Soumis le : 16/07/2015
Forme révisée acceptée le : 22/11/2016
Auteur correspondant : fbarkat12@yahoo.fr

Nature & Technology

Impact des formes urbaines sur le microclimat extérieur des tissus urbains anciens et nouveaux de la ville de Constantine

FahimaYOUSFI[a], Fatiha BOURBIA[a], amor BALLOUT[b]

[a]*Laboratoire ABE (Architecture Bioclimatique et Environnement),Université Constantine3, faculté d'architecture et d'urbanisme département d'architecture Ali Mnjli Algérie*
[b]*Laboratoire PUVIT, Université Ferhat Abbes de Sétif 1,Algérie*

Résumé

La réalité urbaine de nos tissus urbains est confrontée depuis l'indépendance à de graves problèmes, causés principalement par des formes urbaines inadaptées, ne respectant pas les conditions climatiques de l'assiette d'accueil, ce qui a altéré l'écosystème urbain et a conduit à des espaces urbains inconfortables.En revanche, les formes anciennes ont su s'adapter aux conditions climatiques locales donnant des réponses urbaines plus adéquates. L'objectif de l'article est d'analyser l'influence de la forme des ensembles bâtis anciens et nouveaux sur la création d'un microclimat favorable à l'appropriation des espaces extérieurs. Par une approche d'évaluation qui consiste en l'utilisation d'une méthode expérimentale relevant des compétences du logiciel ENVI-met3.1, l'étude a démontré que les tissus anciens présentent des ensembles bâtis compacts plus adaptés au climat semi-aride de Constantine que ceux des ensembles bâtis éclatés.

Mots-clés: Constantine, formes urbaines, microclimat, tissu compact, tissu éclaté, tissus anciens, tissus nouveaux.

Abstract

Urban reality of our urban fabric is facing serious problems since independence, led mainly by inadequate urban forms, not respecting the climatic conditions of the home base. So, those problems have altered the urban ecosystem and lead to uncomfortable urban spaces. However, the old forms were able to adapt the local climatic conditions and giving more adequate urban solutions. The purpose of this paper is to be aware of the influence of the antique building complexes shape and the new one to create a favourable microclimate for the appropriation of outdoor spaces. For an evaluation approach that involves the use of an experimental method within the competence of ENVI-met3.1 software, the study demonstrated that the old tissues exhibit compact building complexes are more adapted to semi-arid climate of Constantine then those of building complexes exploded.

Keywords: Constantine, urban forms, microclimate, compact fabric, erupted, old fabrics, new fabrics.

1. Introduction

La prise en compte du climat dans la conception urbaine présente un intérêt majeur dans la qualification des tissus urbains. L'enjeu est de trouver l'adéquation entre formes urbaines et climat local. Cette adéquation favorise l'expression de nombreuses qualités : l'adaptation des formes au climat local, la création d'un microclimat, la création des ambiances extérieures agréables par l'introduction des formes appropriées et la continuité des conditions bioclimatiques.

En l'occurrence, les tissus anciens des médinas ont su s'adapter aux conditions climatiques de l'assiette de support. Il en résulte une bonne adéquation entre climat et forme urbaine. Toutefois, l'urbanisation récente par sa configuration disparate et éclatée a causé le décalage entre climat et forme urbaine en ignorant tous les rapports qui régissaient autrefois la structure spatiale de nos anciennes cités.

La ville contemporaine s'agrandit sans que soit repensée et reconsidérée le rapport climat/forme urbaine. Elle est réfléchie par quantité de bâtiments à construire sans se préoccuper du contexte où ils seront implantés. Le fait de penser l'espace comme des unités disparates basées essentiellement sur l'étalement du territoire et la quantification du logement, conduit explicitement vers des résultats de déqualification de l'espace urbain et par conséquent un décalage entre espace conçu et pratiques

urbaines. En effet pour établir la relation entre forme urbaine et climat local, l'étude tente d'évaluer à partir d'un programme d'expérimentation trois tissus de la ville de Constantine ; traditionnel, colonial et contemporain suivant deux paramètres : la température moyenne radiante et l'indice de confort qui se présentent tous les deux comme des indices de qualification climatique.

