICU à Lyon. Ils ont permis de mettre en évidence une hiérarchisation « sensible » des moyens de lutte contre l'ICU, comme la végétalisation ou encore l'utilisation de matériaux adaptés. Maintenant, à la collectivité, en tant que garant de cette politique, de se saisir des solutions venues du « bas » en attendant les résultats de recherche.

Afin de mobiliser sur la question climatique de la ville et surtout de sensibiliser les habitants aux effets des ICU, des balades thermiques comme celle effectuée à Grenoble pourrait être mis en place. Ces balades permettraient de faire connaître la politique d'adaptation aux plus grands nombres. Faire connaître la démarche du Grand Lyon paraît indispensable à un moment où les usagers semblent mobilisés autour de la question climatique et de l'adaptation de la ville aux changements climatiques. De plus il est proposé de mener une grande enquête à l'échelle de la métropole afin d'avoir le ressenti d'un plus grand nombre d'habitants pour confirmer ou réfuter les résultats obtenus sur la ZAC de la Buire.

Pour finir, la solution la plus efficace à court terme, du point de vu des usagers confrontés aux solutions techniques existantes, seraient de continuer à planter les espaces publics. Le Grand Lyon doit tendre à la réalisation d'espaces publics moins coûteux, tout en réfléchissant en amont à une gestion et à un entretien simplifié à la fois pour les techniciens et les habitants, désireux de participer à l'entretien de leur ville.

De cette proposition découle une question. Quel est le rôle et la place du politique dans ces décisions d'aménagement ? Est-ce que la sensibilisation au phénomène d'ICU doit se faire auprès des citoyens, désireux d'espaces publics végétalisés, ou auprès des élus ?

Bibliographie

Ouvrages

AGENCE DE DEVELOPPEMENT ET D'URBANISME DE L'AGGLOMERATION STRASBOURGEOISE, Les îlots de fraîcheur dans la ville, sous la direction d'Anne PONS, 2014. p.8

ATELIER PARISIEN D'URBANISME, BIGORGNE J, BLANCOT C. *Les îlots de chaleur urbains à Paris*, cahier 01, 2012, p.40

CORDEAU E. *Les îlots morphologique urbain (IMU) - délimitation et caractérisation des IMU 2012 en Ile-de-France*, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme, 2016. p.126

FORAS M, BERGER M, MICHAUD C, HILAIRE M. *Zone d'aménagement concerté (ZAC) Suivi opérationnel (1950-2015)*. Métropole de Lyon, unité archive, 2015.p.195
http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/institution/archives-repertoires/20160205_gl_archives_0001ir032_zac-lyon_1950-2015.pdf

GRAND LYON. *Grand Lyon : naissance d'une politique d'adaptation aux changements climatiques*. POPSU, Ilots de Chaleur Urbains Stratégies des villes face aux changements climatiques, 2015. p.18

U.S. EPA. EPA's Report on the Environment (ROE) (2008 Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/R-07/045F (NTIS PB2008-112484), 2008.

RESEAU DES AGENCES D'URBANISME DE RHONE-ALPES. *Identification des îlots de chaleur de l'agglomération lyonnaise, vulnérabilité des populations et mesures envisageables de résorption*. 2010, p.97

REUTER Ulrich, sous la direction de Jean-Jacques TERRIN. *La stratégie de Stuttgart face aux îlots de chaleur urbains, villes et changement climatique*. Parenthèses, collection la ville en train de se faire, 2015. p.258

SAULNIER Damien, CREPEAUX Pierre, SEGUR Frédéric. *L'adaptation au changement climatique au Grand Lyon : Légitimations croisées de politiques sectorielles et de stratégies globales au service d'une vision du futur de l'agglomération*, Agence d'Urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise et Grand Lyon, 2009. p.47

WATIER C. et CHAPTAL M. *Agir contre les Ilots de Chaleur Urbains (ICU)*, sous la direction de LOUET N. Agence d'Urbanisme Région Nîmoise et alésienne, 2014. p.16

Articles de périodique

AKBARI H., KONOPACKI S. *Energy effects of heat island reduction strategies in Toronto*. Canada Energy, 2004 vol.29, issue 2, 191-210.

ARNFIELD J.A. *Two decades of urban climate research: a review of turbulences, exchanges of energy and water ant the urban heat islands*. International journal of climatology, 2003, n°23, p.1-26.

CHAMPIAT C. *Identifier les îlots de chaleur urbains pour réduire l'impact sanitaire des vagues de chaleur*. Environnement, risques et santé, 2009, vol. 8, n°5.

- ELIASSON I. *Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use*. Atmospheris Environnement, 1996, vol 30, n°3. 379-392
- ESCOURROU G. *Climate and Pollution in Paris*. Energy and Buildings, 1991, 15-16, p.673-676
- GRAND LYON. *Adaptation au changement climatique – socle des connaissances locales*, Plan Climat Energie Territorial, 2015, p.38
- GRAND LYON, *Vision 2020 pour une agglomération sobre en carbone*. Disponible sur : <http://blogs.grandlyon.com/plan-climat/le-plan-climat-du-grand-lyon/vision-2020/>
- GRAND LYON. *Plan d'actions partenarial*. Conférence énergie climat, 2012, p.94. Disponible sur : <http://blogs.grandlyon.com/plan-climat/le-plan-climat-du-grand-lyon/le-plan-dactions-partenarial/>
- GRAND LYON. *La Charte de l'Arbre*, 2011, p.43. Disponible sur : http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/environnement/arbres/20111214_gl_chartearbre.pdf
- HAMMON W-H et F-W DUENCHEL. *Abstract of a comparison of the minimum temperatures recorded at the U.S. Weather Bureau and the Forest Park Meteorological Observatories, St. Louis, Missouri for the year 1891*, *Mon. Wea. Rev.* 1902, n°30, p.11–12
- INSERGUET J-F. *L'écriture du règlement : problèmes généraux, les cahiers de prescriptions ou de recommandations*, GRIDAUH, fiche 4, 2012. p.3
- MAILLARD P., DAVID F., DECHESNE M., BAILLY J-B, LESUEUR E. *Caractérisation des îlots de chaleur urbains et test d'une solution d'humidification de la chaussée dans le quartier de la Part-Dieu à Lyon*. TSM, 2014, n° 6, 109è, p.23-35
- OKE T-R. *The energetic basis of the urban heat island*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 1982, vol. 108, p. 1-24.
- OKE, T-R., EAST C. *The urban boundary layer in Montreal*. Boundary-Layer Meteorol., 1971, n°1, p.411–437.
- OKE T-R, G. B. MAXWELL G-B. *Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver*. Atmos. Environ., 1974, 9, p.191–200.
- RENOU E. *Différences de température entre Paris et Choisy-le-Roi*, Société Météorologique de France, 1862, Annuaire 10, p.105–109
- RUNNALLS K-E., OKE T-R. *Dynamics and controls of the near-surface heat island of Vancouver*. British Columbia, 2000, Physique et géographie, n°21, p. 283–304
- SAARONI H., BEN-DOR E., BITAN A., POTCHER O. *Spatial distribution and microscale characteristics of the urban heat island in Tel-Aviv, Israel*. Landscape and Urban Planning, 2000, vol.48, n° 1-2, p.1-18.
- STEWART I-D., OKE T-R. *Local climate zones for urban temperature studies*. Bulletin of the American Meteorological Society, 2012, vol93, n°12, p.1879-1900
- SUNDBORG A. *Local climatological studies of the temperature conditions in an urban area*, Tellus, 1950, vol.2, n°3, p.221–231.

TAHA H. *Urban climates and heat islands : albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat*. Energy and Buildings, 1997, n°25, p.99-103.

Thèses, mémoires de recherche, rapports, etc.

CHAMPIAT C., DEGUEN S. et POTELON J-L. *Prévention des effets sanitaires des vagues de chaleur – élaboration d'une méthodologie d'identification des îlots de chaleur urbains sur le territoire du Grand Lyon* - p.117. Ingénieur du génie sanitaire. Ecole Des Hautes Etudes en Santé Publique, 2008

CNRM-GAME, CNAM-LGP²ES (EA21), CLIMESPACE. *Projet CLIM² : Climat urbain et climatisation – rapport final*. p.85, 2010

COLOMBERT M, DIAB Y. *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville*. P. 541. Engineering Sciences. Université Paris-Est, 2008

INSTITUT D'AMENAGEMENT ET D'URBANISME. *Les îlots de chaleur urbains – répertoire de fiches connaissance*, p.58, 2010.

LECONTE F, PETRISSANS M. *Caractérisation des îlots de chaleur urbaines par zonage climatique et mesures mobiles : cas de Nancy*. p.274. École Doctorale Ressources Procédés Produits Environnement. Université de Lorraine, 2014.

MODELISATION URBAINE ET STRATEGIE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR ANTICIPER LA DEMANDE ET LA PRODUCTION ÉNERGETIQUE ET AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE, Valéry MASSON. *Modélisation Urbaine et Stratégie d'adaptation au Changement climatique pour Anticiper la Demande et la production Énergétique*, p.38, 2014

PARMENTIER A., MONETTE F., *Elaboration d'un outil d'aide à la décision pour atténuer le phénomène d'îlots de chaleur en milieu urbain*. p.108. Génie de l'environnement. Université du Québec, 2010

Sites internet

CHIRACHE E. « *Sim City* » à la parisienne : dessinez vous-même le prochain grand parc de Paris [en ligne]. Timeout, 2016. Disponible sur : <https://www.timeout.fr/paris/le-blog/sim-city-a-la-parisienne-dessinez-vous-meme-le-prochain-grand-parc-de-paris-081116>. (15 août 2016)

IPCC – Intergovernmental Panel On Climate Change. *Climate Change 2013 - the Physical Science Basis*. 2013, disponible sur : www.ipcc.ch (19 août 2016)

KUZNIK F. *EPOC - étude de préfiguration d'un observatoire local du climat*, Intelligences des Mondes Urbains – Université de Lyon – appel à projets, 2014. Disponible sur : <http://imu.universite-lyon.fr/wp-content/uploads/2015/07/EPOC.pdf>

OBSERVATOIRE REGIONAL DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE. *Initiative adaptation au CC RA 6 juillet 2015*. Disponible sur : <http://orecc.rhonealpes.fr/fr/publications/initiatives.html>

Table des matières

Introduction.....	7
1 LA LUTTE CONTRE LES ICU : ENTRE PRISE DE CONSCIENCE PAR LES ACTEURS DU TERRITOIRE ET RECHERCHES SCIENTIFIQUES PERFECTIBLES.....	11
1.1 L'IDENTIFICATION DES « LOCAL CLIMATE ZONE » (STEWART ET OKE, 2012), UNE MANIERE FINE D'EVALUER ET DE QUANTIFIER LE PHENOMENE D'ICU A L'ECHELLE LOCALE.....	11
1.2 DES MOYENS DE LUTTE CONTRE L'ICU VERS UN CADRE DE VIE AMELIORE...	12
1.3 LES ENJEUX, RISQUES ET DESAGREMENTS ENGENDRER PAR LA LUTTE CONTRE LES ICU.....	15
1.3.1 ENJEUX SOCIAUX.....	16
1.3.1.1 <i>Amélioration du cadre de vie et rapprochement social.....</i>	<i>16</i>
1.3.1.2 <i>Une gestion participative des espaces publics ?.....</i>	<i>16</i>
1.3.1.3 <i>Inégalités environnementales et gentrification.....</i>	<i>16</i>
1.3.2 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX.....	16
1.3.2.1 <i>Limiter le réchauffement de la ville.....</i>	<i>16</i>
1.3.2.2 <i>Interroger les matériaux avant leur utilisation.....</i>	<i>17</i>
1.3.2.3 <i>Gérer les eaux pluviales</i>	<i>17</i>
1.3.2.4 <i>Lutte contre ICU et densification : un mariage difficile.....</i>	<i>17</i>
1.3.3 ENJEUX ECONOMIQUES.....	18
1.3.3.1 <i>Garder une ville attractive.....</i>	<i>18</i>
1.3.3.2 <i>Le coût de gestion pour la collectivité des aménagements publics végétalisés.....</i>	<i>19</i>
1.3.4 ENJEUX SANITAIRES ET DE SANTE PUBLIQUE.....	19
1.3.4.1 <i>Atténuer les effets des vagues de fortes chaleurs sur la population.....</i>	<i>19</i>
1.3.4.2 <i>Lutter contre ICU peut induire la prolifération de virus.....</i>	<i>20</i>
1.3.4.3 <i>Améliorer le confort thermique des habitants.....</i>	<i>20</i>
1.3.5 ENJEUX TRANSVERSAUX.....	20
1.3.6 LA NECESSITE DE CROISER LES ENJEUX.....	21
1.4 EFFICACITE ET HIERARCHISATION DES MOYENS DE LUTTE COMPLEXE.....	22

