

MICROCLIMAT, VEGETATION URBAINE DANS LES ESPACES PUBLICS CAS : JARDIN BENACEUR (CONSTANTINE)

MERROUCHE Mebarka

Departement d'architecture et de l'urbanisme
Universite Mentouri Constantine, Algérie

Reçu le 08/06/10– Accepté le 20/12/2010

Résumé

Constantine, ville attractive, grâce à son site pittoresque, elle incite le visiteur à la découvrir plutôt de l'intérieur afin d'appréhender encore plus son paysage urbain, cela ne peut se produire qu'à travers les espaces publics urbains dans les quels on se déplace être dans le centre ville, c'est être à l'abri des radiations solaires intenses en été qui génèrent la surchauffe du taux de minéralisation élevée Le contrôle du confort extérieur est devenu une question d'extrême importance dans les climats semi-arides. L'étude nous a permis d'évaluer le microclimat dans certains espaces publics grâce à l'élément du végétal urbain. Les végétaux pour le phénomène de l'évapotranspiration, modifient les températures, l'humidité relative et freinent les vitesses de l'air et modifient leurs directions. Nous devons introduire l'arbre dans la conception des espaces publics afin de réduire l'îlot de chaleur urbain, et promouvoir un microclimat dans ces lieux de rencontre et de sociabilité, leur qualité réside en matière microclimatique et dans le choix du mobilier urbain . La nous pouvons parler d'espaces confortables et praticables en été.

Mots clés: espace public urbain, confort, microclimat, surchauffe, végétal urbain.

Abstract

Constantine, attractive city, thanks to his/her/its picturesque site, she/it incites the visitor to discover it rather of the inside in order to fear more again his/her/its urban landscape, it cannot occur that what one moves through the urban public spaces in the. To be in the center city, it is to be safe from the intense solar radiations in summer that generates the overheating of the rate of elevated mineralization The control of the outside comfort became a question of extreme importance in the semi-arid climates. The survey allowed us to value the microclimate in some public spaces thanks to the element of the urban plant. The plants for the phenomenon of the évapotranspiration, modify the temperatures, the relative humidity and slow down the speeds of air and modify their directions. We must introduce the tree in the conception of the public spaces in order to reduce the urban heat islet, and to promote a microclimate in these places of meeting and sociability, their quality resides in matter microclimatique and in the choice of the urban furniture. Her we can speak of comfortable and practicable spaces in summer.

Keywords: urban public space, comfort, microclimate, overheating, urban plant.

ملخص

!

: الجمهورية الحيز الحضري والراحة والمناخ المحلي، وتضخم، والغطاء النباتي في المناطق الحضرية.

Introduction

Les conditions climatologiques d'une ville ont des conséquences sur la forme de vie et de ses habitants. La conception des espaces publics est supposée améliorer les conditions défavorables et faciliter l'adaptation de l'homme au milieu ambiant extérieur.

L'usage des espaces ouverts comme zones habitables est un des traits culturels des villes méditerranéens.

Les rues de ces villes, les places et les édifices historiques les plus représentatifs intègrent des techniques qui amortissent la rigueur des mois d'été, bâches, pergolas, végétation, fontaines et étangs sont autant de ressources que l'on peut observer fréquemment dans les zones traitées et qui améliorent l'habitabilité de ces espaces.

Les villes algériennes continuent à se développer, petit jardin urbain, moindre espace végétal sont détruits au détriment de l'urbanisation méditerranéenne. L'ombre de la végétation empêche le rayonnement direct d'atteindre la surface du sol et de le chauffer.

Une bonne connaissance du végétal urbain et de son usage enrichit la panoplie d'outils d'aide à la décision pour le contrôle microclimatique dans la pratique de l'espace public urbain.

Une étude faite par Bernatzky à Frankfurt (Allemagne) a montré qu'un square urbain fait baisser la température de l'air de 3 à 3.5°C et augmente l'humidité relative de l'air de 5 à 10%, ventile l'air pollué et crée de l'air frais au niveau du centre ville.

L'augmentation de la température dans nos villes par rapport aux campagnes, la forte densité de la surface réfléchissante au sol et près des bâtiments, la présence de couloirs de vent créés par les rues nous indiquent l'importance et l'urgence d'introduire la végétation en milieu urbain ; par la plantation d'arbres d'alignement, par la conservation et l'amélioration des espaces végétaux urbains existants.

Tout projet urbain doit nécessairement prendre en compte les facteurs climatiques, afin de produire des espaces publics urbains praticables par les promeneurs notamment en été.

Il est connu que la ville méditerranéenne traditionnelle offre des espaces extérieurs vivables en toutes saisons, grâce à l'ombre engendré par la géométrie de la forme urbaine et la présence de la végétation urbaine.

Cet effet n'est pas obtenu de manière égale en tout point de la ville et à priori des caractéristiques telles largeurs / hauteur des bâtiments bordant la rue, orientation des façades, présence du végétal et l'eau, se combinent pour lui donner sa vraie grandeur.