2. Impact des formes urbaines sur la création d'un microclimat

L'approche bioclimatique vise à intégrer dans la réflexion sur l'aménagement des quartiers et de la ville les préoccupations écologiques, afin de créer une architecture urbaine innovante capable de créer des espaces adaptés aux différents climats et de réduire ainsi les contradictions entre la conception des espaces urbains et les exigences en matière de protection contre les intempéries, le soleil et le vent.

Plusieurs démarches ont été mises en place par les pays développés pour permettre des approches écologiques et environnementales associées aux démarches traditionnelles d'urbanisme afin d'inscrire les opérations des quartiers dans le développement durable. Parmi ces approches on note l'Approche Environnementale de l'Urbanisme (L'AEU), l'Approche Développement Durable dans les Opérations d'Urbanisme (ADDOU) et la Haute Qualité Environnementale (HQE). Actuellement, le facteur climat constitue un des paramètres les plus interpelés dans la démarche de la qualité environnementale. En effet, pour toute action de développement durable, la prise en considération du climat dans l'aménagement urbain est primordiale. Néanmoins, il faut distinguer d'après Kitous S. et *al.* [1], le climat local qui s'impose au-dessus de la ville et des microclimats qui se créent sur une partie très réduite du tissu urbain, à l'échelle des espaces publics et des bâtiments.

Le microclimat se définit comme « l'interaction du milieu construit avec les phénomènes climatiques locaux qui entraîne des modifications microclimatiques des espaces publics extérieurs. L'échelle microclimatique est l'échelle de l'organisation urbaine (quelques dizaines à quelques centaines de mètres). À cette échelle, la construction des ensembles bâtis influe favorablement ou défavorablement sur le microclimat » Troche JP et *al.* [2].En outre, Le tissu urbain peut avoir plusieurs microclimats qui « (…) varient d'un lieu à un autre essentiellement en fonction de la morphologie urbaine (forme tridimensionnelle d'un groupe de bâtiments ainsi que les espaces qu'ils créent entre.

Des recherches menées au centre Martin à Cambridge ont montré par des applications innovantes de techniques d'analyse d'images sur des textures urbaines tridimensionnelles, qu'il y a une forte relation entre la forme urbaine et les caractéristiques microclimatiques[3]. En effet, le microclimat est en étroite relation avec la morphologie de l'espace urbain, par conséquent, la densité, la taille, la hauteur, la largeur entre les bâtiments et la géométrie des bâtiments ont une influence sur l'ensoleillement des lieux et la température de l'air dans un espace ouvert.

Aussi, l'usage des espaces urbains dépend fortement du microclimat attribué à ces espaces, car la qualité bioclimatique de ces espaces est un paramètre qui peut contribuer à offrir une vie confortable aux citadins. Un des objectifs de la recherche de la qualité bioclimatique est de permettre la création des espaces urbains adaptés aux exigences des usagers en matière de promenade, de repos, des jeux d'enfants, etc. « (…) les paramètres microclimatiques sont de prime importance du point de vue des activités qui ont lieu sur le site et jusqu'à un certain point, déterminent l'usage que l'on en fait » [4].

On remarque que sous des conditions microclimatiques différentes, un espace peut être sur-occupé à certains moments et désert à d'autres. (Cf. figure n°1) Cette observation nous conduit à mieux organiser nos espaces publics extérieurs en fonction des données climatiques et à créer des ambiances urbaines confortables avec des aménagements urbaines adaptés.

Journée d'été soirée d'été

Fig. 1 : Types d'usages de l'espace sous différentes conditions microclimatiques. [4]

Aujourd'hui, on tend de plus en plus vers une adaptation de l'environnement bâti aux caractéristiques du climat pour réduire les contradictions entre climat et environnement bâti et offrir aux usagers un environnement urbain adapté. D'après Rapoport A. [5], il

y a une relation dialectique entre l'homme, son environnement urbain et le climat local. En effet, un des objectifs de la qualité bioclimatique est de trouver la bonne adéquation entre l'homme comme usager, l'environnement comme espace bâti et le microclimat attribué à cet environnement. Car l'amélioration du confort humain dépend de l'adaptation de la forme urbaine au climat local.