2	LA CONSEQUENCE DE CETTE PRISE DE CONSCIENCE : L'IMPLICATION DE L'ACTEUR PUBLIC VERS UNE POLITIQUE D'ADAPTATION A TRAVERS DIFFERENTS OUTILS PLUS OU MOINS EFFICACES (ETUDE DE CAS DU GRAND LYON).....	24
2.1	LES ACTEURS DE L'AMENAGEMENT : L'EMERGENCE D'UNE LUTTE CONTRE LE PHENOMENE D'ICU A LYON.....	25
2.1.1	LES ACTEURS, LEURS IMPLICATIONS ET LEURS POINTS DE VUE.....	25
2.1.1.1	<i>Le Grand Lyon.....</i>	<i>25</i>
2.1.1.1.1	<i>Des points de vue différents au sein de l'administration pour une même finalité.....</i>	<i>25</i>
2.1.1.1.2	<i>Un devoir d'actions.....</i>	<i>25</i>
2.1.1.2	<i>Les promoteurs/aménageurs.....</i>	<i>26</i>
2.1.1.2.1	<i>Le cadre de vie, un argument de vente à mettre au profit pour lutter contre l'ICU.....</i>	<i>26</i>
2.1.1.2.2	<i>L'implication dans la lutte contre les ICU contraint par le temps.....</i>	<i>26</i>
2.1.1.3	<i>La recherche scientifique publique et privée.....</i>	<i>26</i>
2.1.1.3.1	<i>La notion d'ICU.....</i>	<i>26</i>
2.1.1.3.2	<i>Implication en décalage avec celle des promoteurs et aménageurs.....</i>	<i>27</i>
2.1.1.4	<i>Les bureaux d'études.....</i>	<i>27</i>
2.1.1.4.1	<i>La notion de cadre de vie prévaut sur l'ICU.....</i>	<i>27</i>
2.1.1.4.2	<i>Le rôle de trait d'union entre les acteurs.....</i>	<i>27</i>
2.1.2	LA GENESE DE L'IMPLICATION DU GRAND LYON DANS LA LUTTE CONTRE L'ICU.....	28
2.1.2.1	<i>Des recherches empiriques à l'échelle du territoire du Grand Lyon.....</i>	<i>28</i>
2.1.2.2	<i>Le temps de la recherche.....</i>	<i>29</i>
2.1.2.3	<i>De l'expérimentation vers l'action opérationnelle.....</i>	<i>29</i>
2.1.2.4	<i>Actions opérationnelles : des outils à l'échelle du projet urbain manquent encore.....</i>	<i>30</i>
2.1.3	DES ECHELLES DE PROJETS LIEES ENTRE ELLES.....	31
2.2	LA COLLECTIVITE AFFIRME SON ROLE DE CHEF DE FILE A L'AIDE DE DIFFERENTS OUTILS, ACTIONS ET ACTEURS.....	32
2.2.1	LA POLITIQUE D'ATTENUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE A TRAVERS LE PLAN CLIMAT : DES EFFETS INDIRECTS SUR L'ADAPTATION DE LA VILLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	32
2.2.2	LA MISE EN PLACE D'UN REFERENTIEL : UN GUIDE DE « BONNE PRATIQUE » ?.....	35
2.2.3	UNE LUTTE OPERATIONNELLE CONTRE LES ICU : LES SERVICES DE L'EAU ET DE LA VOIRIE, A TRAVERS L'EQUIPE ARBRES ET PAYSAGES.....	36
2.2.4	LA PRISE EN COMPTE DE L'ICU DANS LE PLU : L'OUTIL LE PLUS EFFICACE QUI TOUCHE L'ENSEMBLE DES ACTEURS DU TERRITOIRE.....	39
2.2.5	UN PROGRAMME DE RECHERCHE AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT D'OUTILS OPERATIONNELS ADAPTES AU TERRITOIRE DANS UNE LOGIQUE D'INTERACTIONS ENTRE LES ACTEURS.....	40
2.2.5.1	<i>Le cas du projet EPOC (études de préfiguration d'un Observatoire local du climat) :40</i>	

	2.2.5.1.1	<i>Un manque de connaissance du territoire avant de passer à l'action.....</i>	40
	2.2.5.1.2	<i>La relation entre gestionnaire (promoteur/aménageur, maîtrise d'ouvrage) et la recherche scientifique : des écarts de temporalités à combler.....</i>	41
	2.2.5.1.3	<i>Un processus long.....</i>	41
2.3		COLLECTIVITE ET CITOYEN : UNE VISION D'AVENIR POUR LUTTER CONTRE L'ICU.....	41
	2.3.1	LE CITOYEN DEJA SENSIBLE A LA NOTION DE CADRE DE VIE AGREABLE.....	41
	2.3.2	LES CITOYENS COMME POINT D'APPUI POSSIBLE DE LA COLLECTIVITE.....	42
	2.3.2.1	<i>Réseaux de mesures existants.....</i>	42
	2.3.2.2	<i>Des coûts de gestion des espaces publics élevés pour la collectivité : une solution, l'entretien participatif.....</i>	43
3		LA PERCEPTION DES USAGERS DE LA ZAC DE LA BUIRE COMME OUTIL D'AIDE A LA DECISION EN MATIERE D' ACTIONS A MENER POUR LUTTER CONTRE L'ICU.....	46
	3.1	LA ZAC DE LA BUIRE, UN PROJET URBAIN PRECURSEUR SUR L'ADAPTATION DE LA VILLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	48
	3.1.1	LE PARC KAPLAN IDENTIFIE COMME ADAPTANT LA VILLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET CARACTERISE PAR LA NOTION « NATURE EN VILLE ».....	48
	3.1.2	CONTEXTE ET HISTORIQUE.....	48
	3.1.3	LE MARIAGE ENTRE FORTE DENSITE ET ESPACE D'AERATION.....	49
	3.1.4	UNE GESTION DES EAUX PLUVIALES A L'ECHELLE DU PROJET.....	49
	3.1.5	UN QUARTIER PRECURSEUR DANS LA LUTTE CONTRE LES ICU.....	50
	3.2	LA NOTION DE LOCAL CLIMATE ZONE IDENTIFIE LE PARC DE LA BUIRE COMME UN ILOT DE FRAICHEUR.....	51
	3.3	LA SCIENCE SOCIALE : CONFIRMATION ET PRECISION DE LA SENSATION DE FRAÎCHEUR DANS LE PARC KAPLAN.....	53
	3.3.1	UN PARC DU QUOTIDIEN.....	54
	3.3.2	LA FRAICHEUR : LA RAISON PRINCIPALE DE LA VENUE DANS LE PARC.....	54
	3.3.3	LA NOTION D'ICU : UNE NOTION TROP TECHNIQUE MALGRE DES MOYENS DE LUTTE MAÎTRISES.....	56
	3.3.4	LA VILLE NATURE UN TREMPLIN POUR FAIRE CONNAITRE L'ICU.....	56
	3.4	LA VOIE CITOYENNE, FORCE DE PROPOSITION A COURT TERME ET ACCEPTABLE POLITIQUEMENT.....	57

3.4.1	UN MANQUE DE COMMUNICATION ?.....	58
3.4.2	...MALGRE UN ENGOUEMENT POUR CETTE POLITIQUE.....	59
3.4.3	LE CITOYEN : FORCE DE PROPOSITION ET DE HIERARCHISATION DE L'ACTION PUBLIQUE A COURT TERME.....	59
	Conclusion.....	61
	Bibliographie.....	63
	Table des matières.....	66
	Table des figures.....	70
	Table des acronymes.....	72
	Annexes.....	73

Table des figures

Figure 1 : Les paramètres principaux influençant sur l'ICU

Figure 2 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de la réduction du stockage de chaleur

Figure 3 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de l'amélioration de la ventilation

Figure 4 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de l'augmentation des sources de chaleur latente

Figure 5 : Schéma représentant les moyens de lutte contre l'ICU issu de la réduction des émissions thermiques liées à l'activité anthropique

Figure 6 : Carte des températures moyennes des îlots cadastraux à Lyon montrant un centre plus que chaud que la périphérie

Figure 7 : Schéma des moteurs et « organes de transmission » nécessaire à la prise en compte des enjeux de l'adaptation au changement climatique dans les projets urbains

Figure 8 : Tableau d'une tentative de hiérarchisation des paramètres ayant le plus d'influence sur l'ICU

Figure 9 : Schéma bilan de la partie 1

Figure 10 : Les liens et les visions des acteurs impliqués dans la lutte contre les ICU sur le territoire du Grand Lyon

Figure 11 : Tableau d'analyse du Plan d'action partenarial du Plan Climat du Grand Lyon à partir des travaux de (CHAMPIAT, 2008)

Figure 12: Tableau d'analyse de la Charte de l'Arbre du Grand Lyon

Figure 13 : Un travail de recherche sur le confort urbain ne se fera pas sans la prise en compte des citoyens, « experts d'usage » de la ville...

Figure 14 : Extrait d'une carte de relevé de température tirée du site internet wundermap.com

Figure 15 : Schéma de synthèse illustrant la place du Grand Lyon dans la lutte contre les ICU à travers des outils mis en place

Figure 16 : Schéma de localisation de la ZAC de la Buire à Lyon

Figure 17 : Photographie représentant la densité élevée du quartier, marquée par des façades de bâtiments donnant sur rue

Figure 18 : Photographie représentant Jeunes arbres et revêtement au sol perméable favorisant l'infiltration des eaux pluviales

Figure 19 : Carte de caractérisation du microclimat de la ZAC de la Buire d'après la méthode de classification de LCZ

Figure 20 : La différenciation thermique du microclimat local utilisant les températures de la traversée de Vancouver en voiture un soir calme et clair en mars 2010

Figure 21 : Graphique de la fréquentation du parc Kaplan

Figure 22 : Graphique des facteurs de venue dans le Parc Kaplan

Figure 23 : Graphique montrant le sentiment de fraîcheur perçu par les usagers du parc Kaplan sur une échelle de 1 à 10

Figure 24 : Graphique des causes de fraîcheur du quartier

Figure 25 : Graphique de la connaissance du phénomène d'ICU par les usagers

Figure 26 : Graphique de la connaissance de la notion de ville nature

Figure 27 : Illustration de la participation citoyenne souhaitée par la Mairie de Paris dans le projet d'aménagement du parc Chapelle Charbon à Paris à travers une simulation ludique du périmètre d'intervention

Figure 28 : Graphique de la connaissance des usagers de la politique de lutte contre les ICU

Figure 29 : Nuage de mots des moyens de lutte contre les ICU d'après les interrogés

Figure 30 : Tableau de hiérarchisation des moyens de lutte d'après les interrogés

Table des acronymes

APUR : Atelier Parisien d'Urbanisme

EPOC : Projet Etudes de Préfiguration d'un Observatoire local du Climat

CO² : Dioxyde de Carbone

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEG : Groupement d'Expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

IAU : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme

ICU : Ilot de Chaleur Urbain

LCZ : Local Climate Zone (Stewart et Oke, 2012)

PCET : Plans Climat Energie Territoriaux

PLU : Plan Local d'Urbanisme

ORECC : Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique

ANNEXES

ANNEXE 1 : Description des causes de l'ICU

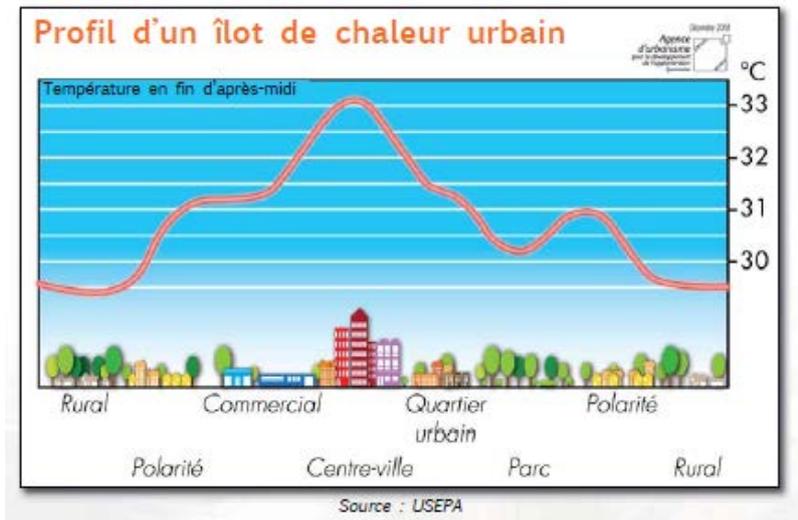


Figure 1 : Le profil d'un îlot de chaleur urbain appliqué au cas lyonnais

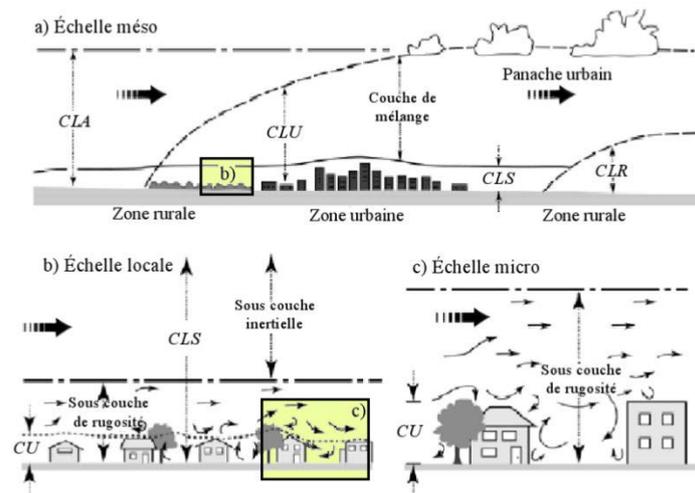


Figure 2 : Imbrication des échelles spatiales de la climatologie urbaine ([Bouyer, 2009], adapté de [Oke, 2004]) (LECONTE, 2014)

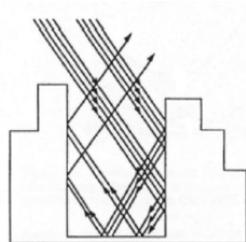


Figure 3 : illustration du phénomène de piégeage radiatif dans le cas d'une rue canyon ([Ringenbach, 2004], adapté de [Estournel, 1982]) (LECONTE, 2014)

Micro-climat urbain

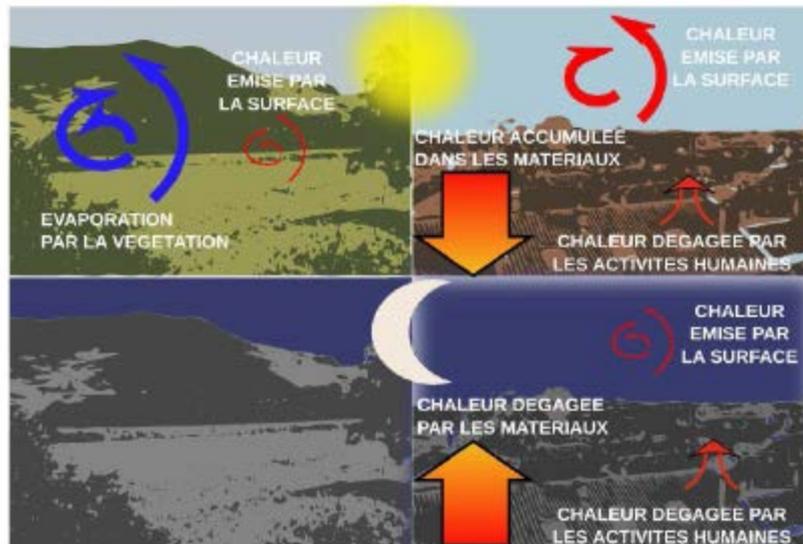


Figure 4 : Le processus de formation des ICU la journée et la nuit en fonction de la chaleur émise par les surfaces, de la chaleur dégagée par l'activité humaine et l'évapotranspiration par la végétation
Source : (Réseau des Agences d'urbanisme de Rhône-Alpes , 2010)