Les tissus urbains récents non plus, n'ont été pensés pour atteindre cet effet ; rugosités disparates, minéralisation dominante ne favorisent pas l'ombre en été et entraînent au contraire des surchauffes locales par

absorption du rayonnement solaire, sans oublier les perturbations dans l'écoulement de l'air des jours de vent.

L'existence d'un jardin urbain au cœur de la ville de Constantine, peut il contribuer à créer un microclimat pour les usagers du centre ville avec tous ses espaces publics urbains ?

Ce travail s'intéresse à développer le thème de l'apport du végétal sur le microclimat urbain au niveau des espaces publics urbains.

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence les effets de la végétation urbaine sur l'amélioration des microclimats urbains à l'échelle de centre ville et dans certains espaces publics urbains dans un contexte de climat régional (méditerranéenne) avec ses spécificités propres en terme de valeurs climatologiques, son influence sur ses paramètres qui détermineront la nature typologie végétale, d'un site donné (arbre isolé, arbre d'alignement, brise vent, grimpant, pelouses) préconiser, quelle essence, quelle surface, densité et texture de sol recommandé pour un climat semi-aride.

Pour approcher la problématique déjà exposée, une première partie consacrée à la définition de l'espace public, le végétal urbain ; deuxième partie abordera le rôle microclimatique de la végétation et la troisième partie (étude de cas) : Etude climatique et bioclimatique de la ville de Constantine.

Choix de trois espaces publics différents parmi les 12 sites étudiés :

A) Square Ben Nacer (espace végétal).

B) La place des martyrs (rond-point, espace minéral).

C) Esplanade de la Brèche (terrasse du marché, espace minéral).

Une campagne de mesure in situ effectuée à l'aide d'un appareillage de mesures approprié (Thermo hygromètre) au niveau des trois espaces publics urbains avec établissement des valeurs de température, taux d'humidité relative et vitesse du vent pour plusieurs journées (Juillet-Aout) et comparaison des résultats selon différentes séquences horaires (toutes les 2 heures) avec la validation des résultats en référence à la station météorologique d'Ain Bey.

Enfin une synthèse consacrée à la discussion des résultats obtenus sur l'impact de la végétation sur l'amélioration des microclimats urbains, suivie d'une série de recommandations et actions à entreprendre afin de fournir des espaces publics urbains praticables pendant la saison chaude (été).

1-CONFORT THERMIQUE DANS L'ESPACE EXTERIEUR : P.E.T

1-1-L'EQUILIBRE THERMIQUE DU CORPS HUMAIN :

Le confort thermique est d'abord un phénomène physique soumis à une faible part de subjectivité. Le fonctionnement correct de la « machine humaine » implique une température intérieure constante de 37°C environ. Cette température est le résultat de la production de la chaleur interne et des conditions d'échanges de chaleur entre le corps et l'ambiance.

Des mécanismes de thermorégulation entrent en jeu dès que les conditions d'ambiance tendent à modifier la température interne.

- En ambiance chaude, les échanges seront augmentés par une dilatation des vaisseaux sanguins, (on devient rouge), une augmentation du flux sanguin et la sudation (l'évaporation de la sueur absorbe la chaleur).

- En ambiance froide, les vaisseaux sanguins se contracteront (on devient blanc) et un frissonnement apparaîtra pour augmenter la production de chaleur.

Le confort est obtenu quand l'ambiance est telle que ces mécanismes sont peu sollicités.

1-2-LES CARACTERISTIQUES D'UNE AMBIANCE :

Comment caractériser une ambiance du point de vue confort thermique ?

Les échanges entre la surface du corps et les vêtements et l'ambiance se font suivant trois modes principaux :

1) les échanges de chaleur par convection avec l'air.

2) les échanges par rayonnement avec l'environnement (les parois et le soleil).

3) évaporation de la sueur.

La sudation est corrélée à une sensation d'inconfort chaud sensible. Dans la zone de confort, la sudation est faible et l'humidité de l'air est un facteur dont l'influence est négligeable. L'appréciation d'une ambiance en été peut se faire alors principalement par la température de l'air et la température de surface (appelée température radiante moyenne).

1-3-LE CONFORT THERMIQUE :

Il peut être résumé comme interaction permanente entre le métabolisme (activité : production d'énergie), la tenue vestimentaire (isolement thermique), la température d'air, la température radiante de l'environnement et la vitesse d'air (données climatiques).

Le confort thermique affecte le comportement des gens et l'utilisation de l'espace public urbain. Il s'est avéré que les paramètres du microclimat influence sérieusement aussi bien la sensation thermique et l'utilisation de l'espace public urbain (Niko Loupoulou). Des modèles théoriques, basés sur les sondages, permettent de traduire ces ambiances en terme de confort par le moyen du « vote moyen prévisible » (PMV en anglais pour predicted mean vote) Eté PMV est coté de la manière suivante (Jl Izard).