Le constat précédent amène à poser les questions de recherche suivantes :

- comment intégrer les données climatiques d'une ville dans la conception d'un tissu urbain en général et des espaces publics en particulier, afin d'acquérir un urbanisme bioclimatique de qualité ?
- Est-ce que les formes des constructions des tissus récents, leur agencement, leur implantation et leur orientation favorisent-elles une conception bioclimatique ?
- Est-ce que les espaces libres qu'elles dégagent permettent-ils la création d'un microclimat favorable à l'appropriation de ces espaces ?

En premier lieu, il s'agit d'analyser le site et de déterminer, du point de vue climatique, les éléments négatifs et positifs concernant : l'implantation du site, sa topographie, son orientation et sa ventilation. Dans un deuxième temps orienter la conception du projet urbain selon une adaptation des données du climat (ensoleillement, température de l'air…) aux différents usages : confort du piétons, jeux d'enfants, activités diverses…. etc.

À l'échelle microclimatique, la démarche consiste à repérer les interactions entre conception urbaine et climat local et permettre un ensoleillement maximal des espaces extérieurs en hiver, et une protection du soleil en été, en respectant le plus possible le prospect L/H et en faisant attention à la hauteur des constructions en face du soleil [6]. En effet, l'exposition des espaces au soleil en période hivernal, l'ombrage des espaces extérieurs et leur protection contre le soleil en période estivale, la protection contre les vents froids en hiver, chaud en été, etc., sont autant d'éléments liés à une bonne orientation des lieux et permettant un bon confort aux usagers. En outre, l'orientation peut jouer un rôle important dans l'affectation des fonctions ; il s'agit en période hivernale de choisir les espaces à orientation Sud, Sud-Ouest, Sud-Est où le soleil sera omni présent et en période estivale choisir les orientations Nord, Nord-Est et protéger les autres espaces très ensoleillés par des aménagements minéraux ou végétaux appropriés. On note à titre d'exemple, que l'orientation Nord-Sud est la meilleure des orientations pour tous les climats, en hiver comme en été.

Bozonnet E. et al. [7] signalent que les rues de Los Angeles orientées Est-Ouest sont trop ombragées en hiver et trop ensoleillées en été alors que les rues orientées Nord-Sud sont plus agréables. En l'occurrence, plusieurs auteurs[1]; Swaidet al., Bourbia.F et al.,Toudert.A.et al. Privilégient cette orientation (Nord-Sud) pour l'été comme l'hiver. Bourbia. F rajoute que les orientations Nord-Est/Sud-Ouest et Nord-Ouest/Sud-Est sont aussi favorables. Enfin, les travaux de Oke, cité par Kitous S. et al. [1] sur la relation entre la forme urbaine et l'adaptation au climat confirment que la forme urbaine et l'orientation des rues sont des paramètres importants pour la qualité bioclimatique des espaces urbains et le confort des usagers, tout en insistant sur le bon rapport Hauteur/largeur des rues.

3. Présentation des cas étudiés

Il s'agit de trois sites de la ville de Constantine, tissu traditionnel construit dans la période avant1838 (Souika), un site colonial des années 1929 (Koudiat Aty) et un site contemporain construit à partir des années 1980 dans le cadre de l'extension de la ville de Constantine (Boussouf). (Cf. fig. 2, 3 et 4).

Se situant dans une zone semi-aride, la ville de Constantine se caractérise par un climat chaud et sec avec un hiver froid et pluvial et un été chaud et sec. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 15.8°C avec une température moyenne de 7.4°C en Janvier et une température moyenne de 25.6°C pour le mois d'août. Souika se présente comme le quartier résidentiel le plus important de la médina et aussi le quartier qui n'a pas connu de grandes transformations lors de l'intervention coloniale, il semble être un cas exemplaire d'un habitat traditionnel à Constantine. La partie choisie pour l'observation et la simulation se situe sur l'artère commerciale Mellah Slimane, elle est très compacte et présente un ratio de H/W>2 (Cf.fig. 2). Le quartier du Koudiat Aty se situe sur un site plat mais culminant et élevé par rapport à son environnement plus de 10m de hauteur. Le périmètre choisi pour l'observation et la simulation est une zone à l'intérieur du tissu urbain