Classe de rugosité	Longueur de rugosité	Description
1	0.0002	Mer ou lac dégagé (indépendamment de la taille des vagues), estran, plaine couverte de neige, désert sans relief, goudron et béton.
2	0.005	Surface terrestre sans relief, sans obstacles notables et pratiquement sans végétation, par exemple une plage ou un marais.
3	0.03	Paysage présentant une végétation basse (par exemple de l'herbe) et des obstacles isolés, séparés entre eux d'environ 50 fois la hauteur des obstacles (par exemple des pâturages sans brise-vent, un paysage de landes ou de tundra).
4	0.10	Zone naturelle ou cultivée comprenant des plantes ou des cultures de faible hauteur. Zone relativement dégagée présentant des obstacles occasionnels (par exemple des haies de faible hauteur, des bâtiments bas ou des arbres) séparés d'environ 20 fois la hauteur des obstacles.
5	0.25	Zone naturelle ou cultivée comprenant des cultures hautes ou de hauteurs variées, et des obstacles épars, séparés de 12 à 15 fois la hauteur des obstacles pour les objets poreux (par exemple des brise-vent végétaux) ou de 8 à 12 fois la hauteur des obstacles pour les objets solides (par exemple des bâtiments de faible hauteur).
6	0.5	Paysage cultivé de façon intensive présentant de nombreux groupes d'obstacles de taille importante (par exemple de grandes fermes, ou des bosquets) séparés par des espaces dégagés d'environ 8 fois la hauteur des obstacles. Grands végétaux présentant une faible densité spatiale (par exemple un verger ou une jeune forêt). Zone partiellement couverte par des bâtiments bas espacés d'environ 3 à 7 fois la hauteur des bâtiments, et sans grands arbres.
7	1.0	Paysage couvert de façon régulière par de grands obstacles de taille similaire, avec des espaces dégagés du même ordre de grandeur que la hauteur des obstacles (par exemple une forêt régulière à maturité). Zone densément bâtie sans variation importante du point de vue de la hauteur de bâtiments.
8	> 2	Centre ville alternant bâtiments hauts et bâtiments bas. Grandes forêts comprenant des arbres de tailles variées et des clairières.

Table 1.1 : Classification de la rugosité effective du terrain, adapté de [Davenport et al., 2000].

Figure 5 : Classification de la rugosité effective du terrain, adapté de [Davenport et al. 2000] (LECONTE, 2014)

ANNEXE 2 : Local Climate Zone par (Stewart et Oke, 2012)

Standard Set

BUILDING TYPES		LAND COVER TYPES	
1	 Compact highrise	A	 Dense trees
2	 Compact midrise	B	 Scattered trees
3	 Compact lowrise	C	 Bush, scrub
4	 Open highrise	D	 Low plants
5	 Open midrise	E	 Bare rock or paved
6	 Open lowrise	F	 Bare soil or sand
7	 Lightweight lowrise	G	 Water
8	 Large lowrise	SEASONAL LAND COVER PROPERTIES	
9	 Sparsely built	b	bare trees (i.e., deciduous, leafless) increased sky view factor, reduced albedo
10	 Heavy industry	s	snow cover (> 10 cm in depth) low admittance, high albedo
SPECIAL BUILDING PROPERTIES		d	dry ground (e.g., parched soil) low admittance, large Bowen ratio, increased albedo
i	industrial use (e.g., factories, refineries, mills) large anthropogenic heat flux, high pollutant concentrations	w	wet ground (e.g., waterlogged soil) high admittance, small Bowen ratio, reduced albedo

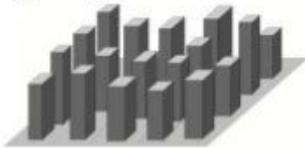
Présentation des 17 types de LCZ existants. Il existe 10 types de LCZ urbanisés et 7 types de LCZ non urbanisés. Lors de l'identification, il est possible d'ajouter un indice pour préciser une propriété concernant les bâtiments ou l'occupation du sol.

DEFINITION

Form: Dense mix of tall buildings to tens of stories. Buildings free-standing, closely spaced. Sky view from street level significantly reduced. Buildings of steel, concrete, and glass construction. Land cover mostly paved; few or no trees. High space heating/cooling demand. Heavy traffic flow. **Function:** Commercial (office buildings, hotels); residential (apartment towers). **Location:** Core (downtown, central business district); periphery (highrise subcentre, highrise sprawl). **Correspondence:** UCZ1 (Oke 2004); Dc1 and Dc8 (Ellefsen 1990/91).

ILLUSTRATION

High angle



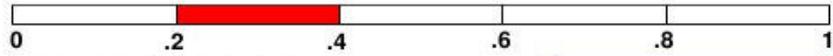
Low level



PROPERTIES

Sky view factor

0.2 – 0.4



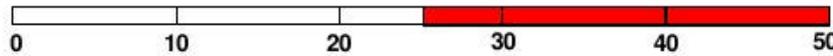
Canyon aspect ratio

> 2



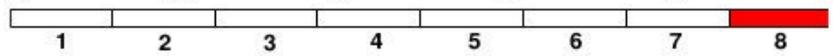
Mean building height

> 25 m



Terrain roughness class

8



Building surface fraction

40 – 60 %



Impervious surface fraction

40 – 60 %



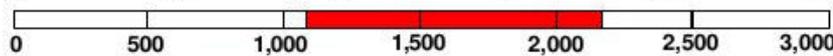
Pervious surface fraction

< 10 %



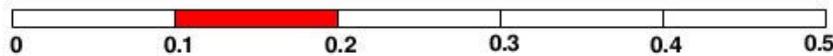
Surface admittance

1,100 – 2,200 J m⁻² s^{1/2} K⁻¹



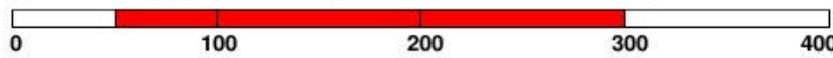
Surface albedo

0.10 – 0.20



Anthropogenic heat flux

50 – 300 W m⁻²



DEFINITION

Form: Attached or closely spaced buildings 3–9 stories tall. Buildings separated by narrow streets and inner courtyards. Buildings uniform in height. Sky view from street level significantly reduced. Heavy building materials (stone, concrete, brick, tile) and thick roofs and walls. Land cover mostly paved; few or no trees. Moderate space heating/cooling demand. Moderate to heavy traffic flow. **Function:** Residential (multi-unit housing; multistorey tenements); commercial (office buildings, hotels, retail shops); industrial (warehouses, factories). **Location:** Core (old city, old town; inner city, central business district); periphery (high-density sprawl). **Correspondence:** UCZ2 (Oke, 2004); A1, A2, A4, Dc2 (Ellefsen, 1990/91).

ILLUSTRATION

High angle



Low level



PROPERTIES

Sky view factor

0.3 – 0.6



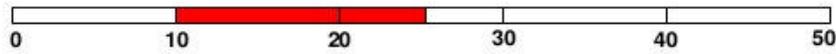
Canyon aspect ratio

0.75 – 2



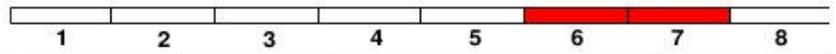
Mean building height

10 – 25 m



Terrain roughness class

6 – 7



Building surface fraction

40 – 70 %



Impervious surface fraction

30 – 50 %



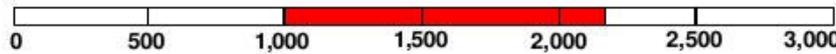
Pervious surface fraction

< 20 %



Surface admittance

1,000 – 2,200 J m⁻² s^{1/2} K⁻¹



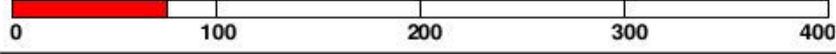
Surface albedo

0.10 – 0.20



Anthropogenic heat flux

< 75 W m⁻²

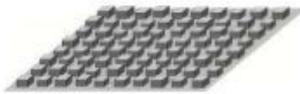


DEFINITION

Form: Attached or closely spaced buildings 1–3 stories tall. Buildings small and tightly packed along narrow streets, often without discernable alignment. Sky view from street level significantly reduced. Heavy building materials (stone, concrete, brick, tile) and thick roofs and walls. Land cover mostly paved; few or no trees. Moderate space heating/cooling demand. Low-moderate traffic flow. **Function:** Residential (single-unit housing, high-density terrace/row housing); commercial (small retail shops). **Location:** Old or densely populated cities, towns, villages. Core (central or inner city); periphery (high-density sprawl). **Correspondence:** UCZ3 (Oke, 2004); Dc3 (Ellefsen, 1990/91).

ILLUSTRATION

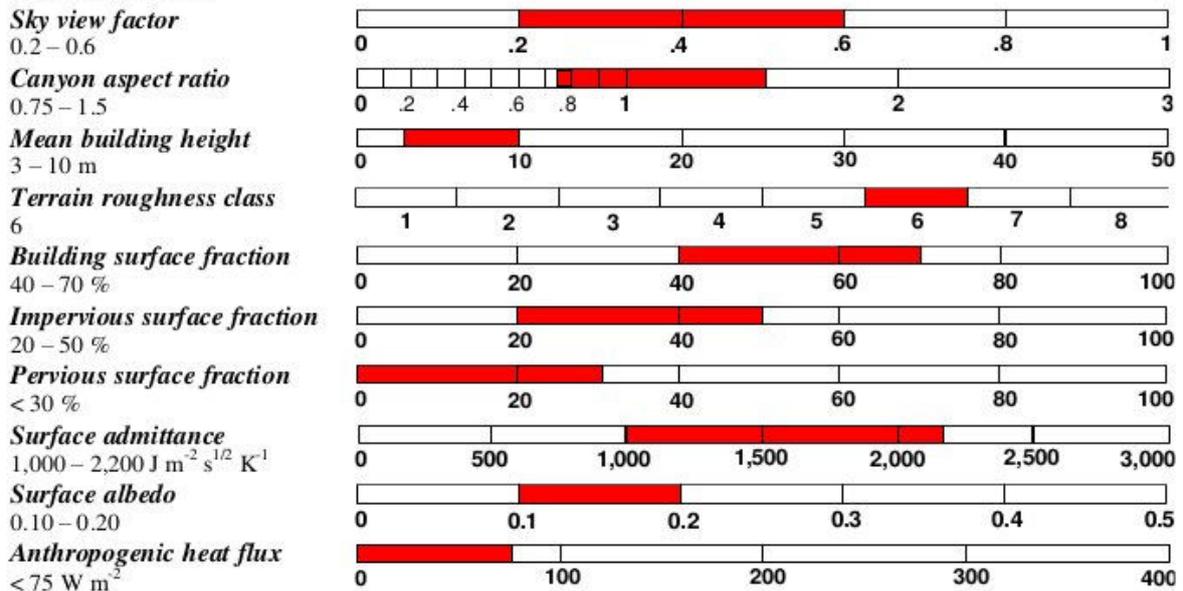
High angle



Low level



PROPERTIES

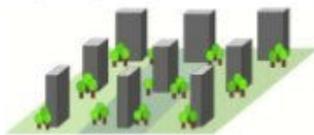


DEFINITION

Form: Buildings tens of stories tall, set in open, geometric arrangement. Buildings uniform in height, width, and spacing. Sky view from ground level significantly reduced. Heavy building materials (concrete, steel, stone, glass) and thick roofs and walls. Roofs typically flat. Scattered trees and abundant plant cover. Moderate-low space heating/cooling demand. Moderate traffic flow. **Function:** Residential (apartment blocks, highrise housing estates, multistorey tenements). **Location:** Periphery. Densely populated cities. Socialist-style cities. **Correspondence:** Do2 (Ellefsen, 1990/91).

ILLUSTRATION

High angle



Low level



PROPERTIES

Sky view factor 0.5 – 0.7	
Canyon aspect ratio 0.75 – 1.25	
Mean building height > 25 m	
Terrain roughness class 7 – 8	
Building surface fraction 20 – 40 %	
Impervious surface fraction 30 – 40 %	
Pervious surface fraction 30 – 40 %	
Surface admittance 1,100 – 2,000 J m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹	
Surface albedo 0.12 – 0.25	
Anthropogenic heat flux < 50 W m ⁻²	

DEFINITION

Form: Open arrangement of buildings 3–9 stories tall. Sky view from street level slightly reduced. Heavy building materials (concrete, steel, stone, glass) and thick roofs and walls. Scattered trees and abundant plant cover. Low space heating/cooling demand. Low traffic flow. **Function:** Residential (multi-unit housing, multistorey tenements, apartment blocks); institutional (research/business parks, campuses); commercial (office buildings, hotels). **Location:** Periphery. **Correspondence:** UCZ6 (Oke, 2004); Do6 (Ellefsen, 1990/91).

ILLUSTRATION

High angle



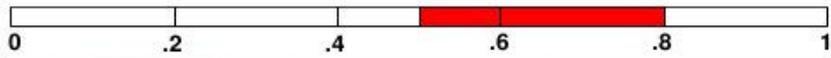
Low level



PROPERTIES

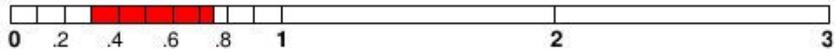
Sky view factor

0.5 – 0.8



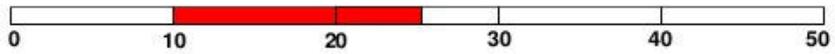
Canyon aspect ratio

0.3 – 0.75



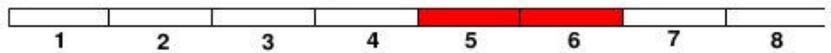
Mean building height

10 – 25 m



Terrain roughness class

5 – 6



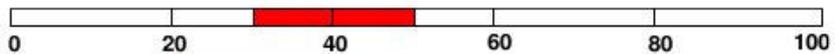
Building surface fraction

20 – 40 %



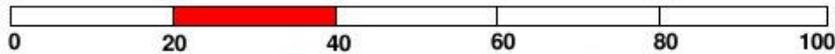
Impervious surface fraction

30 – 50 %



Pervious surface fraction

20 – 40 %



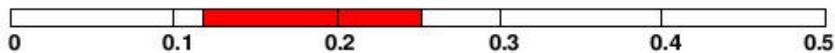
Surface admittance

1,000 – 2,200 J m⁻² s^{1/2} K⁻¹



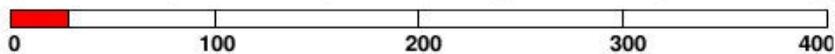
Surface albedo

0.12 – 0.25



Anthropogenic heat flux

< 25 W m⁻²



DEFINITION

Form: Small buildings 1–3 stories tall; detached or attached in rows, often in grid pattern. Sky view from street level slightly reduced. Building materials vary (wood, brick, stone, tile). Scattered trees and abundant plant cover. Low space heating/cooling demand. Low traffic flow. **Function:** Residential (single or multi-unit housing, low density terrace/row housing); commercial (small retail shops). **Location:** City (medium density); periphery (suburbs). Commuter towns. Rural towns. **Correspondence:** UCZ5 (Oke 2004); Do3 (Ellefsen 1990/91).