PMV	Sensation
-3	Très froid
-2	Froid
-1	Légèrement froid (frais)
0	Neutre
+1	Légèrement chaud
+2	Chaud
+3	Très chaud

Tableau N° 1 : Echelle du PMV (source Mayer et Hoppe).

1-4-LES DONNEES CLIMATIQUES :

De nombreux paramètres sont à prendre en compte si l'on veut une analyse très détaillée de l'influence du climat sur l'ambiance extérieure trois paramètres analysés qui ont une influence prépondérante¹.

1-4-1-LA TEMPERATURE DE L'AIR EXTERIEUR EN (°C) :

Elle présente une variation quotidienne, avec un maximum en milieu d'après midi et un minimum le matin avant le lever du soleil. La différence entre les valeurs extrêmes est variable l'on constate en règle générale qu'elle est plus élevée quand le ciel est clair et à l'intérieur des terres.

1-4-2- LE RAYONNEMENT SOLAIRE :

C'est par ciel claire sans nuage que le rayonnement sur le plan horizontal est plus important.

1-4-3-L'HUMIDITE DE L'AIR :

Elle correspond à la quantité de vapeur d'eau que contient l'air ambiant par unité de masse ou de volume. L'humidité relative, pour une température donnée, correspond au rapport de la quantité de vapeur réellement contenue par l'air, sur la quantité maximal qu'il peut contenir (saturation). L'humidité relative est donc une grandeur sans unité qui s'exprime en %.

1-4-4-VITESSE DE L'AIR :

La vitesse de l'air a une grande influence sur le mécanisme de convection et la capacité évaporative de l'air ainsi que sur la sudation. Lorsque la température de l'air est inférieure à celle de la peau, la vitesse de l'air augmente la convection et l'évaporation par conséquent le refroidissement.

1-5-L'ILOT DE CHALEUR URBAIN (ICU) :

L'îlot de chaleur urbain est le résultat de la densité des constructions l'absorption de la chaleur des surfaces de routes. La réduction de la vitesse du vent, le drainage des précipitations, la réduction de l'évapotranspiration à cause de l'absence de la végétation¹.

1-5-1-LE ROLE DE LA VEGETATION DANS LA CREATION DU MICROCLIMAT :

La végétation joue un grand rôle dans la modération du climat artificiel de la ville, essentiellement grâce à plusieurs processus de refroidissement.

2-LE VEGETAL URBAIN :

Le végétal urbain existe sous 3 formes essentielles et à échelles spatiales :

1- l'arbre urbain

2- le végétal grim pant

3- l'arbre d'alignement

L'arbre urbain se subdivise en deux catégories :

a- l'arbre en parc ou jardin

b- l'arbre d'alignement

Il peut atteindre de grands tailles (plus de 25m de haut) et participe pour beaucoup au paysage urbain. Ses effets microclimatiques peuvent être très marqués et jouer sur

tout un volume urbain.

2-1-ROLE MICROCLIMATIQUE DU VEGETAL URBAIN :

Linacre¹ propose un tableau des divers effets de l'arbre urbain selon les échelles ou il est utilisé.

**3- EFFET DE LA NATURE DU SOL :
3-1-TEMPERATURE DE FEUILLAGE :**

La température de feuillage est un indicateur de l'évapotranspiration ; lorsque la différence entre la température du feuillage et la température d'air est faible,

échelle unité	Forme Construite	Situation arbre	Phénomènes climatique concerné	Haut (m)	Larg (m)	Long. (m)
Bâtiments	Jardin	Arbre isolé	Sillage aéralique ombre	10	10	10
Canyon	Rue	Arbres d'alignement sur avenue/ mail	Tourbillon, ombre température	10	30	300
Quartier	Ilot urbain Usine	Parc urbain bois	Brise locale		500	500
Zone urbaine	Centre ville Résidentiel/ Industriel	Ceinture verte Foret suburbaine	Quantité de l'air topoclimat		5000	5000
Ville	Totalité Aire construite	Foret urbaine	Modification chaleur humidité, brise urbaine Dôme pollution précipitations		25000	25000

Tableau N° 2: effets des arbres urbains selon l'échelle de mise en œuvre dans la ville dépassant le million d'habitants (d'après E. LINACRE).

2-2-LE VEGETAL GRIMPANT :

Il est le plus fréquemment associé à l'architecture, donne proportionné à l'échelle du bâtiment. Mais il peut aussi être utilisé dans des espaces urbains pour constituer par exemple un ombrage (treilles sur rue) son effet microclimatique s'exerce donc sur un espace plus réduit, en général du piéton.

2-3-LES PELOUSES :

Elles ont le plus souvent une fonction décorative, en remplaçant un revêtement minéral. Leurs effets microclimatiques se limitent donc au contrôle des conditions de surface. Il en va de même des végétaux en général, des grimpants couvrants des surfaces entières de façades de bâtiments.

c'est que l'évapotranspiration est faible.