[1] *Auteurs sont cités par Bozonnet E. et al. 2006*

orientée Nord-Ouest et Sud-Est, Nord-Est et Sud-Ouest. (Cf.fig. 3). Le quartier Boussouf est l'un des quartiers périphériques dont la configuration urbaine est conforme au principe de l'urbanisme fonctionnel instauré en Algérie depuis les années soixante-dix. La cité Boussouf, comme toutes les cités construites dans cette période, est inscrite dans le contexte d'extension et d'évolution de la ville de Constantine pour répondre à une forte demande en logement. La création de cette dernière s'est faite sur la partie Ouest, à environ 7km du centre-ville.En effet, pour saisir le confort climatique dans le quartier de Boussouf et pour comprendre les raisons de confort ou d'inconfort des espaces publics, nous avons procédé à un choix d'une zone publique sur le grand boulevard de Boussouf. Le boulevard principal se situe sur la zone centrale du quartier, il présente la zone publique où se concentre le trafic routier le plus important, et un nombre important de piétons. Le boulevard se présente sur une pente accidenté de 8 %, il est orienté Est-Ouest.(Cf.fig. 4).

Fig. 2 : Plan et coupe du site simulé (Mellah Slimane- Souika), orienté NO-SE)

Le tissu urbain du Souika est très compact, les constructions sont emboitées les unes aux autres, le ratio (hauteur des bâtiments/largeur entre les bâtiments) H/W>2, le site simulé est orienté Nord-Ouest/Sud-Est.

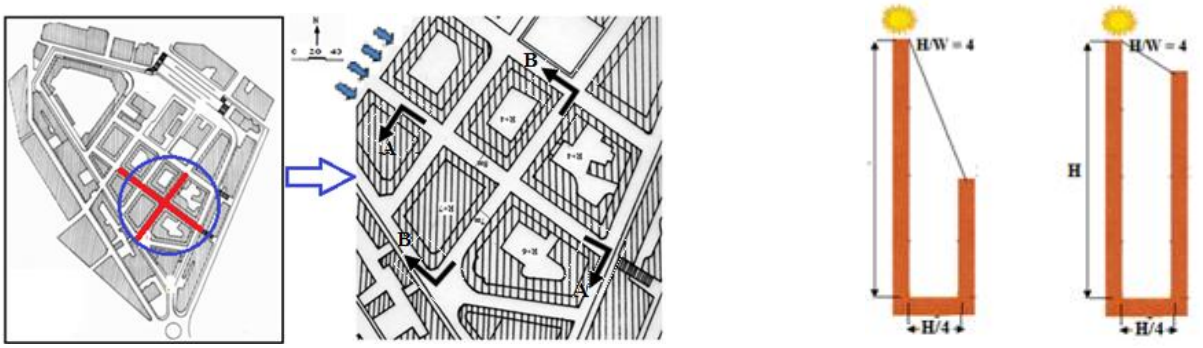


Fig. 3 : Plan et coupe du site simulé (Koudiat Aty), les deux parcours orientés NE-SO et NO-SE

Le tissu urbain du Koudiat est très dense, le ratio (hauteur des bâtiments/largeur entre les bâtiments) est supérieur à 4 H/W>4. Pour un climat semi-aride, cette organisation compacte est appréciée en été, vu que l'espace public est la plus part du temps ombré, protégé du soleil.

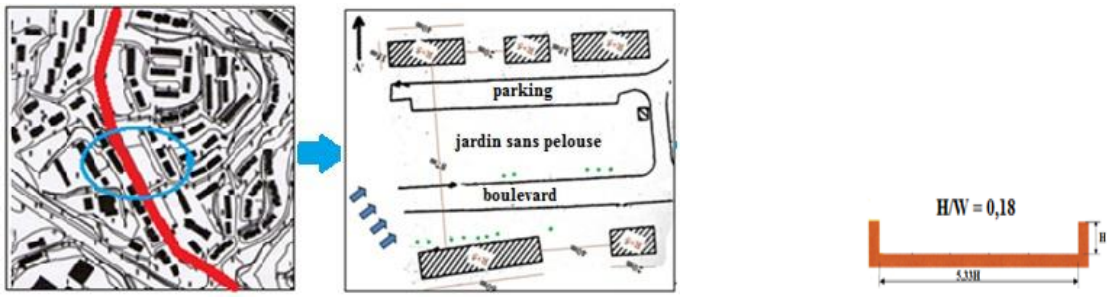


Fig. 4 : Plan et coupe du site simulé (boulevard - Boussouf), orienté Est-Ouest

Le plan du boulevard présente une organisation éclatée, les bâtiments se trouvant sur le boulevard sont très éloignés les uns des autres -80m environ- et la hauteur des bâtiments ne dépasse pas 15m, la zone présente un ratio (hauteur moyenne des immeubles sur la largeur moyenne de l'espace entre les immeubles) H/W=0,18, ce qui explique l'éclatement du site et l'exposition de la zone étudiée au soleil.