ILLUSTRATION

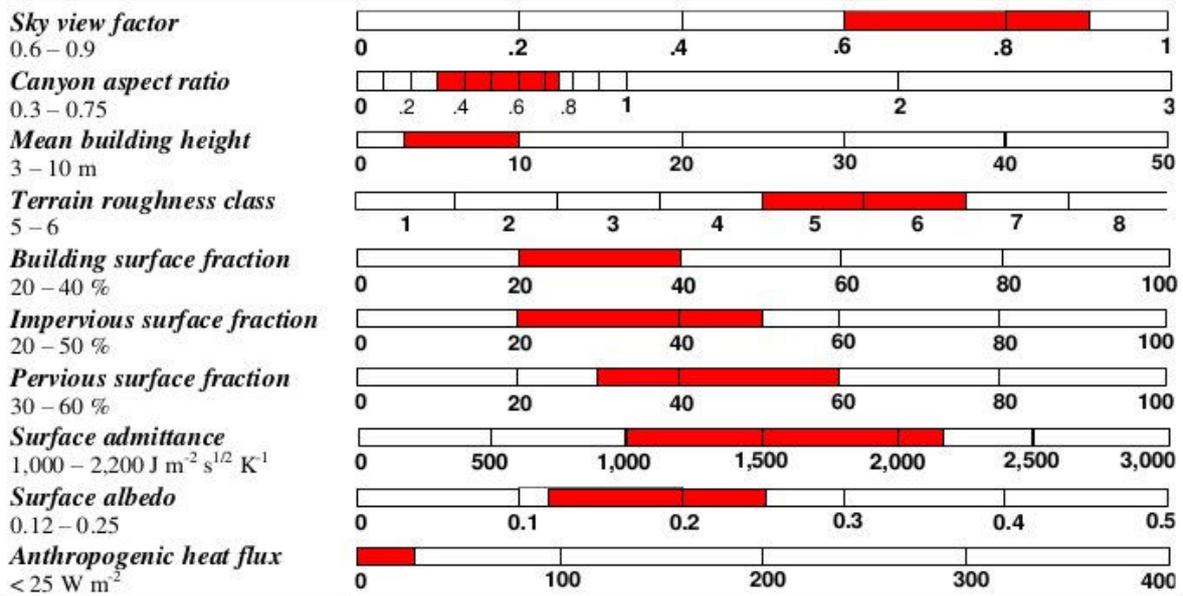
High angle



Low level



PROPERTIES



DEFINITION

Form: Single-story buildings set in compact (often formless) arrangement, attached or closely spaced. Buildings separated by narrow roads and alleys. Little or no consolidated infrastructure. Sky view from ground level significantly reduced. Lightweight building materials (thatch, wood, bamboo, corrugated metal); thin walls and flat roofs. Few or no trees. Land cover hard packed (bare soil, sand). Population density high. Space heating/cooling demand nil. Low traffic flow. **Function:** Residential (informal settlements, low-cost housing, shantytowns, squatter settlements, mobile housing); agricultural (small-holder lots). **Location:** Periphery of large, developing cities. Extended metropolitan regions. Inner city. Rural towns.

ILLUSTRATION

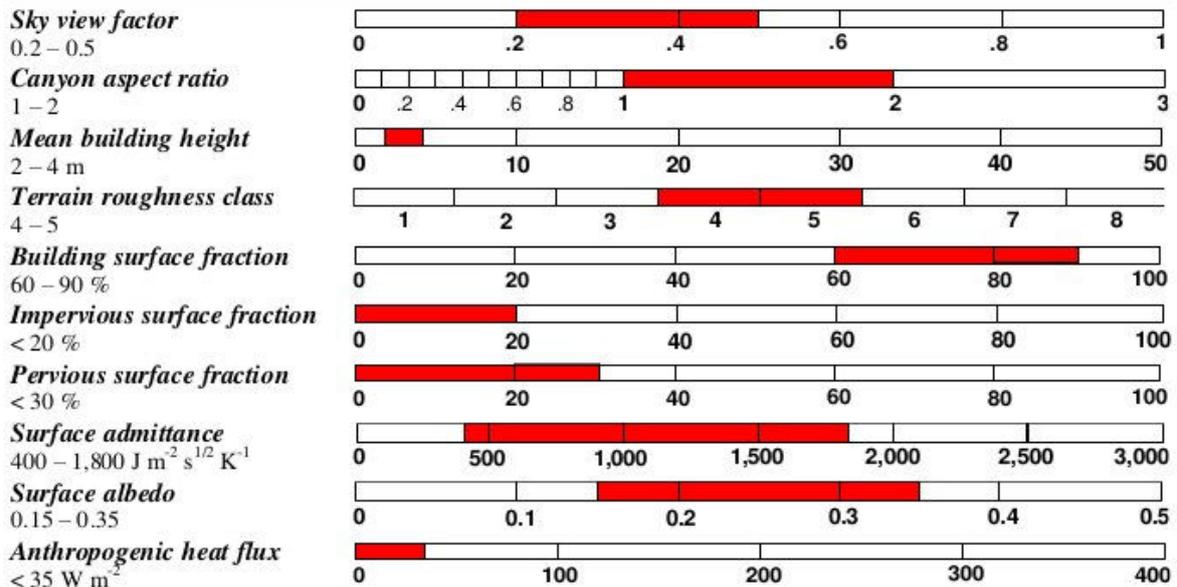
High angle



Low level



PROPERTIES



DEFINITION

Form: Large, low buildings 1–3 stories tall, separated by extensive paved surfaces. Buildings extend outward not upward; roofs flat. Sky view from ground level slightly reduced. Building materials vary (steel, concrete, metal). Few or no trees; land cover mostly paved. Moderate-low space heating/cooling demand. Moderate-heavy traffic flow. **Function:** Light industrial (modern warehousing); commercial (shopping centres, storage facilities); transportation hub (air, rail, truck, ship). **Location:** Periphery. **Correspondence:** UCZ4 (Oke, 2004); Do1, Do4 (Ellefsen, 1990/91).

ILLUSTRATION

High angle



Low level



PROPERTIES

Sky view factor > 0.7	
Building aspect ratio 0.1 – 0.3	
Mean building height 3 – 10 m	
Terrain roughness class 5	
Building surface fraction 30 – 50 %	
Impervious surface fraction 40 – 50 %	
Pervious surface fraction < 20 %	
Surface admittance 1,000 – 2,000 J m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹	
Surface albedo 0.15 – 0.25	
Anthropogenic heat flux < 50 W m ⁻²	

DEFINITION

Form: Small or medium-sized buildings widely spaced across natural landscape. Full sky view from ground level. Building materials vary. Scattered trees and abundant plant cover. Space heating/cooling demand negligible. Low traffic flow. **Function:** Residential (single or multi-unit housing); commercial (retail shops, office buildings); institutional (research/business parks, campuses); agricultural (farms, country estates). **Location:** Periphery (low-density suburbs). Extended metropolitan regions. Newly developed urban tracts. Rural towns. Lightly settled countryside. **Correspondence:** UCZ7 (Oke, 2004).

ILLUSTRATION

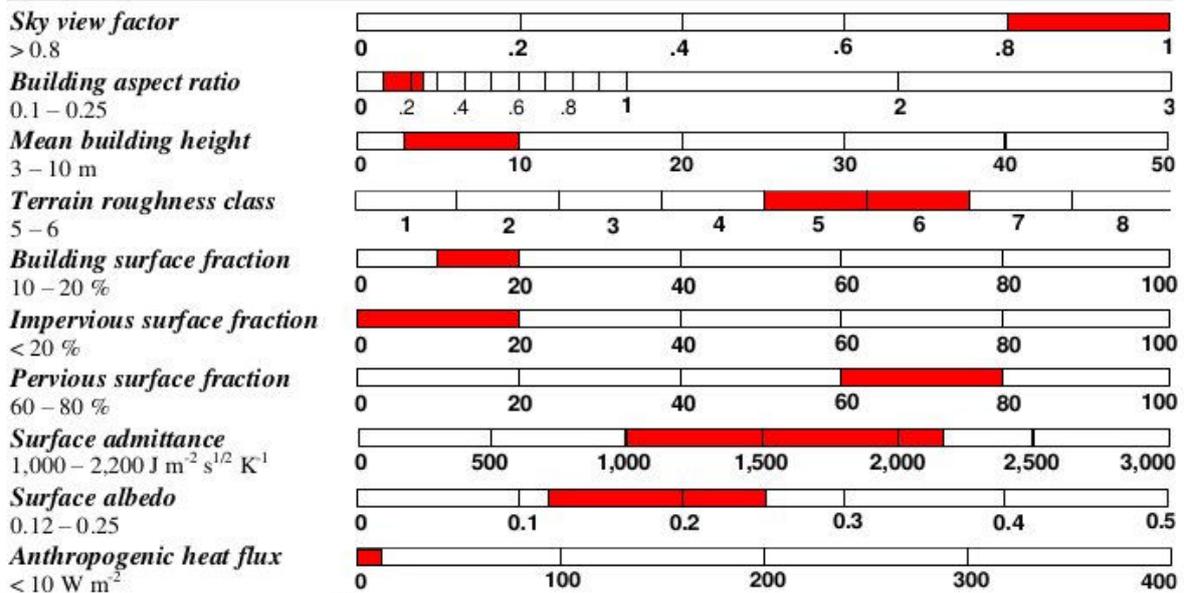
High angle



Low level



PROPERTIES



DEFINITION

Form: Highly irregular mix of low and midrise industrial structures (tanks, towers, stacks). Structures openly spaced on hard-packed surfaces. Sky view from ground level slightly reduced. Building materials vary (steel, concrete, metal). Few or no trees. High demand for space heating/cooling. Large quantities of waste heat and atmospheric pollutants released from mechanical and chemical processing (smelting, pulping, distilling). Low traffic flow. **Function:** Industrial (factories, refineries, mills, plants). **Location:** City or country.

ILLUSTRATION

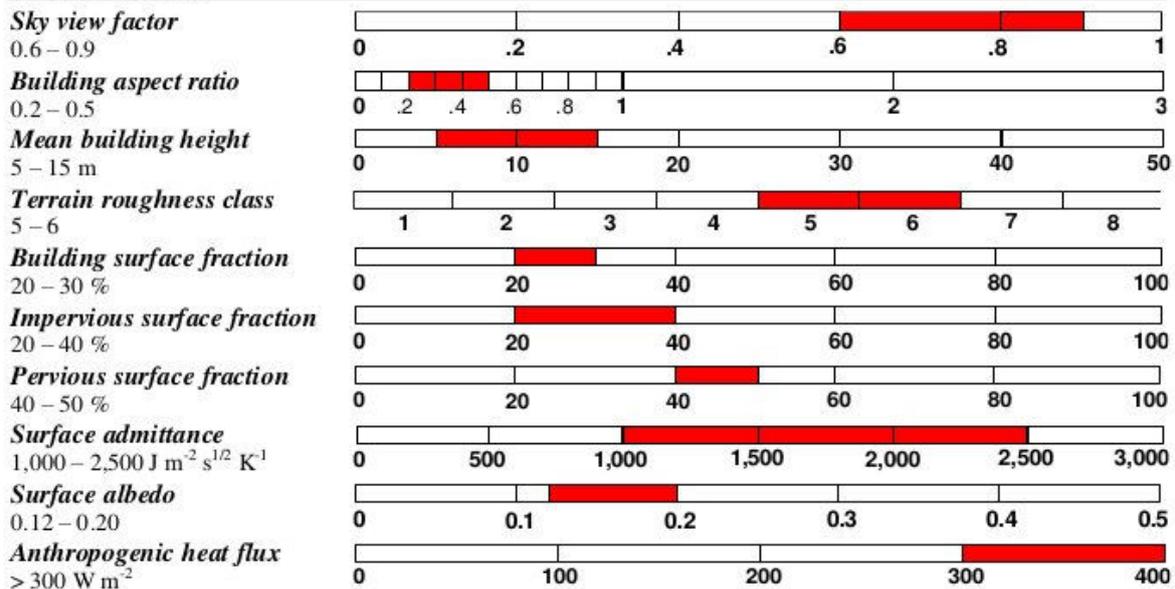
High angle



Low level



PROPERTIES



DEFINITION

Form: Heavily wooded landscape of deciduous and/or evergreen trees. Trees closely spaced across pervious ground (low plants). Sky view from ground level significantly reduced. Few or no roads or buildings. Space heating/cooling demand nil. Low or no traffic flow. **Function:** Natural forest (equatorial, tropical, midlatitude). Tree cultivation (dense orchards, plantations). Urban recreation (wooded parks, greenbelts). **Location:** City or country.

ILLUSTRATION

High angle



Low level



PROPERTIES

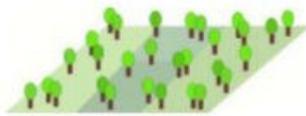
Sky view factor < 0.4	
Tree aspect ratio > 1	
Mean tree height 3 – 30+ m	
Terrain roughness class 8	
Building surface fraction < 10 %	
Impervious surface fraction < 10 %	
Pervious surface fraction > 90 %	
Surface admittance 1,000 – 1,800 J m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹	
Surface albedo 0.10 – 0.20	
Anthropogenic heat flux 0 W m ⁻²	

DEFINITION

Form: Lightly wooded landscape of deciduous and/or evergreen trees. Trees scattered across pervious ground (low plants). Sky view from ground level slightly reduced. Few or no roads or buildings. Space heating/cooling demand nil. Low or no traffic flow. **Function:** Natural forest (savannah, parkland, high latitude). Tree cultivation (orchards, groves, plantations). Urban recreation (parks, green spaces). **Location:** City or country.