La température de feuillage est difficile à mesurer, on peut mesurer une feuille isolement, mais un feuillage entier nécessite des dispositifs du type thermographique. C'est cette méthode qu'ont utilisé Destobbeliere et Izard¹ le long temps du parcours réunissant diverses morphologies urbaines. A Aix en Provence et Nîmes, en même temps qu'une prise de données climatiques locales par sondes thermique, boule chaude et hygromètre.

ESPACES	MESURES	HEURES		
		7h-8h	12h-13h	18h-19h
JARDIN FONTAINE	Ta	18	26	27
	Tf-Ta	-1	-1	-3
ESPLANADE DE LA NYMPHÉE	Ta	19,5	26	27
	Tf-Ta arbres	-1	-2	-2
	Tf-T pelouses	-2	-1,5	-5
JET D'EAU DU CANAL	Ta	19	26	25,5
	Tf-Ta	-1	-1	-0,5
CANAL FONTAINE	Ta	20	27	27
	Tf-Ta	-0,5	-1	-1
PLACE ASSAS	Ta	20,5	26,5	27
	Tf-Ta jeunes Arbres	-1	+1	-0,5
	Tf-Ta arbres Adultes		-1	-1,5
BOULEVARD VICTOR HUGO	Ta	20,5	28	27,5
	Tf-Ta	-1	-1,5	-2
MOYENNE	Tf-Ta	-1,1	-0,8	-2

Tableau N° 3: Températures d'air et différence (Tf-Ta) pour végétaux dans les espaces urbains de le 9 Aout 1995 (d'après DESTOBBELIERE et IZARD).

Le tableau dessus montre les différences de températures (Tf-Ta) entre la surface des feuillages (moyenne) et l'air dans différents espaces urbains de Nîmes, pour différentes conditions de mise en œuvre du végétal à différentes heures.

On peut constater que les températures moyennes des feuillages sont en général inférieures à la température d'air, mesurée au même moment ; l'effet est un peu plus marqué en début et en fin de journée. L'exception est le feuillage des jeunes arbres au soleil (+1°C). La pelouse humide enfin de journée est la surface la plus froide.

Kjelgren et Montague¹ ont utilisé le même moyen dans une étude destinée à montrer l'influence des facteurs environnementaux urbains sur le comportement des arbres. Les paramètres environnementaux urbains portaient essentiellement sur la nature du sol, asphalté ou pelouse. Les réponses des végétaux sont représentées par la température de feuillage Tf, la perte d'eau journalière par transpiration et la conductance stomatale.

Paramètres	Essences	Sur asphalté	Sur Pelouse
Température d'air (°C)		31.5	31.5
Température de surface du sol au soleil		56.6	30.7
Conductance stomatale (min/s)	Frêne vert	0.03	0.14
	Erable. Norvège	0.07	0.09
Température feuillage (°C)	Frêne vert	40.2	35.3
	Erable. Norvège	40.7	36.2
Perte d'eau journalière (mn)	Frêne vert	1.44	1.89
	Erable. Norvège	0.92	1.31

Tableau N°4: Différences de conductances stomatales, températures de feuillage et pertes d'eau selon la nature du sol pour deux essences à Logan (Utah) pour des après midi (d'après Kjelgreen²).

Les températures de feuillage de deux essences testées (Erable de Norvège et Frêne vert) sont les plus élevées lorsque les arbres sont placés sur un sol asphalté soumis à de forts échauffements, à cause de la diminution de la conductance stomatale, qui réduit la transpiration et par conséquent augmenté la température de feuillage.

Nous remarquons qu'au passage l'intérêt que représentent les pelouses urbaines, en diminuant les températures de surface et en fournissant l'évaporation des autres arbres.

4- SITUATION DU CAS D'ETUDE

Constantine appelée aussi la ville des ponts suspendus, se situe entre la latitude 36.23 et la longitude 7.35 e, plein centre de l'est algérien, précisément à 245

Km des frontières algéro-tunisiennes, à 431 Km des la capitale Alger vers l'Ouest, à 89 Km de Skikda vers le nord et à 235 Km de Biskra vers le sud.

- Elle se situe entre les deux lignes Kentour 400 et 800 m vers le nord, 800 et 1200 m vers le sud. Avec environ 800.000 habitants, Constantine est un centre urbain à forte concentration

Humaine, ce qui fait d'elle la troisième ville du pays.



5- INVESTIGATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS :

Trois espaces choisis pour l'étude à caractère climatique et bioclimatique. Ces espaces se situent en plein centre ville de Constantine, mais tous les trois, ont la fonction d'espace public urbain.

Ces trois espaces publics urbains ont été retenus pour leur représentativité urbaine au niveau de la ville de Constantine et par rapport aux effets climatiques qu'ils développent pour l'utilisateur qui est le piéton.

Une campagne de mesures in situ a été entamée durant 05 jours du 16 au 21 juillet, afin de nous permettre de montrer la différence des microclimats des trois espaces publics urbains choisis pour l'étude comparative, l'un par son végétal assez dense et varié, arbres d'alignements, pelouses, plantes grimpantes, l'autre sans

aucune existence du végétal où la surface minérale est prédominante.