4. Méthodologie

La qualité de l'espace urbain du seul point de vue morphologique ne suffit pas à rendre l'espace extérieur confortable, elle ne suffit pas à le rendre appropriable. La prise en compte du climat dans la conception urbanistique et l'organisation des formes urbaines est importante à la réussite du projet urbain.Pour se faire, cette étude propose deux méthodes complémentaires d'investigation, d'une part évaluer l'espace étudié et d'autre identifier les critères qui entrent dans la qualification des espaces publics extérieurs et qui permettent aux différents usagers d'utiliser confortablement ces espaces.

La première méthode consiste en une observation des pratiques de l'espace extérieur tout en relevant sur place suivant des moments différenciés de la journée, les indications qui nous permettent d'évaluer la qualité de l'espace (type d'utilisation, situation, orientation, ombre, vent, soleil, végétation). Une enquête auprès de 200 usagers (soit 100 dans le quartier Boussouf, et 50 respectivement à Souika et Koudiat Aty) nous a permis de comprendre l'usage de l'espace. L'enquête par questionnaire a porté sur les thèmes suivants : les conditions de confort ou d'inconfort du site, l'ensoleillement ou non du site en hiver, la présence ou non de vents violents sur le site, la présence ou le manque d'air frais en été, la comparaison entre les sites étudiés pour voir quel site, d'après les usagers présentant plus de chaleur en été.

La deuxième méthode relève des compétences du logiciel ENVI-met3.1 qui détermine à travers des investigations numériques le niveau du confort des espaces publics choisis. ENVI-met est un programme de simulation numérique en trois dimensions créé en 1997 par Michael Bruse et Team de l'Institut de géographie à l'Université de Bochum en Allemagne. Ce programme ENVI-met3.1 est une forme de logiciel très avancée qui s'applique à plusieurs domaines. II est en constance évolution et renouvellement. Depuis sa création plusieurs laboratoires exploitent ses compétences pour des recherches dans le domaine de la climatologie, dont : le Laboratoire ABE (Architecture bioclimatique et environnement de l'Université de Constantine 3), le Laboratoire « Image et Ville » de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg et l'Institut de météorologie de Freiburg en Allemagne[2] etc. Les deux méthodes numérique et observations sont indispensables pour une bonne appréciation du niveau de confort des espaces publics extérieurs.

5. Discussions des résultats

Les résultats des simulations attestent que les températures moyennes radiantes (TMR) des deux quartiers Souika et Koudiat sont réduites et enregistrent des valeurs moyennes respectivement de l'ordre de 46.55°C, 54.15°C à 15h en pleine période estivale et au moment le plus chaud de la journée. Ces résultats montrent que les surfaces exposées au soleil (façades et sols) dans les deux quartiers Souika et Koudiat sont réduites et l'irradiation solaire est minime. Les rues dans le quartier Souika sont étroites et sinueuses, et parfois protégées par des passages couverts « sabbat ».Ainsi, les espaces piétons du quartier Koudiat

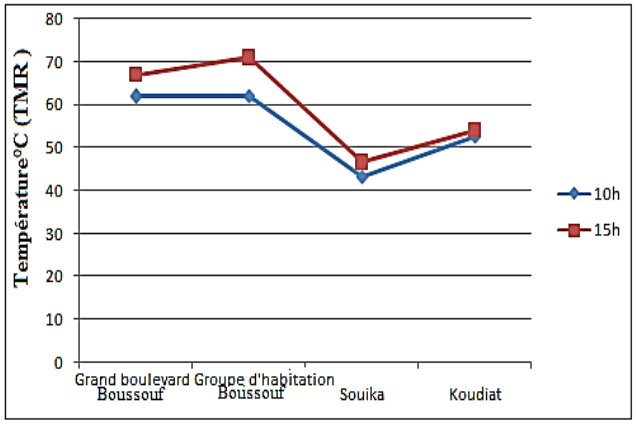
[2]http:// www.envi-met.com citée par BOUCHERIBA.F.2006 [8]

sont protégés dans leur totalité par des arcades couvertes par des extensions en étage.