ILLUSTRATION

High angle



Low level



PROPERTIES

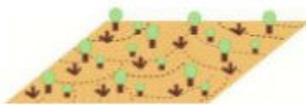
Sky view factor 0.5 – 0.8	
Tree aspect ratio 0.25 – 0.75	
Mean tree height 3 – 15 m	
Terrain roughness class 5 – 6	
Building surface fraction < 10 %	
Impervious surface fraction < 10 %	
Pervious surface fraction > 90 %	
Surface admittance 1,000 – 1,800 J m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹	
Surface albedo 0.15 – 0.25	
Anthropogenic heat flux 0 W m ⁻²	

DEFINITION

Form: Open shrubs, bushes, and short, woody trees on pervious ground (bare soil or sand; sparse plant cover). Full sky view from ground level. Few or no roads or buildings. Space heating/cooling demand nil. Low or no traffic flow. **Function:** Desert scrubland; interior scrubland; Mediterranean scrubland. Tree cultivation (orchards/plantations of dwarf or bush trees). Agriculture (unimproved pasture). **Location:** City or country.

ILLUSTRATION

High angle



Low level



PROPERTIES

Sky view factor > 0.9	
Tree aspect ratio 0.25 – 1	
Mean plant height < 2 m	
Terrain roughness class 4 – 5	
Building surface fraction < 10 %	
Impervious surface fraction < 10 %	
Pervious surface fraction > 90 %	
Surface admittance 1,000 – 1,800 J m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹	
Surface albedo 0.15 – 0.30	
Anthropogenic heat flux 0 W m ⁻²	

DEFINITION

Form: Featureless landscape of pervious ground, predominantly low plant cover. Few or no trees, roads, or buildings. Full sky view from ground level. Space heating/cooling demand nil. Low or no traffic flow. **Function:** Natural grassland (savannah, steppe). Agriculture (pasture, arable farmland). Urban recreation (grassy parks, green spaces). **Location:** City or country. **Correspondence:** UCZ7 (Oke 2004).

ILLUSTRATION

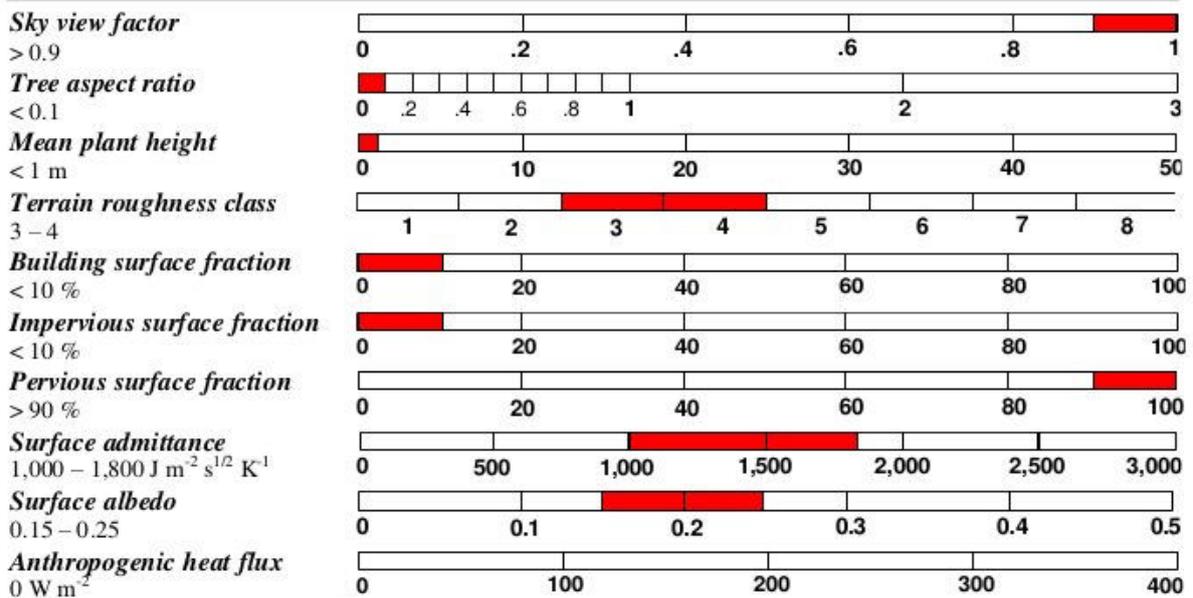
High angle



Low level



PROPERTIES



DEFINITION

Form: Featureless landscape of impervious ground, predominantly rock, paved, or hard packed. Ground cover varies (gravel, laterite, exposed bedrock; asphalt, concrete). Few or no trees, plants, or buildings. Full sky view from ground level. Space heating/cooling demand nil. Low or no traffic flow. **Function:** Natural desert (cold, rock); geological shield. Transportation (car parks, container ports, freight terminals, airport aprons). **Location:** City or country.

ILLUSTRATION

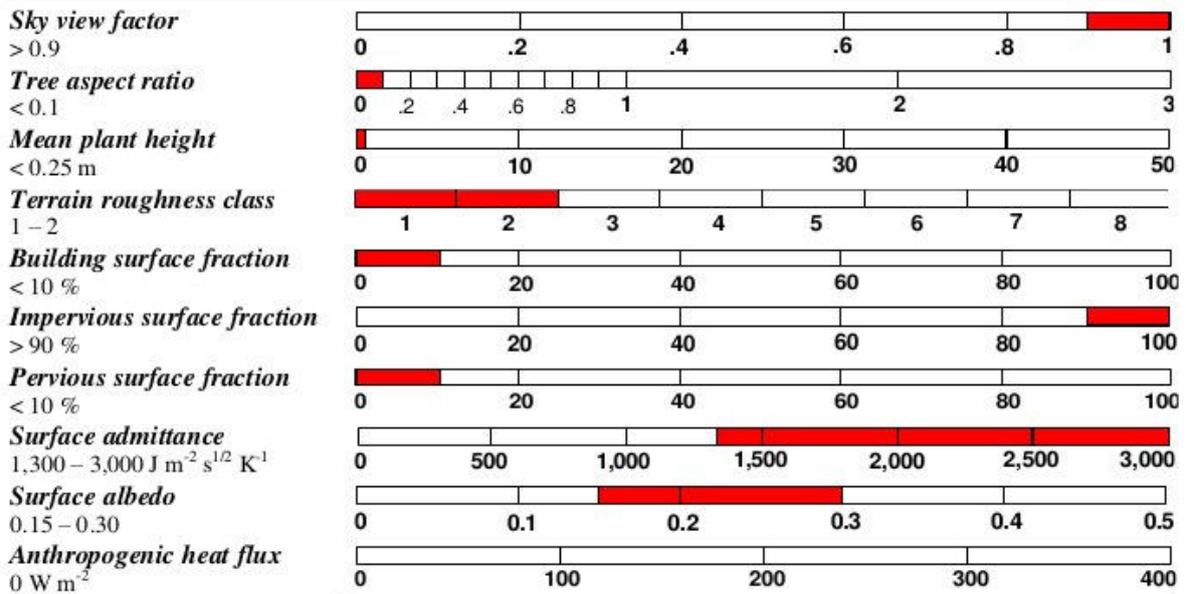
High angle



Low level



PROPERTIES



LCZ

BARE SOIL OR SAND

F

DEFINITION

Form: Featureless landscape of pervious ground, predominantly soil or sand. Few or no trees, plants, roads, or buildings. Full sky view from ground level. Space heating/cooling demand nil. Low or no traffic flow. **Function:** Natural desert (hot). Agriculture (plowed or fallow fields). Barren land. **Location:** City or country.

ILLUSTRATION

High angle



Low level



PROPERTIES

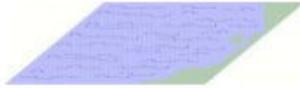
Sky view factor > 0.9	
Tree aspect ratio < 0.1	
Mean plant height < 0.25 m	
Terrain roughness class 1 - 2	
Building surface fraction < 10 %	
Impervious surface fraction < 10 %	
Pervious surface fraction > 90 %	
Surface admittance $1,000 - 1,800 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{1/2} \text{ K}^{-1}$	
Surface albedo 0.20 - 0.35	
Anthropogenic heat flux 0 W m^{-2}	

DEFINITION

Form: Large, open water bodies such as seas, lakes, and bays, or smaller bodies like rivers, reservoirs, and lagoons. Few or no roughness features. Full sky view. **Function:** Natural water systems. Recreation. Transportation. Industry. **Location:** City (urban lakes, rivers, harbours) or country.

ILLUSTRATION

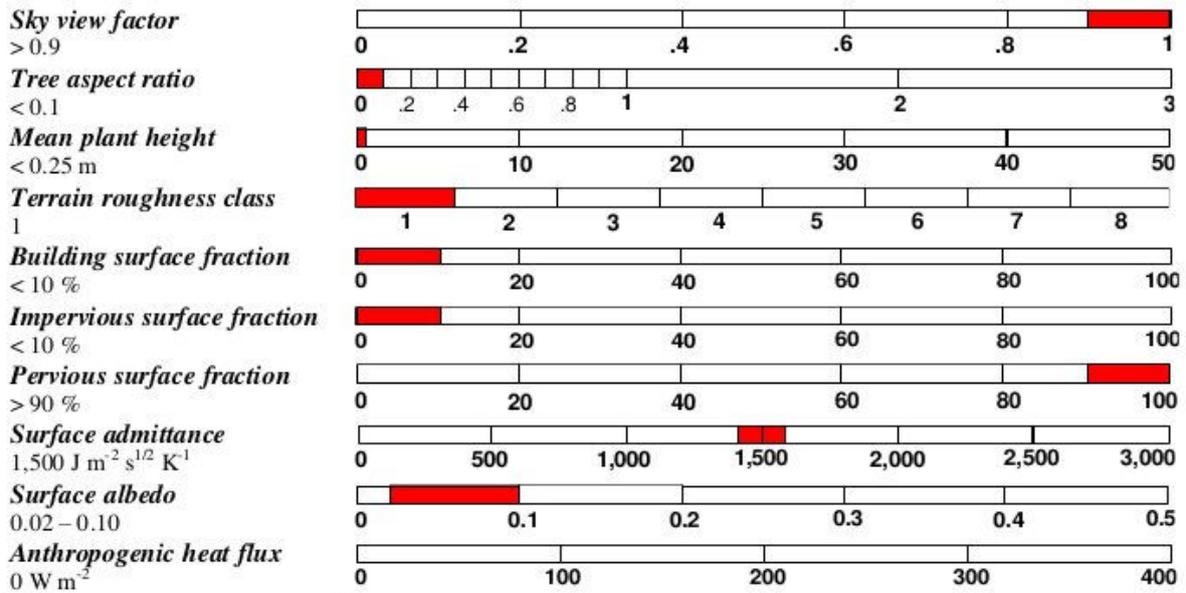
High angle



Low level



PROPERTIES



ANNEXE 3

Proposition de Sujet de thèse

Laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :
Centre National de Recherches Météorologiques UMR 3589

Entreprise :
Structure pilote : **Toulouse Métropole**
Direction pilote de l'action : Plan Climat
Élus pilotes : Michel AUJOULAT, Élisabeth TOUTUT-PICARD

Titre du sujet proposé :
Enrichir un réseau de mesures de l'ilot de chaleur urbain opérationnel : apports de la science participative et nouvelles pistes d'exploitation par les acteurs.

Gouvernance entreprise :
Structure pilote : Toulouse Métropole
Direction pilote de l'action : Plan Climat
Élus pilotes : Michel AUJOULAT, Élisabeth TOUTUT-PICARD

Nom et statut (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (préciser si HDR) :
Valéry Masson (Centre National de Recherches Météorologiques, Météo-France) (HDR)
Valérie Edouart (Toulouse-Métropole)

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :
valery.masson@meteo.fr 05 61 07 94 64
valerie.edouart@toulouse-metropole.fr 05 81 91 74 76

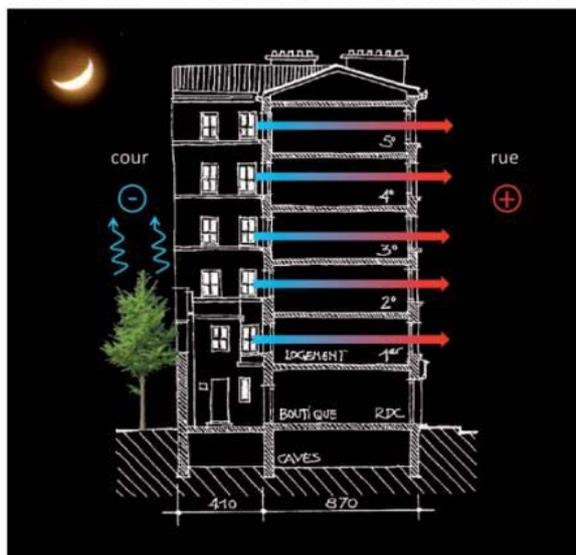
ANNEXE 4 : Valeur d'albédo et d'émissivité pour différents matériaux urbains et naturels (adapté de [Oke, 1987])

Matériau	Albédo (-)	Emissivité (-)
Sols	0.05 - 0.40	0.90 - 0.98
Herbe	0.16 - 0.26	0.90 - 0.95
Champs agricoles	0.18 - 0.25	0.90 - 0.99
Forêts	0.15 - 0.20	0.97 - 0.98
Eau	0.03 - 0.10	0.92 - 0.97
Neige	0.30 - 0.45	0.92 - 0.97
Zone urbaine	0.10 - 0.27	0.85 - 0.96
Moyenne zone urbaine	0.15	0.95

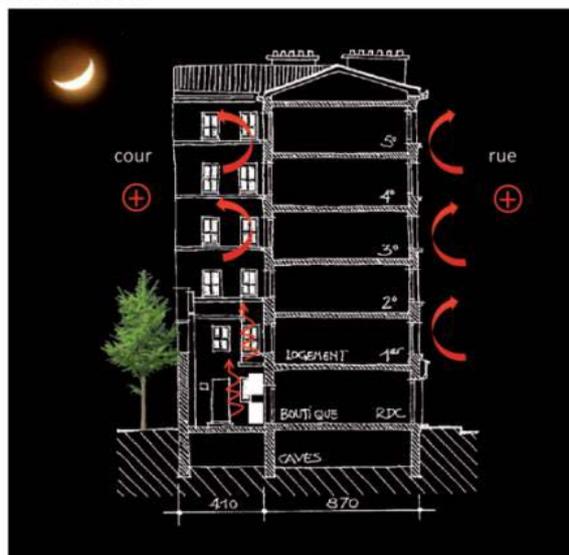
Source : Leconte, 2014

ANNEXE 5 : Modification de la ventilation naturelle par ajout de climatiseurs

FIGURE 37 : MODIFICATION DE LA VENTILATION NATURELLE PAR AJOUT DE CLIMATISEURS



Ventilation nocturne naturelle d'une cour du XIX^e siècle permettant un rafraîchissement efficace des appartements. La ventilation est amorcée grâce à une différence de température entre la cour et la rue.