Les mesures des paramètres climatiques ont été prises à l'aide de deux appareils de mesure :

a) Le thermo-hygromètre :

Le thermo-hygromètre est un appareil qui permet à la fois de mesurer la température de l'air et l'humidité relative, il comporte une sonde thermique et un hygromètre, la lecture de ces deux paramètres se fait directement sur un cadran numérique.

b) L'anémomètre :

C'est un anémomètre à hélice à axe horizontal qui actionne un compte tour gradué en « mètre de vent », le moulinet fait 4 tours pour 1m de vent, d'où c'est un appareil totalisateur qui donne la vitesse moyenne du vent pendant l'intervalle de temps considéré, la vitesse de démarrage est généralement inférieure à 1m/s.

-Site A : représenté par un jardin urbain, regroupant une grande variété de typologie de la végétation urbaine.

-Site B : place des martyrs : espace très ouvert lieu de rencontre de deux carrefours, marque le début du boulevard Ben Boulaid, son orientation Est Ouest, absence totale de végétation.

-Site C : esplanade de la Brèche (terrasse du grand marché) espace semi enterré sous le boulevard de l'Abime espace minéral orienté Nord Ouest.

Après avoir analysé les trois sites d'étude grâce aux valeurs des paramètres climatiques mesurés in situ:

Nous comparerons les résultats des mesures entre eux d'une part et avec les mesures enregistrées à la station météorologique d'Ain El Bey pendant la journée du 16 juillet 2007.

Durant chaque campagne les mesures in situ sont effectuées en cinq séquences horaires toutes les 02 heures (8h 15-10h15), (10h15-12h15), (12h15-14h15), (14h15-16h15), (16h15-17h15) (17h15-18h15).

Les paramètres climatiques mesurés sont: la température de l'air (°C), l'humidité relative(%) et la vitesse de l'air (m/s) au sein des espaces publics urbains choisis.

La campagne de mesure s'est effectuée dans les conditions météorologiques favorables, temps ensoleillé, ciel dégagé, presque pas de vent.

La comparaison entre les valeurs des mesures climatiques enregistrées au niveau des trois sites d'une part et avec la station météorologique de référence d'Ain El Bey d'autre part montrent bien l'effet modérateur de chaleur du végétal au niveau du site A (jardin Beuaceur), d'effet d'ombrage permanent du végétal se traduit par l'absorption des radiations solaires intenses d'été en plus un apport en humidité.

Contrairement aux espaces publics, la place des martyrs et l'esplanade de la Brèche, sites (B et C) développent des effets amplificateurs de chaleur, qui est dû à la forte minéralisation avec une absence totale de la végétation.

5-1-LES ECARTS DE TEMPERATURE DE L'AIR ENTRE LES DEUX SITES :

La variation de la température dans le site C (esplanade de la brèche) est beaucoup plus importante que la température de l'air de la station météorologique d'Ain El Bey

L'exposition de l'espace dégagé aux radiations solaires intenses, de l'été pendant une durée très importante va provoquer la surchauffe des surfaces minérales d'où l'effet de miroir thermique (Izard et al, 1998) expliqué par le stockage thermique des surfaces minérales.

Les mêmes conclusions sont mises en évidence durant toute la campagne de mesure.

Le maximum de la température (38.6° C) dans la station B est atteint en début d'après midi. L'analyse des valeurs de température de l'air pour la journée du 16 juillet 2007 montre bien une différence microclimatique dès les premières heures de la journée dans la station A pendant presque toute la journée. Le jardin Benaceur développe des températures inférieures à celles enregistrées dans les stations B et C ainsi que dans la station de référence.

L'esplanade de la Brèche orientée au nord ouest développe des effets de surchauffe, car les températures enregistrées sont au dessus de la zone de confort thermique (+25°C).

L'écart des températures entre les deux stations extérieures au jardin et celle de ce dernier atteint (- 1.7 °C) pour la séquence horaire de 14h à 16h.

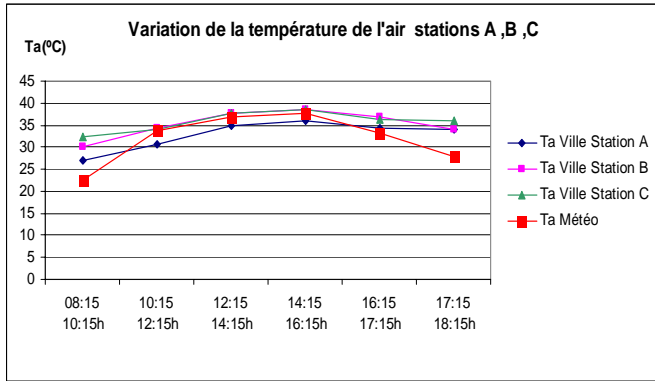
Les stations B et C enregistrent des températures supérieures à celles de la station de référence, les écarts sont (+0.9 °C) et (+0.8°C).