Kitous S. et *al.* [1] affirment que les températures d'air les plus basses sont enregistrées au niveau du passage couvert, les températures de surfaces de sol, à l'abri de l'irradiation solaire direct sont plus basses que celles des rues ouvertes. En outre, les façades dans les deux tissus Koudiat et Souika se présentent par des encorbellements en étages ce qui crée des jeux d'ombre et de soleil réduisant ainsi les surfaces ensoleillées. En revanche, le tissu de Boussouf enregistre des températures élevées, les valeurs de la température moyenne radiante atteignent 70.9°C dans l'espace du Boulevard orientés Est-Ouest, ce qui explique que les tissus urbains éclatés dont les surfaces des (façades et sols) sont exposées toute la journée aux rayonnements solaires, diffusent plus de radiations. (Cf. graphe n°1).

Les espaces entre les murs pignons des bâtiments orientés Nord-Sud sont ombragés et enregistrent des températures moins importantes. Ces résultats confirment que les espaces orientés Est-Ouest laissés sans protection exposés toute la journée aux radiations solaires sont les plus chauds. Alors que les espaces orientés Nord-Sud sont les moins chauds[7].

Graphe 1 : Variation de la température moyenne radiante (TMR) dans les trois sites étudiés:
(*Source : Enquête 2011, Auteur 2013*)



L'influence de la température moyenne radiante sur le confort des espaces extérieurs est considérable. D'après le tableau ci-dessous la valeur de l'indice de confort (PMV) suit celle de la Température Moyenne Radiante (TMR) ; quand la température est élevée, le tissu se trouve hors la zone de confort. Le tissu de Souika se trouve à 15h dans la zone de confort, le tissu du Koudiat n'est pas loin de la zone de confort à 15h, cependant, les deux sites simulés du quartier de Boussouf se trouvent à 15h en dehors de la zone de confort dans la zone chaude, ce qui explique que les formes urbaines compactes présentent plus de confort que seules éclatées dans le climat semi-aride.

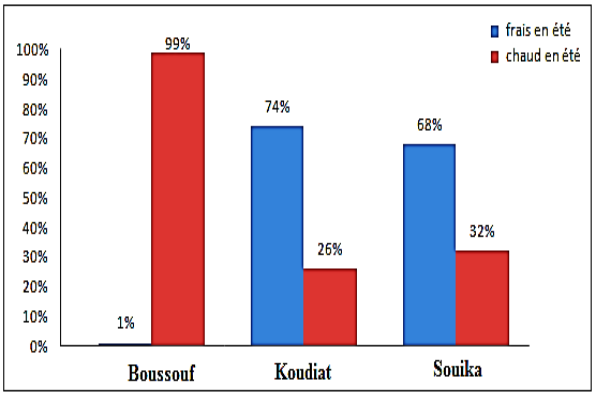
Tableau 1

Relation entre TMR, PMV au niveau des trois sites : Boussouf, Souika et Koudiat

	15h	
	MRT	PMV
Boussouf	70,9	5,54
Souika	46,55	3,37
Koudiat	54,15	4,36

Par ailleurs, les résultats de la simulation ont montré leur corrélation avec les résultats de l'observation et de l'enquête menée auprès des habitants. Les résultats de l'enquête montrent que les deux tissus urbains Souika et Koudiat présentent des ambiances climatiques confortables en période estivale. En raison de leurs tissus compacts, ces quartiers présentent des conditions climatiques continues et confortables ce qui procure au piéton la sensation du bien-être. Les habitants de Boussouf trouvent que la forme trop ouverte du site est responsable de la chaleur intense en été, ils signalent lors des discussions l'absence des espaces protégés et des conditions climatiques confortables dans leur espace urbain. (Cf. graphe n°2).

Graphe 2 : Appréciations du confort dans les trois quartiers.
(*Source : Enquête 2011, Auteur 2013*)



À la question « quel quartier à Constantine vous trouvez plus confortable de point de vue de confort climatique », les habitants des trois quartiers Boussouf, Koudiat et Souika répondent spontanément : la vieille ville. Certains trouvent que le quartier Koudiat présente lui aussi un certain confort thermique en été.