L'ajout de climatiseurs sur la cour par la boutique compromet, voire annule, cette ventilation car la différence de température entre la cour et la rue disparaît.

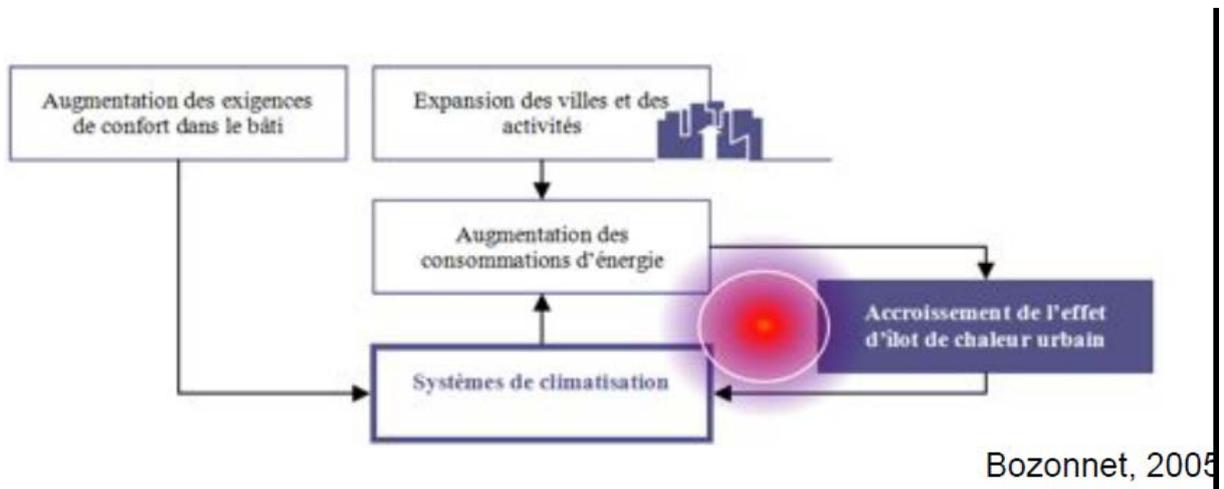
Source : APUR, 2012

ANNEXE 6 : Résumé des effets de la climatisation sur le climat urbain

Le programme CLIM², travaillant sur les effets de la climatisation sur l'ICU de l'agglomération parisienne, a mis en évidence que le parc actuel de système de climatisation sec ou humide font augmenter la température dans les rues localement la nuit entre 0.25°C à 1°C par rapport à un cas de référence sans climatisation. Si les systèmes de refroidissement sont seulement sous forme de système sec alors la température nocturne augmente de l'ordre de 0.5 à 2°C et est plus étalé dans sa répartition. Un résultat projetant Paris dans l'avenir, doublant les rejets l'ensemble des rejets dû à la climatisation, la ville sera touchée la nuit mais aussi la journée. La nuit la température augmentera de 0.5°C à 3°C. Mais l'ICU nocturne sera plus étalé et plus intense (+1.75°C).

Source : (CLIM², CNRM-GAME, CNAM-LGP²ES (EA21), Climespace, 2010)

ANNEXE 7 : Schéma du cercle vicieux de l'impact des systèmes de climatisation sur l'ICU



ANNEXE 8 : Entretien au Grand Lyon avec Luce PONSAR, Responsable du Plan Climat, sur la thématique des Ilots de Chaleur Urbains le 10/08/2016 à 10h

1- Julien NAEGELEN (JN) : Quelles difficultés va-t-on rencontrer lorsqu'il s'agit de mobiliser les acteurs du territoire autour de la question de l'ICU (élus, promoteurs, bureaux d'études...) ?

Luce PONSAR (LP) : Il y a une **bonne accroche**, quand on va voir un élu, des aménageurs ou un bureau d'étude, un chercheur, éventuellement un citoyen, il y a un **intérêt direct pour le sujet**, ça les intrigue, ils ont tous une idée, un chiffre, un truc, ils ont tous lu quelque part un article.

Même les journalistes, c'est un sujet qui les a intéressés. L'an dernier, comme on a eu pas mal de canicule, il y a eu un article dans le Progrès qui sont venu m'interviewer pour savoir ce qu'il se passait. On était resté très générique. **En gros, il faut mettre plus de végétal, plus d'eau en ville, mettre des matériaux clairs, le message un peu habituel.** Donc, il y a un bon intérêt pour tous ce secteur là pour le sujet.

Par contre, il y a un **besoin de quantifier**. C'est-à-dire, il y a un moment donné où les aménageurs nous disent ok, vous nous dites de mettre du matériau clair mais est-ce que vous avez une connaissance plus claire, une palette à nous proposer. Par exemple la SPL Part-Dieu, dans le cadre du réaménagement, notamment avec EGIS, Elioth (*Egis Concept intervient en tant que maître d'œuvre, consultant ou expert sur les sujets d'ingénierie de la construction*), ils vont monter un test avec des palettes de matériaux qu'ils veulent utiliser avec une caméra thermique. Ils vont essayer de voir comment ça évolue. Donc il y a un besoin de connaissance à un moment donné. On ne prend pas le truc tel quel. **On est intéressé, on a envie de mieux comprendre, mais on a besoin de preuves aussi pour ne pas se lancer à fond dans un truc qui finalement marchera pas, ou devra demander de l'entretien derrière, ou va mal vieillir.** Par rapport à la voirie, le labo de voirie nous dit est-ce qu'il vaut mieux un béton clair qui se sali dans le temps ou un bitume sombre qui va éclaircir. Prouver moi que dans 20 ans ce matériau sera encore clair. Tout de suite les demandes deviennent très précises.

On a vu notre élu référent il n'y pas très longtemps. Il nous a sorti des chiffres on ne sait pas d'où il sortait ça. « Oui il paraît que le Rhône rafraîchit de 10° ». Nous, on a jamais mesuré ça. Le mieux qu'on a réussi à mesurer c'est un ou deux degrés. Du coup, après c'est rentré dans leur tête et c'est très difficile de l'enlever. Derrière quand tu présentes des résultats des travaux de mesure où tu as des gains plus faibles, ils disent « **ça va pas, on n'arrête pas de donner le message qu'il faut planter des arbres et vous me dites que ça ne fait que gagner un degré** ». J'ai envie de dire, un degré c'est bien, l'ICU il fait, justement on n'a pas t'en de recul que ça... dans la littérature on nous dit qu'il fait entre 4 et 10°, d'autre nous dise qu'il est plus fort l'hiver. Mais l'hiver ce n'est pas le sujet.

Donc ma question c'est de combien il est pendant les périodes de très fortes chaleurs. Il y a des modèles qui nous disent en période de très forte chaleur la campagne est saturé, les situations s'équilibrent et l'ICU est aplati. **Donc du coup, on est sans cesse en train de se réinterroger et on sent qu'il y a une attente de connaissances mais il n'y a pas forcément la prise de conscience qu'il faut mettre des moyens sur l'amélioration de la connaissance.** C'est pour cela que nous avons monté EPOC, il qu'on ait un centre de compétences, de recherches appliquées à Lyon sur le sujet car, **un moment il faut commencer à produire de manière scientifique et de manière locale de la connaissance sur comment fonctionne le microclimat de l'agglomération pour être en mesure de donner des vrais préconisations.** On voit que par exemple, à Stuttgart ils ont privilégié un énorme accès de ventilation au centre-ville. Ça ventile et finalement c'est ce qu'on remarque aussi dans nos mesures à partir du moment où tu ventiles la chaleur elle s'évacue complètement. Oui il y a les sources de chaleurs fixes mais a un moment donné on peut dire comme stratégie on privilégie les axes de ventilation.

Donc, au début le sujet paraît simple, mais on te demande des preuves. Du coup, là les outils sont plus lourds, la modélisation ce n'est pas encore tout à fait au point et c'est très chère et ça prend beaucoup de temps. **On est aujourd'hui à 5 ou 10 ans que ces modèles deviennent un peu plus utilisés** comme ils le sont aujourd'hui en dynamiques des fluides dans les bâtiments. Au début c'était un outil de recherche qui s'est transféré aux bureaux d'études de manière rapide. Sur les ICU **aujourd'hui, les outils sont vraiment au stade de la recherche, ils sont vieux des années 70.** Ils y en a des nouveaux qui débarquent mais qui ne sont pas forcément appliqués à ce sujet. Donc il y a du travail à faire au niveau de la recherche à engager.

Il y a aussi du travail à faire au niveau des aménageurs et des maîtrises d'ouvrage, car eux commandent et peuvent dire « ce quartier faites-moi une modélisation, je veux qu'il y ait une ventilation qui se passe, qu'il ne fasse pas trop chaud les étés ». **Donc c'est dans les deux sens, c'est encourager les chercheurs à développer des outils et sensibiliser les aménageurs à utiliser des outils issus de la recherche et du coup les bureaux d'étude sont bien placés parce qu'ils font le lien entre les deux.** Ils vont commencer à utiliser des outils issus de la recherche, cofinancer des thèses, appliquer à des projets urbains, défricher.

Donc c'était vraiment le triptyque d'époque qu'on voulait faire : les praticiens, les chercheurs, les citoyens. L'idée c'était de se dire qu'on pouvait améliorer le brassage dans ces trois mondes. A la base EPOC on a été, j'avais monté la première réunion avec les chercheurs, les différents labos, la collectivité en disant qu'il y a un projet transdisciplinaire qui se monte sur ce projet-là. Ça a été financé par IMU qui est laboratoire qui a financé le projet. Mais bon maintenant il ne faut pas que ça s'arrête là. L'idée se serait de **financer une espèce de task force de recherche appliquée sur le territoire où on teste et on expérimente avec les aménageurs et les projets qui sortent et en même temps on développe des outils de recherche.**

L'objectif est de rendre le processus très opérationnel. Aujourd'hui, on a accueilli beaucoup de projets de recherches sur le territoire mais ils n'étaient pas phasés avec les projets d'aménagements. Du coup les enseignements n'ont pas pu être appliqués. Il y a des problèmes de délais, une recherche ça prend 3, 4 ans. Tu commences à peine à choisir ton site, le projet est déjà fini. **Le fait que le projet ne soit pas bien transmit c'est lié au fait qu'il y a manque de communication.** En gros les chercheurs disent « Ah c'est super ce truc-là » donc là ils prennent les plans masses, ils partent dans leurs labos pendant 3 ans, ils font des supers trucs, ils s'auto posent des questions mais ils ne vont pas voir les aménageurs pour leur demander quelles sont les questions que vous vous posez. Entre temps le projet a bougé, les acteurs ont bougé. Quand ils viennent faire leur restitutions on leur dit « votre truc ça tombe du ciel, pourquoi vous avez trouvé ça ». Donc, il y a vraiment un manque de communication entre les acteurs de la fabrique urbaine.

- 2- **JN: J'ai lu dans le document que vous m'avez envoyé (POPSU Europe, 2015) qu'il fallait favoriser un rapprochement entre les services à savoir gestions des eaux, politique de l'arbre et politique du climat. Est-ce que ce rapprochement-là pourrait permettre d'accélérer la démarche de diminution des ICU.**

LP : Oui, là c'est plus une organisation administrative, c'est-à-dire que chacun regarde un peu son petit sujet. Un exemple, il y a pas longtemps il y a un bassin d'eau pluvial qui a été mis en place Rue Garibaldi avec la trémie qui a été supprimées. Et là gros sujet, comment on réceptionne ce projet et ça a mis deux ans à être réceptionné. Parce que ça devait être réceptionné par le service usine des eaux pluviales, ça avait été demandé dans une logique plutôt ville perméable, infiltration des eaux de pluie et en même temps la propreté doit utiliser l'eau pour ces camions et nous ça nous intéresse avec le service arbre pour éventuellement arroser les arbres du coin pendant les périodes de sécheresse et du coup personne se sentait responsable du projet et du coup l'ouvrage n'a pas été réceptionné.

Il y a la même chose sur des ouvrages parc Kaplan, il y a eu des dysfonctionnements au début, ce qui est normal, il a fallu mettre en place des conventions de gestion avec la Ville de Lyon pour dire que la partie hydraulique serait gérée par le Grand Lyon, la partie espace vert par la ville de Lyon pour essayer de faciliter... Si il y a un papier qui tombe dans le fossé qui c'est qui va le chercher. **Parce qu'on arrive à des ouvrages plus complexes. Pour lutter contre les ICU ce qu'on promet ce sont des ouvrages qui infiltrent l'eau, qui font pousser du végétal et qui sont situés dans des zones chaudes du coup se sont ni des caniveaux, ni des jardins, ni juste un arbre.**

- 3- **JN: La thématique de l'ICU ne pourrait pas être quelque chose de très transversale qui permettrait de regrouper l'essentiel des services**

LP : En est en train de travailler sur le plan d'adaptation. Il n'y a pas la biodiversité, il n'y a pas l'énergie, un petit peu avec les questions de refroidissement, rafraîchissement. En tout cas ce qui est sûr c'est que l'adaptation au changement climatique et à Lyon plus particulièrement l'ICU, le réchauffement les conditions de confort en ville, ça **permet d'adresser la direction de l'eau parce qu'il y a le côté infiltration, utilisation des ressources alternatives d'eau qui ne sont pas potables, pour des fontaines, des endroits pour tremper les pieds.** C'est vrai que c'est un changement de culture que la direction de l'eau pousse en disant « l'eau de pluie ce n'est pas de l'eau polluée, c'est de l'eau propre avant qu'elle ne touche la surface de la ville donc il y a quelque chose à faire avec ça. La direction de l'arbre, à une politique de trame verte et de gestion patrimoniale de ces arbres pour maximiser la surface d'ombrage qu'ils peuvent apporter, des choses comme ça. Tous les services urbains, aménagement, planification, le PLU aussi...