Sur les trois sites étudiés, seul le jardin Benaceur qui développe des températures fraîches et inférieures aux autres stations de comparaison.

La végétation crée de l'ombre en permanence sur le sol et la paroi verticale permettant ainsi de gérer l'habitabilité des espaces intérieurs et extérieurs des villes (Izard 1997).

S, HORAIRE	Ta Ville Station A	Ta Ville Station B	Ta Ville Station C	Ta Météo
08:15 10:15h	27	30,2	32,3	22,6
10:15 12:15h	30,7	34,2	34	33,8
12:15 14:15h	34,9	37,8	37,8	36,8
14:15 16:15h	36	38,6	38,5	37,7
16:15 17:15h	34,3	36,9	36,2	33,2
17:15 18:15h	34	34,1	36	27,9

Tableau N° 5 : Variation de la température de l'air stations A, B, C



Graph N° 1 : Variation de la température de l'air stations A, B, C

5-2-LES ECARTS D'HUMIDITE RELATIVE :

L'analyse comparative des valeurs de l'humidité relative enregistrées dans les trois sites étudiés (jardin Benaceur, esplanade de la Brèche et la place des martyrs) d'une part et les valeurs relevées au niveau de la station météorologique d'Ain El Bey (station de référence) d'autre part. Elle nous donne dans le jardin Benaceur un taux d'humidité relative supérieur à celui de station de référence dès les premières heures jusqu'au moment où la température connaît son maximum au début d'après midi le taux d'humidité devient inférieur puis remonte aussitôt à cause de l'effet d'évapotranspiration des plantes comme le montre si bien le graphe N°2

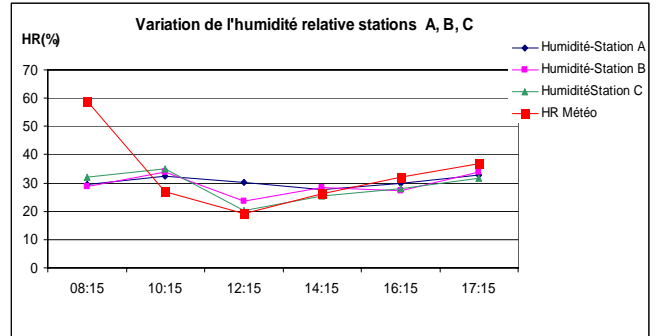
Les valeurs maximales de l'humidité relative sont observées au niveau du jardin Benaceur (HR=30.3 %) pendant la séquence 12h -15 - 14h-15. Par contre la station météorologique enregistre une valeur de l'humidité relative de 19%. Pour l'esplanade de la Bèche et la place des martyrs enregistrent des valeurs respectivement 20.4% et 23.4% pendant la même séquence.

Cet écart est constaté dès les premières heures de la journée et exprime d'une manière significative des rapports d'eau dans l'air du jardin Benaceur (effet végétal) ce qui améliore l'atmosphère ambiante et crée un meilleur microclimat de ce site. (Voir graphe N°2).

Quand au site de l'esplanade de la Brèche développe des taux d'humidité relative assez faibles et proches de celles de la station météorologique d'Ain El Bey.

S, HORAIRE	Humidité Station A	Humidité Station B	Humidité Station C	HR Météo
08:15 10:15h	29,4	28,8	31,9	59
10:15 12:15h	32,6	33,9	35	27
12:15 14:15h	30,3	23,4	20,4	19
14:15 16:15h	27,8	28,4	25,4	26
16:15 17:15h	29,9	27,1	28,1	32
17:15 18:15h	32,9	33,8	31,7	37

Tableau N° 6 : Variation de l'humidité relative stations A, B, C



Graph N° 2 : Variation de l'humidité relative stations A, B, C

5-3-VARIATION DE LA VITESSE DE L'AIR :

Les vitesses de l'air ont connu des valeurs maximales uniquement pour la station météorologique de référence d'Ain El Bey 6 m/s pendant la séquence 14h-15 - 16h-15

Elles démarrent de 0 m/s à 8h-15 et commencent à augmenter jusqu'au maximum dans la station B avec 0.5 m/s et 0.8 m/s dans la station C

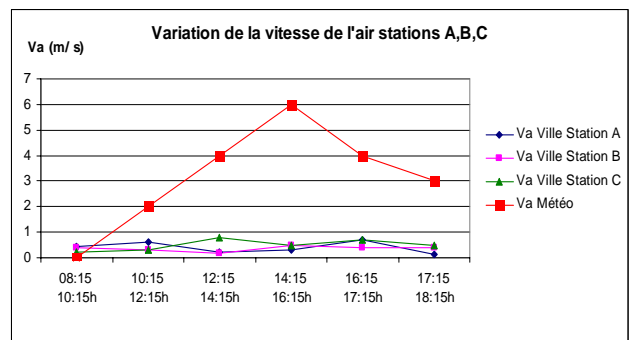
Comme les trois sites choisis se trouvent en plein centre ville, la vitesse de l'air maximale est 0.8 m/s.