Enfin, la conception urbaine compacte se présente plus adaptée en zone chaude. Les résultats présentés dans cet article ne sont pas les seuls à confirmer cette hypothèse, plusieurs chercheurs [8,10] attestent que les tissus compacts en zone semi-aride présentent plus de confort thermique à cause des surfaces (façades et sols) se trouvant à l'abri des rayonnements solaires. Les résultats d'une étude par simulation numérique réalisée dans la ville de Fès sur deux tissus (traditionnel et moderne), attestent que les températures dans le quartier traditionnel sont jusqu'à 10°C plus basses que dans un quartier moderne car le tissu traditionnel est compact et la pénétration du rayonnement solaire dans les espaces publics est minime [9].

6. Conclusion

L'inscription de la forme sur le site est l'un des paramètres les plus influents de la qualité bioclimatique des espaces urbains et delà de la qualité de vie des habitants. Les résultats de certains travaux Boucheriba F., Grundström K. et *al.* [8,9], attestent que les tissus compacts en zone semi-aride présentent plus de confort thermique à cause des surfaces (façades et sols) se trouvant à l'abri des rayonnements solaires. En l'occurrence, les résultats obtenus par cette étude viennent affirmer une fois de plus que les tissus compacts sont plus avantageux en climat semi-aride et montrent l'existence des écarts d'adaptation au climat semi-aride entre les formes compactes et celles éclatées. La qualité bioclimatique est donc liée à l'adaptation de la forme morphologique au climat local.

Références

[1] KITOUS, S et al. 2006. Pour un urbanisme climatique des villes: cas de la vallée du M'zab" Investigation sur les principes d'intégration ancestraux et recommandation pour une planification future. In colloque: Living in Deserts: Is a Sustainable Urban Design Still Possible in Arid and Hot Regions. Algérie: Ghardaïa, 9-12 Décembre 2006.pp128-171 .

[2] TROCHE, JP et al 2007. Comment prendre en compte le microclimat local dans la conception du projet urbain. In Colloque : Urbanisme et environnement climatique. Nantes : ADEME (Direction Régionale des Pays de la Loire), 6 février 2007.

[3] KOEN, A et al 2004.Morphologie urbaine. In Concevoir des espaces extérieurs en environnement urbain : Une approche bioclimatique. Projet RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces). p. 20-25. [En ligne]Disponible http://alpha.cres.gr/ruros/.

[4] NIKOLOPOULOU, M et al. 2004 Modèles de confort thermique pour les espaces extérieurs en milieu urbain . In Concevoir des espaces extérieurs en environnement urbain : Une approche bioclimatique. Projet RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces). p. 2-7. [En ligne]Disponible http://alpha.cres.gr/ruros/.

[5] RAPOPORT, A. 1972. Pour une anthropologie de la maison. Éditions : Dunod. 207p.

[6] REITER, S. 2007. Élaboration d'outils méthodologique et technique d'aide à la conception d'ambiances urbaine de qualité pour favoriserle développement durables des villes. Thèse de doctorat. Belgique : Université Catholique de Louvain, Faculté de sciences appliquées, département AUCE, Juin 2007. Disponible sur : www.iristor.vub.ac.be/patio/arch/pub/fdescamp/bruface/.../A-Titre.pdf

[7] BOZONNET, E et al. 2006. Approche méthodologique de la construction durable en milieu urbain : Le microclimat urbain et son impact environnemental sur les constructions. Rapport final, CERMA.

[8] BOUCHERIBA. F.2006. Impact de la géométrie des canyons urbains sur le confort thermique extérieur : cas du Coudiat de Constantine.Mémoire de magister, option bioclimatique, université Mentouri Constantine, 2006.

[9] GRUNDSTRÖM. K et al. 2003 Climat & Urbanisme. La relation entre le confort thermique et la forme du cadre bâti. Repport8 Housing, Developement and management. Projet de cooperation. Université de Lund Suède- LPEE, Maroc.

[10] Arnfield,A.J. Street design and urban canyon solar access. Energy and Buildings 1990. 14 117 - 131