4- JN : Comment on intègre la lutte contre les ICU au PLU ?

LP : Ils ont un rôle pour maintenir les **trames vertes et bleues**, maintenir les **espaces naturels**, les **espaces agricoles**, maintenir **des coefficients d'emprise au sol en pleine terre**. C'est quelque chose qu'ils ont rajouté dans le nouveau PLU. Il y a aussi le volet agriculture, c'est plutôt vulnérabilité des agriculteurs, c'est vrai que changement de climat c'est peut être changement de productions. Il y a toute la question de l'eau, de plus en plus on leur dit arrêter de prélever en période de sécheresse et du coup ils perdent une partie de leur récolte. Donc il faut réfléchir aussi à des types de céréales qui ont moins besoin d'eau. Donc il y a un axe la dessus. Le plus important c'est sur la santé des populations, tous ce qui est alerte canicule, ce sont des alertes ponctuelles mais qui vont devenir de plus en plus fort et régulier. Donc un moment donné c'est comment gérer cela.

Nous ce que l'on dit au niveau du plan climat, aujourd'hui vous agissez en curatif, en instantané si ça se développe comment est-ce que l'on met en place des choses de plus longues durées. C'est plutôt dans la politique du logement, maintien à domicile des personnes âgées, isolation, protection solaire, faire des travaux pour que leurs appartements chauffent moins l'été. C'est aussi dans le plan climat donc ça joue sur les deux tableaux.

Après il y a l'aspect encore plus en amont qui est **éduquer les populations, sensibiliser, faire prendre conscience que l'on va vers un changement de climat** et que la solution c'est qu'il ne faut pas mettre des climatiseurs de partout, sinon on ne va pas y arriver. Si on fait ça on va amplifier le phénomène. Ça passe par la sensibilisation, l'éducation, **vraiment un changement culturel**. Ce n'est pas facile d'admettre que dans 40, 30 ans on aura le climat de Madrid. On a déjà celui de Montpellier. C'est un des 5 axes du plan d'adaptation qui n'est pas encore délibéré mais que l'on va délibérer. **Du coup ça traite pas mal de choses, mais ça ne traite quand même pas tout**. Dans le développement durable tu as la question des déchets, de l'économie circulaire, ça du coup ça n'a pas vraiment de rapport.

5- JN : Alors justement sur l'économie, aujourd'hui on veut adapter la ville au changement climatique donc du coup on va mettre de la végétation, des espaces publics,

LP : Ça va coûter chère

JN : **Mais du coup c'est un investissement pour la ville, ça va l'embellir, ça va la rendre plus attractive**

LP : Oui

JN : **Développement du transport en commun, des modes doux... donc il y a quand même derrière un enjeu économique...**

LP : Un enjeu d'attractivité

JN : **Du coup, attirer des entreprises, des flux, donc derrière les ICU on peut quand même permettre de développer l'économie.**

LP : Nous on dit « **rendre la ville agréable à vivre, même période de forte chaleur** » pour éviter que les gens partent.

6- JN : Quels est le risque de la non prise en compte de l'ICU ?

LP : C'est que ça **devienne invivable, des climatisations sauvages qui se mettent de partout** donc en termes d'urbanisme on perd en qualité patrimoniale et visuelle. On a des pics de consommations d'électricité l'été qui va remplacer les pics d'hiver. Le réseau devrait le supporter puisqu'il supporte le pic d'hiver mais quand il fait chaud l'électricité se transmet moins bien. Donc **on peut avoir quand même des risques de coupures**. Le problème principal **si on ne fait rien c'est qu'on continue à densifier donc augmenter un peu ce phénomène quand même**. Le risque c'est que **les gens aillent vivre en périphérie**, ça augmente les transports, ça augmente la pollution, **donc ça encourage le cercle vicieux de l'urbanisation**. Nous **on lie vraiment îlot de chaleur à qualité de vie, zone d'apaisement aussi, bruit, pollution**. L'idée c'est de créer des zones vraiment d'apaisement dans la ville pour que les gens n'aient pas à sortir pour se rafraîchir.

7- JN : Justement j'ai fait des questionnaires sur la ZAC de la Buire et du coup j'interrogé les personnes pour leur demander que faites-vous lorsqu'il fait trop chaud. Ils me répondaient soit on va dans le parc, soit on sort. Donc c'est un phénomène qui existe déjà donc il ne faut pas laisser s'amplifier le phénomène. Maintenant plus précisément sur la ZAC de la Buire. Est-ce que vous connaissez la genèse du projet ?

LP : Je n'ai pas les détails. Je ne connais qu'à partir de 2012. Avant je travaillais chez Véolia, j'étais chargé du pilote d'humidification de la chaussée dans la rue de la Buire. J'étais au bureau d'étude de Lyon du coup la recherche avait l'idée de faire ce projet et moi je suivais les travaux. D'ailleurs le dispositif va être démonté car c'était un test.

8- JN : Le test a-t-il été concluant ?

LP : Concluant d'un point de vue scientifique, pas trop d'un point de vue politique et des services techniques. Donc voilà...

Donc je ne connais qu'à partir de 2012, je sais qu'à cette époque-là, il restait encore quelques bâtiments à construire. C'est une ZAC faite par un aménageur D2P. L'espace public a été fait parce qu'on densifiait beaucoup autour et qu'on créait de l'habitat. L'école pareil. Dès le début ils ont réfléchi à la récupération d'eaux pluviales, parce que dans le règlement du Grand Lyon de la direction de l'eau, **on a interdiction de mettre les eaux pluviales aux réseaux**. Donc il faut infiltrer sauf quand on démontre qu'il y a impossibilité d'infiltrer ou retenu. Donc ça c'est depuis 95 je crois. Donc du coup, ils ont créé un petit réseau pour la ZAC. Toutes les descentes de gouttière, normalement, sont raccordées sauf une ou deux. Puis c'était la ville de Lyon qui avait demandé un bassin sous l'école qui appartient à la ville de Lyon pour récupérer ces eaux pluviales, l'injecter dans le circuit de fontainerie et aussi pour arroser les quelques arbres. Puis en 2012, Véolia à proposer de tester sur la rue de la Buire un dispositif de rafraîchissement de rue dans l'idée de dire si ça marche on se connecte à la réserve d'eau pluviale.

9- JN : Est-ce que à la base il y a eu une volonté de lutter contre les ICU ?

LP : Il ne l'appelle pas comme ça, mais c'est ça aussi un enseignement, l'entrée ICU est hyper techno quand tu l'a présente comme ça. Par contre quand tu parles de qualité de vie, zone de calme, zone de convivialité donc du coup c'est ça qu'il y a derrière. Qualité urbaine, qualité d'espaces publics c'est plutôt ça qui fait le moteur.

10- JN : Pour les élus ou ceux qui aménagent, derrière ces termes-là il y a tous ce qui est le développement durable, tous ce qui est végétalisation, gestion des eaux de pluies...

LP : Pas forcément, même les gestions des eaux de pluies, ce n'est pas qu'ils s'en fiche mais la question du confort thermique et de pourquoi est-ce que l'on veut des zones de calme et de rafraîchissement tous les élus l'ont. Ils savent que c'est une condition pour la qualité de vie, d'avoir un square pour les enfants. Par contre la prise de conscience que ce lieu peut aussi jouer un rôle thermique, de gestion des eaux et éventuellement de biodiversité, ça ce n'est pas forcément le driver principal mais ils sont plutôt contents de le constater.

Ils n'appelleront pas ça ICU mais plutôt cadre de vie...

11- JN : Est-ce que l'on a un retour d'expérience sur cette ZAC ?

LP : Là c'est le problème de la mesure, aujourd'hui on n'a pas de réseau de mesures qui nous permet d'évaluer. Dans le cadre du projet ECOP, ce que l'on proposait c'était aussi de mettre en place des réseaux de mesures à l'échelle de l'agglomération. Alors, il y a des trucs marrants, si tu vas sur net atmo ou wonderground, se sont des sites collaboratifs. Il y a pas mal de gens qui ont des petites stations météo. Tu vois un petit peu les effets des ICU, qu'il y a quelques degrés de différence par contre ce matériel là on ne sait pas comment il est installé. Souvent il est sur les balcons donc il est en plein soleil. On ne peut pas en faire grand-chose mais c'est marrant de voir la quantité de mesure citoyenne qu'il y a. **C'est pour ça dans époque on voulait mettre les citoyens parce que c'est un super levier. Ils sont motivés tout seul pour faire des mesures, donc il y a un terreau à encadrer un peu en apportant de la rigueur scientifique et proposer une valorisation** autre que...

12- JN : Est-ce que vous pensez que ce projet est perfectible encore ? ou est-ce que vous pensez que c'est un bon modèle d'urbanisme durable ?

LP : **Je n'aurai pas assez de recul.** Je pense que ça a bien marché les appartements se sont vendus, il n'y a pas de dégradations, le quartier à l'air de vivre. Après de là à dire que c'est un bon modèle... En terme ICU, c'est clair que le fait de dire on aménage une petite zone (espace vert) après aujourd'hui il n'y a pas encore beaucoup d'arbres matures. Donc en terme de rafraîchissement aujourd'hui, si on allait faire des mesures on ne verrait pas des masses d'effets. C'est encore très ouvert.

Un autre exemple que l'on cite souvent c'est la rue Garibaldi. Pour le coup **l'architecte à l'époque avait quand même cité la question du confort thermique** parce qu'il y avait pleins de terrasses et le revêtement blanc

apparemment avait été choisi dans cette idée de limiter la surchauffe. Donc ça montre bien que là il y a une sensibilité sur l'ICU. **Il y a eu un gros lobby du service des arbres pour les conserver.**

13- JN : Si on veut lutter contre l'ICU, Est-ce que c'est plutôt une démarche bottom-up ou top-down ?

LP : Alors je pense qu'on aurait besoin des deux aujourd'hui. C'est plus top-down au sens où la connaissance il faut qu'elle s'élabore au niveau stratégique, donner des billes à ceux qui font. Mais en même temps via cette envie d'avoir du végétal près de chez soi, il y a quand même de la demande sociale, du bottom-up, qui fait que les projets se végétalisent. C'est bien parce qu'il y a cette demande qu'ils le font. **Nous on n'est pas encore assez avancé pour faire les préconisations vraiment, il faut t'en d'arbre, les placer de telle manière, il peut y avoir tels effets...** on en n'est pas là. Je dirai qu'aujourd'hui elle est un peu entre les deux. **Ce qui est sûr c'est que si on veut multiplier les points de fraîcheur en ville, il va falloir de l'implication citoyenne pour l'entretien.** C'est peut-être un point que l'on n'a pas encore abordé. On est dans la question des problèmes de gestion aussi entre les services. Ça coûte quand même chère d'entretenir des arbres ou les espaces plantés. Il faut les nettoyer, les élaguer et du coup il y a une vraie question à avoir sur comment les quartiers, les Comités de Quartier... en ce moment il y a... alors je ne sais pas si c'est en ligne, ça s'appelle « planter un arbre », je crois que tu peux demander un espace de nature près de chez toi et derrière du t'engages à l'entretenir. Il faut qu'on développe ces trucs-là ! Il faut qu'on développe le fait qu'au niveau local, les gens ils aient envie de jardiner, on le voit sur les jardins partagés, ça se développe, ils ont envie de patouiller, de participer. **Donc finalement leurs donner ces capacités, ça peut être aussi nous de nous enlever des coûts de gestions ou de ne pas en rajouter et du coup d'avoir plus de végétal.**

Entretien au Grand Lyon avec un stagiaire au sein du service responsable du Plan Climat sur la thématique des Ilots de Chaleur Urbains le 10/08/2016 à 10h30 (ingénieur)

Je fais vraiment des mesures de confort thermique pour voir l'ICU, soit en grand, entre le centre et les stations qui peuvent servir de référence à l'extérieur, soit très localement pour comparer deux types de matériaux, une rue avec arbres, une rue sans arbres, **pour essayer de mesurer les effets qu'on vend un peu tout le temps et avec des chiffres qui se baladent un peu partout.**

1- JN : Quels sont les résultats ?

Pour l'instant... C'est assez difficile de voir les effets. Notamment lorsqu'il s'agit de **mesurer des différences avec des sols.** Ce qui à l'air de jouer beaucoup, ce sont les mélanges d'air, les mouvements d'air qu'il y a. En plus, là il n'y a pas eu vraiment de journées de canicules sans vent du tout depuis le début de l'été et ça fait vraiment beaucoup de mélanges. Par exemple, sur la Rue Garibaldi, on a mis des capteurs tous le long et qui dépassent un peu de part et d'autre de la partie végétalisée, en se disant on aimerait bien voir de la fraîcheur au milieu avec des arbres par rapport aux parties minérales et en fait on ne voit vraiment pas grand-chose sur une si petite échelle, 15 capteurs sur 800m. Ce qu'on voit ce que là, la courbe de température, les variations c'est 0.2°C. **Donc c'est relativement difficile à mesurer.**

J'ai aussi fait des mesures juste à côté, deux rues perpendiculaires là, au niveau de Part-Dieu. Il y en a une avec des arbres d'alignement et l'autre sans. C'est pareil, j'aurai bien voir quelque chose mais c'est compliqué aussi. Sur les 4 points, la rue Mazenod sans arbres et la rue Part-Dieu avec des arbres d'alignement. Entre le 1 et le 4, le 1 en bleu est quand même 0.5°C plus chaud que le 4. Ça reste des écarts pas très gros. Mais par contre là, c'est inverse, **c'est la rue sans arbres qui est plus fraîche que la rue avec arbres.** Donc voilà c'est difficile d'aller regarder... ça a été pris sur 1h30min d'après-midi à 29°C. Un autre inconvénient, pendant que le temps passe, il faut corriger la tendance à l'augmentation de la température sur les deux heures de l'après-midi. Ce que j'ai essayé de faire pour corriger ça, c'est de regarder les stations météo en dehors de la ville. Regarder la courbe de température à ce moment-là, voir la pente, dire que en gros de 14 à 16h ça augmente d'un degré toute les heures. Ce que j'ai fait c'est que j'ai corrigé ça de un degré par heure. Mais ça reste prendre des valeurs sur

un effet très global, pour aller ajuster sur des points qui sont super locaux. Il peut y avoir un passage d'air chaud au même moment, donc ça reste un peu compliqué.