La campagne de mesures s'est déroulée pendant des journées non ventées. A l'intérieur du jardin, l'existence de végétal joue un rôle de réduction de la vitesse de l'air

Pour le site de l'esplanade de la Brèche, la spécificité morphologique et topographique, son orientation sud ouest font qu'elle soit protégée du vent.

S, HORAIRE	Va Ville Station A	Va Ville Station B	Va Ville Station C	Va Météo
08:15 10:15h	0,45	0,4	0,2	0
10:15 12:15h	0,6	0,3	0,3	2
12:15 14:15h	0,2	0,17	0,8	4
14:15 16:15h	0,3	0,5	0,5	6
16:15 17:15h	0,7	0,4	0,7	4
17:15 18:15h	0,13	0,4	0,5	3

Tableau N° 7 : Variation de la vitesse de l'air stations A, B, C



Graph N° 3 : Variation de la vitesse de l'air stations A, B, C

CONCLUSION

L'impact de la végétation est observé sur la température de l'air enregistrée (valeurs journalières faibles aux points proches de la végétation) sur le taux d'humidité relative sur la vitesse de l'air, dans la comparaison des trois sites étudiés.

L'effet modérateur de l'îlot de chaleur crée par la végétation existante dans le jardin Benacer est faite d'arbres d'alignement, de la pelouse, plantes grimpantes.

En été il faut réduire les risques d'échauffement des surfaces minérales en assurant l'ombrage au sol ou sur les parois. On parvient par la création d'ombre et d'humidification de l'air, cela peut se faire avec des arbres d'alignements ou des végétaux grimpants qui jouent la fonction d'enveloppe thermique ce qui limite l'échauffement des surfaces minérales dus au rayonnement solaire, cependant et pour des besoins de ventilation la masse végétale ne doit pas constituer un écran opaque à l'écoulement de l'air.

80% des effets de refroidissement dans les sites sont provoqués par l'ombrage des arbres d'alignement (Hoffman et Shashua, 2000).

Le microclimat urbain varie selon les caractéristiques physiques des situations et des formes de chaque élément du paysage urbain et des conditions climatiques de la région concernée. « Soleil, la verdure et l'espace sont les trois matériaux de l'urbanisme..... »¹.

La qualité sensible d'un lieu pour une grande part dans son climat en particulier dans son microclimat¹.

Dans l'objectif de démontrer l'impact de microclimat dans l'utilisation des espaces publics urbains Ulla Westerberg (université de Gaole)² a trouvé que le climat détermine la qualité la quantité d'activités générées dans un espace public urbain.

Pour que les piétons s'arrêtent et apprécient l'espace public urbain, il doit y avoir certaines qualités, la plus importante est la présence d'un microclimat confortable et cela peut exister grâce au végétal.

- Des arbres à feuilles caduques au niveau des rues des villes (cypres d'atlas, peuplier Robusta Cordata, palmier, Gasuariq, pin d'Alep, Eucalyptus).

- Des arbres à feuilles persistances implantées dans les places publiques (Mûrier platane, platane, Microcoulier).

Aussi sur la base de l'investigation effectuée sur les trois espaces publics urbains et en les comparant, ils sont très différents (un végétal et deux autres minéraux) nous pouvons expliquer les causes de surchauffe.

¹ Le Corbusier in Foyra (M) : histoire critique de l'architecture, évolution, transformation en architecture pendant le 18^{ème} siècle, Ed OPU (2003), p189.

² Ulla Westerberg: climate and use of public spaces, PLEA September 2004.

La surchauffe des centres urbains par rapport aux zones périphériques est une réalité, vu les résultats de notre recherche, la température de l'air au centre ville de Constantine dépasse largement celle de la banlieue qui est

représentée par la température de la station météorologique : cela trouve son explication dans la réaction de plusieurs paramètres influents directement sur les climats urbains.

-Le manque total de végétation et des plans d'eau.

-Les activités anthropiques sont intenses (trafic routier, climatisation domestique.....etc.)

-Matériaux de constructions utilisées en ville favorisent énormément la restitution de la chaleur la nuit après son stockage le jour.

-L'albédo important de l'asphalte (=0.05) couvrant les chaussées, fait augmenter la température de l'air.

L'urbanisation accélérée a négligé les espaces publics urbains ce qui a provoqué leurs dégradations et leurs déclin, aujourd'hui le développement durable insiste sur la revalorisation de ces espaces, leur qualification devenues une priorité du projet urbain.

Leur qualité dépend en premier lieu de leur confort. L'être humain a toujours tendance à suivre ce qui est beau et agréable.

Les résultats de notre recherche ont montré que la surchauffe des centres urbains, par rapport aux zones périphériques reste un résultat à prendre en compte, la température de l'air au centre ville de Constantine et particulièrement dans les espaces publics dégagés dépasse largement celle de la banlieue, que est représentée par la température de référence, de la station météorologique d'Ain El Bey (place 1^{er} novembre (partie ensoleillée) esplanade de la brèche, chaussée du boulevard Benboulaïd, place des martyrs rond point Est.

Exception faite par le jardin public Benaceur et son environnement son trottoirs, espaces ombrés par la végétation tout autour.

Le manque de confort urbain dans les espaces publics est dû à certains paramètres qui influent directement sur les climats urbains.

- L'inexistence ou l'insuffisance de la végétation et les plans d'eau.
- Les trafics routiers intenses provoquant l'émission des gaz à effet de serre.
- La sur utilisation du béton armé dans la construction.
- La couverture des chaussées faite d'asphalte dont l'albédo est égal à 0.05.

La qualité de l'espace public urbain doit passer par son confort microclimatique généré par la végétation urbaine

L'usage et la pratique de ces espaces publics nécessitent aujourd'hui des interventions urbaines comme la revalorisation, la requalification, la restructuration, la régénération...etc. sont les nouveaux thèmes du projet urbain.

REFERENCES

1. Audurier Gros, Alix, Guyot Alain « Le végétal et l'architecture urbain » : traitement d'ambiances bioclimatiques et conception du projet Actes du colloque « L'arbre en ville » Genève 13/14 Mars 1986.
2. Alix Audurier Gros et Kouchner Françoise, guide des parcs et jardins du Languedoc Roussillon Sommières, ed Roman pages ed 1995.
3. Audurier Gros, Alix, Guyot Alain « Le végétal et l'architecture urbain » rapport de recherche école d'architecture de Luminy BRA/ plan construction 1981.
4. Audurier Gros, Alix : « Les saisons dans la ville » colloque plan urbain 1994 publié dans les annales de recherche urbain N°61 pratiques saisonnières dans la ville méditerranéenne.
5. Azpotos (Alix, Audurier Gros, Mireille Nys) « Les jardins méditerranéens » : langue doc et basse. Rapport de recherche BRA/DAU février 1993.
6. Les espaces urbains N° spécial du moniteur 1989.
7. « L'arbre en ville » acte du colloque revu forestière française 1994.
8. « Du jardin au passage » actes du colloque JCN forestière ed Picard 1994.
9. « Les saisons dans la ville » actes du colloque annales de la recherche urbaine N°61 1994.
10. « Paysage » revue monuments historiques N°192,1994.
11. A.O de recherche du plan urbain 1994 « la ville, la densité, la nature » mission de l'architecture et de l'art urbain. Rapport d'étape novembre 1995.
12. ARTOPOS N°837/30-7-91 DAU/BRA « Architecture et art des jardins en région méditerranéenne » langue doc et basse Provence, rapport de recherche M.E.L.T subvention fév. 1993.
13. ARTOPOS Equipe, école d'architecture de Marseille Luminy le végétal urbain : Jean Lois Izard. Version 1-0 laboratoire ABC 2000.
14. ABC groupe morphologie : végétal et microclimat urbains tome II 1997.
15. Marc André Dabat : doctorat structures et dynamiques spatiales 1999.
16. Tebani Habiba : impact de la végétation sur le microclimat et le confort thermique des espaces urbains publics 2006.
17. A. Matzarakis: climate, human confort and tourism .2003.
18. A. Bennadji: adaptation climatique ou culturelle en zones arides, cas du sud algérien ;thèse de doctorat ;Aix en Provence 1999.
19. B. Gauthiez : espace urbain, vocabulaire et morphologie, Paris 2003.
20. J. L. Izard: archibio edition, parentheses, 1979.
21. J. L. Izard: conception thermique de l'habitat, édition EDISUD 1988.
22. J.L.Izard : microclimat urbain laboratoire ABC Marseille 2000.
23. J.L.Izard : morphologie, végétal, et microclimat urbains ; groupe ABC 1997.
24. F. Bédarida : espace collectif urbain à travers l'histoire.
25. Hoppe and Mayer: thermal of man in different urbain environment, theoretical and applied climatology edition verlag 1987.
26. Ulla Westerberg: climate and use of public spaces; PLEA 2004.
27. M.de Sablet.
28. M. André Dabat: structures et dynamiques spatiales ; thèse de doctorat, 1999.
29. Olgyay et Olgyay: solar control and shading devices; 1957.
30. B. Givoni: home, l'architecture et climat édition le moniteur 1978.
31. J.Gandemer et A.Guyot : la protection contre levent édition CSTB 1981.
32. Kevin Lynch : voir et planifier, l'aménagement qualitatif de l'espace Paris, 1982.
33. Ministère de l'habitat : recommandations architecturales, édition ENAG Alger, 1993.
34. Marialena Nikolopoulou et Al : concevoir des espaces extérieurs en environnement urbain.
35. P. Merlin et F. CHOAY : dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement, France 1988.