Il faudrait rester longtemps au même endroit. Ce qui est très embêtant c'est le vent qui va vraiment tout mélanger, qui varient beaucoup, qui joue sur les indices de confort. Tu vois le vent qui sur les indices de confort te font des gros trous, ou des gros pics.

2- JN : Aujourd'hui ce qui nous permet de mesurer ce phénomène précisément se serait de calculer les températures de surface ?

Justement, j'ai fait des mesures sur un bassin avec de l'eau courante en circuit fermé à Guillotière sur les berges du Rhône. L'eau était très froide, autour de 18°C. Tandis que le sol était entre 46° et 48°. **Sur l'indice de confort on voit une différence de 2-3°C.** Avec l'eau que je considère comme un sol, mais froid. Sur les températures de surface on voit une différence de 30°C.

Il y a un autre truc intéressant sur les matériaux que j'ai fait sur la place Bahadourian. Où il y a vraiment une place qui est en dalle assez claire et assez éblouissant, pas forcément confortable au soleil et le parking qui est en bitume. Ce qui est étonnant c'est que c'était moins confortable sur le blanc que sur le noir en après-midi. Donc c'est que sûrement le visible doit jouer pas mal et toute cette lumière qui est renvoyée par le blanc... Parce que en gros sur les il y a un degré de différence d'indice de confort. Mais c'était plutôt étonnant.

3- JN : Si j'ai bien compris, la surface claire est plus chaude que la surface foncée ?

Qui est moins confortable ! La température de surface elle était...

4- JN : L'Indice de confort est fait comment ?

Avec le vent, la température de l'air, l'humidité et la température de la boule noire (instrument de mesures).

5- JN : Les indicateurs sont hiérarchisés ?

Je ne sais pas comment ça marche. Oui c'est très hiérarchisé pour tenir compte du bilan radiatif du corps humain. C'est vachement compliqué, tu n'as pas accès aux calculs. Tu as soit le site internet de UTCI.org où tu rentres les valeurs et où il te donne le résultat en indice. Après des indices de confort il y en a vraiment un paquet. C'est celui-là que j'ai retenu pour ce que c'est de ceux qui est le plus complet. Lors de précédentes études, c'est celui-là qui montrait une bonne sensibilité par rapport au ressenti d'une personne. Il y a aussi WGBT.

Ce que j'aimerais faire c'est de retourner sur place et faire des calculs le soir car la surfaces noires aura emmagasinées plus de chaleur. Savoir qu'elle est l'amplitude par rapport à la différence que l'on voyait en journée.

6- JN : Il y a la fraîcheur des sous-sols aussi.

Oui j'ai lu des choses dessus, c'est vrai qu'on pourrait le mettre à profit.

Ça avance au fur et à mesure, il faut avoir la météo qu'il faut. Par exemple pour faire les mesures, il faut vraiment qu'il n'y ai pas de nuages, parce que un passage de nuage sur la boule noire (outil de mesure), il n'y a plus de rayonnement et un gros trou dans la température. Pas de vent se serait bien aussi pour isoler un facteur et puis chaud, plus il fait chaud plus les effets se voient.

ANNEXE 9 : Entretien par e-mail réalisé le vendredi 19 août avec Amandine GRANDET, Chargée de programmes immobiliser chez Onyx Promotion Immobilière

Quels sont les arguments pour vendre un bien au centre-ville de Lyon aujourd'hui ?

Ce sera la rentabilité, le secteur, le fait qu'il y ait des logements sociaux ou pas.

Arguments différents en fonction du client investisseur : Client acquéreur : les prestations, la résidence, les équipements, je dirai que ce qui compte c'est plus le produit en soi

Est-ce qu'un bien répondant à des normes environnementales et certifications (HQE, BREAM...) se vend mieux qu'un bien sans ces normes et certifications ?

Je ne pense pas qu'un logement avec des normes, par exemple HQE influencent le choix d'un client. En effet, les clients sont sensibles à ces normes uniquement parce qu'ils se disent que cela va réduire leurs dépenses de chauffage, électricité etc... Mais l'impact de ces normes est déjà très important sur le prix de vente. Et vu qu'aujourd'hui les logements neufs sont de plus en plus performants énergiquement, je ne pense pas que rajouter des labels soient un atout générateur de clients.

Est-ce qu'un parc arboré, un espace public arboré, une fontaine, un bassin à proximité d'un bien est un argument de vente ?

Concernant les espaces publics extérieurs à la résidence, cela compte beaucoup pour un client. Il souhaite que son bien soit bien placé pour qu'il ne perde pas de valeur. C'est pour cela aussi que l'emplacement compte autant et qu'un bien à côté d'un cimetière par exemple va être plus difficilement vendable.

Est-ce que l'ensemble de ces arguments (certifications, normes, végétation, espaces publics, eau) sont des moyens de vendre plus rapidement le bien ?

Pour finir, je dirai qu'au vu des arguments que je t'ai expliqué avant, certains points comptent pour vendre plus vite alors que d'autre moins. Il faut penser aussi au fait que le prix de l'immobilier à Lyon est élevé, rajouter encore des certifications n'est pas forcément la réponse pour vendre. Par contre, adapter son produit en fonction du quartier (monter en gammes, avoir des espaces verts plus agréables) dans un quartier plus chic est indispensable pour être en adéquation avec les concurrents.

ANNEXE 10 : Questionnaire mené sur la ZAC de la Buire, au parc Kaplan

1 – Résidez-vous dans le quartier de la Buire ?

2 - A quelle fréquence vous rendez vous dans ce quartier ?

- A- La première fois
- B- 1 fois par mois
- C- Deux fois par mois
- D- Une fois par semaine
- E- Plus

3 – Pour quelle raison vous rendez vous dans ce quartier ?

- A- Les aménagements
- B- La fraîcheur
- C- Calme
- D- La proximité de votre domicile
- E- Autres.....

4 - Comment qualifieriez-vous le sentiment de fraîcheur du quartier sur une échelle de ...?

1 à 10

5 – Selon vous, à quoi est dû ce sentiment dans le quartier?

- A- Matériaux
- B- Végétation
- C- Voiture
- D- Climatisation des immeubles
- E- Hauteur des Bâtiments/ Densité
- F- Eau
- G- Autres, précisez

6- Est-ce que ce type quartier devrait être généralisé à l'ensemble de la ville ?

- A- Oui
- B- Non
- C- Ne sait pas

7- Est-ce que les fortes chaleurs en ville vous gênent ?

- A- Oui
- B- Non
- C- Ne sait pas

8 -Avez- vous la sensation que la température est plus élevée en ville qu'en périphérie ?

- A- Oui
- B- Non
- C- Ne sait pas

9 - En période de forte chaleur, quelles solutions mettez-vous en œuvre pour vous rafraichir ?

- A- Restez chez soi
- B- Quitter la Ville
- C- Climatiser
- D- Allez à la piscine
- E- Pratiquer les parcs Si oui lequel ?
- F- autre...
- G-

10 – Connaissez-vous le concept de ville nature ?

- A- Oui
- B- Non

11 – Connaissez-vous le concept d'îlot de chaleur urbain ?

- A- Oui
- B- Non

12 – Si oui, que cela signifie pour vous ?

13 – Quel est votre avis sur le concept de nature en ville ?

- A- Pour
- B- Ne m'intéresse pas
- C- N'a pas d'avis
- D- Ne sait pas

14- Seriez-vous prêt à vous occuper bénévolement d'un espace végétalisé pour le Grand Lyon et pour avoir plus de végétal en ville ?

- A- Oui
- B- Non
- C- Ne sait pas
- D- Autre réponse

15 - La métropole de Lyon met en œuvre des projets pour la diminution des îlots de chaleur urbain, étiez-vous au courant ?

- C- Oui
- D- Non
- E- Ne m'intéresse pas

16 - Ressentez-vous les effets de ces dispositifs au quotidien?

- A- Oui
- B- Non
- C- Ne sait pas

17 - Faut-il

- A- Continuer ce dispositif
- B- Stopper ce dispositif
- C- Améliorer en investissant plus de moyens dans ce dispositif
- D- Ne sait pas

18 – Selon vous comment diminuer la température en ville ?

19 -Age

20 - CSP : 1. Agriculteurs exploitants ; 2. Artisans, commerçants et chefs d'entreprise ; 3. Cadres et professions intellectuelles supérieures ; 4. Professions Intermédiaires ; 5. Employés ; 6. Ouvriers

21 – Commune et arrondissement de résidence ?

ANNEXE 11 : Résultats du questionnaire

N°	Questions	Réponses possibles												
1	Résidez-vous dans le quartier de la Buire ?	a	oui	13										
		b	non	19										
2	A quelle fréquence vous rendez vous dans ce quartier ?	a	La première fois	0										
		b	1 fois par mois	7										
		c	Deux fois par mois	0										
		d	Une fois par semaine	6										
		e	Plus	19										
3	Pour quelle raison vous rendez vous dans ce quartier ?	a	Les aménagements	13										
		b	La fraîcheur	14										
		c	Le calme	15										
		d	La proximité de votre domicile	15										
		e	Autres	0										
4	Comment qualifieriez-vous le sentiment de fraîcheur du quartier sur une échelle de 1 à 10 ?			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				0	0	0	2	4	9	9	6	0	2	
5	Selon vous, à quoi est dû ce sentiment dans le quartier?	a	Matériaux	11										
		b	Végétation	17										
		c	Voiture	0										
		d	Climatisation des immeubles	0										
		e	Hauteur des bâtiments et la densité	13										
		f	Eau	12										
		g	Autre	0										
6	Est-ce que ce type quartier devrait être généralisé à l'ensemble de la ville ?	a	oui	27										
		b	non	5										

c	Ne sait pas	0
---	-------------	---

7	Est-ce que les fortes chaleurs en ville vous gênent ?	a		
			oui	29
		b	non	3
		c	Ne sait pas	

8	Avez- vous la sensation que la température est plus élevée en ville qu'en périphérie ?	a		
			oui	29
		b	non	0
		c	Ne sait pas	3

9	En période de forte chaleur, quelles solutions mettez-vous en œuvre pour vous rafraichir ?	a		
			Restez chez soi	13
		b	Quitter la ville	15
		c	Climatiser	10
		d	Allez à la piscine	13
		e	Pratiquer les parcs Si oui lequel ?	14
		f	autre...	

10	Connaissez-vous le concept de ville nature ?	a		
			oui	20
		b	non	12

11	Connaissez-vous le concept d'îlot de chaleur urbain ?	a		
			oui	13
		b	non	19

12	Si oui, que cela signifie pour vous ?		<i>sur 13 oui 9 arrive à l'expliquer</i>	9
----	---------------------------------------	--	--	---

13	Quel est votre avis sur le concept de nature en ville ?	a		
			pour	17
		b	ne m'intéresse pas	4
		c	n'a pas d'avis	6
		d	ne sait pas	5

14	Seriez-vous prêt à vous occuper bénévolement d'un espace végétalisé pour le Grand Lyon et pour avoir plus de végétal en ville ?	a		
			Oui	18
		b	Non	11
		c	Ne sait pas	3
		d	Autre réponse	0

15	La métropole de Lyon met en œuvre des projets pour la diminution des îlots de chaleur urbain, étiez-vous au courant ?	a	oui	8
		b	non	24

16	Ressez-vous les effets de cette politique au quotidien?	a	oui	11
		b	non	21

17	Faut-il ...	a	continuer cette politique	19
		b	Stopper cette politique	0
		c	Améliorer en investissant plus de moyens dans cette politique	9
		d	Ne sait pas	4

18	Selon vous comment diminuer la température en ville ?		moins de voitures	12
			plus de vélos	14
			plus de piétons	9
			plus de bus	15
			plus d'espaces verts	15
			plus d'arbres	17
			moins de béton	10
			pollution	9
			matériaux à changer	16
	ombre	9		

aménager les berges du Rhône et de la Saône	5
Bassins	7
eau	11
fontaine	9

19	Age		
-----------	-----	--	--

20	Catégorie Socio Professionnelle?	a	Agriculteurs exploitants	0
		b	Artisans, commerçants et chefs d'entreprise	4
		c	Cadres et professions intellectuelles supérieures	6
		d	Professions Intermédiaires	7
		e	Employés	8
		f	Ouvriers	7

21	Commune et/ ou arrondissement de résidence?		
-----------	---	--	--

Résumé

Avec de nombreuses recherches terminées et entamées sur la question de la lutte contre les îlots de chaleur urbains (ICU), le territoire du Grand Lyon tente de mettre en place une politique ambitieuse et opérationnelle d'adaptation de sa ville au changement climatique.

Après un certain nombre de projets de recherche sur la question de la lutte contre les ICU, la collectivité manque encore de certitudes concernant la quantification du phénomène à l'échelle locale et micro-locale pour une application opérationnelle de cette politique.

C'est dans ce sens que d'autres projets de recherche vont être lancés. Mais il faudra encore attendre *a minima*, cinq années avant de pouvoir créer des modélisations du phénomène à très fine échelle.

C'est pourquoi, la perception citoyenne peut être une réponse à court terme et acceptable politiquement. En effet, les usagers du parc Kaplan perçoivent aisément le phénomène d'ICU à Lyon. Ils ont permis de mettre en évidence une hiérarchisation « sensible » des moyens de lutte contre l'ICU, comme la végétalisation ou encore l'utilisation de matériaux adaptés. Maintenant, à la collectivité, en tant que garant de cette politique, de se saisir des solutions venues du « bas » en attendant les résultats de recherche.