



L'évaluation du confort thermique dans les espaces extérieurs de l'habitat résidentiel (Cas de la ville de Batna)

*Chetara Aïcha⁽¹⁾, Djaghroui Djamilia⁽²⁾, Ben Abbas Moussadek⁽³⁾

⁽¹⁾Laboratoire (LaCoMoFA), Université de Biskra, Algeria, Email : a.chetara@univ-biskra.dz

⁽²⁾Laboratoire (LaCoMoFA), Université de Biskra, Algeria, Email : djamila.djaghroui@univ-biskra.dz

⁽³⁾Laboratoire (LaCoMoFA), Université de Biskra, Algeria, Email : Benabbas.moussadek@gmail.com

Résumé

L'importance d'assurer la durabilité d'une habitation ou d'un logement n'est pas seulement liée à la qualité de l'espace intérieur mais aussi à la qualité des espaces extérieurs, car ces derniers constituent un élément important des tissus urbains, donc assurer leurs qualités c'est aussi assurer le confort des habitants.

Les espaces extérieurs jouent un rôle primordial dans le tissage des différentes relations sociales entre les habitants, également la promotion de la qualité de la vie urbaine, leurs usages et liés directement à leurs propriétés morphologiques qui véhiculent leur utilisation. Alors afin de leur procurer leurs vrais rôles, on a essayé à travers ce travail de recherche d'évaluer les degrés des conditions thermiques dans les espaces extérieurs dans l'habitat résidentiel à la ville de Batna.

La méthode adaptée pour cette recherche est expérimentale, basée sur une simulation numérique des différents paramètres microclimatiques (température de l'air, température du sol et température moyenne radiante) afin de voir l'impact de la morphologie de la forme urbaine sur le confort thermique extérieur et cela par l'indice de confort thermique (PMV).

Mots clés : Habitat, morphologie urbaine, espaces extérieurs, confort thermique, indices de confort thermique (PMV)





1. Introduction

L'Algérie et pour des diverses raisons d'exode rural et d'instabilité économique a opté pour un urbanisme occidental par l'adoption d'une politique d'habitat matérialisée sous forme d'habitat collectif (ZHUN), cette dernière était la cause de multiples problèmes sociaux et également des problèmes architecturaux et urbanistiques manifestant par des divergences climatiques avec des ambiances thermiques extérieures inconfortables.

Dans le but d'évaluer le confort thermique dans les espaces extérieurs soit dans l'habitat collectif à la ville de Batna, ce travail a pour objectif de déterminer en premier lieu la relation existante entre la morphologie de la forme urbaine (SVF, H/L) et les paramètres climatiques (T_{air} , T_s et T_{mrt}), ensuite évaluer le confort thermique à travers l'un des indices thermiques qui est le PMV le plus couramment utilisé pour interpréter le confort, il permet l'évaluation dans une ambiance froide ou chaude.

Cette étude est basée sur la simulation numérique par le biais du logiciel tridimensionnel Envi-met version 04, ce logiciel est développé initialement pour la simulation des paramètres climatiques (T_{air} , HR, Vair et T_{mrt}) ainsi que le calcul des différents indices thermiques (PMV, PET, UTCI et SET) tout en s'appuyant sur la modélisation du modèle en 2D et en 3D, ce logiciel a été utilisé dans nombreux travaux de recherche qui ont montré sa fiabilité des résultats.

L'approche numérique est une méthode de recherche alternative utilisée dans beaucoup d'études pour deux raisons principales :

- Le modèle numérique est particulièrement adapté pour mettre en évidence le lien entre la structure physique urbaine, le microclimat et le confort thermique en faisant la traduction des résultats pour les lignes directrices de conception pratique.
- Par rapport aux mesures de terrain, il est plus rapide et moins cher, et il permet également des comparaisons entre les nombreuses études de cas et des scénarios de projet (Benamouma.D, 2018).
- **Nomenclature :**
 - ZHUN : Zones d'habitat urbaines nouvelles
 - T_{air} : Température de l'air
 - T_s : Température du sol





- Tmrt : Température moyenne radiante
- H/L : Hauteur des constructions/ Largeur de la rue
- SVF : Facteur de vue du ciel
- PMV : Vote moyen prévisible

2. Littérature Scientifique :

Depuis l'antiquité, l'homme a cherché à créer un environnement thermique confortable, et cela se reflète nettement dans l'architecture et l'urbanisme, (Givoni 1978).

Aujourd'hui la question du confort thermique qui a été abordée depuis les années 1930 (Taleghani et al, 2013) est devenue un souci majeur pour les chercheurs en climatologie ainsi que les concepteurs de la ville, plusieurs travaux de recherche ont été effectués pour analyser l'effet de la morphologie de l'espace urbain sur le confort thermique en utilisant des indices thermiques quantifiables (Ali-Toudert et al. 2005; Ali-Toudert et Mayer 2006; Bourbia et Awbi 2004; Johansson 2006; Lee et al. 2016; Thorsson et al, 2007).

Le confort thermique peut être une notion quantifiable à l'aide des indices thermiques développés initialement pour l'intérieur ensuite utilisés pour l'extérieur tel : le PMV, PET, UTCI, SET* et Out SET* (Honjo 2009).

Ses indices prennent en considération multiples paramètres microclimatiques (température de l'air, humidité relative, vitesse de l'air, température moyenne radiante et température à globe noir) plus des paramètres relatifs à l'individu (vêtements, position, âge...), ils peuvent être calculé par des logiciels de simulation comme Envi-met (Michael Bruce, 2009), et RayMan (Matzarakis, et al, 2007, Matzarakis, 2010).

3. Présentation du cas d'étude :

Cette étude s'applique pour le cas de Batna, une ville appartenant aux régions semi-arides en Algérie, son climat est caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers froids et humides.

La ville de Batna chef-lieu de wilaya capitale des Aurès située au nord-est de la wilaya et de la commune de Batna. Elle est depuis la dernière refonte territoriale de 1984, à la fois chef-lieu de





Wilaya et de Daïra, elle gère administrativement en plus de la commune de Batna celle de Fesdis, et Oued Châaba.



Figure n°2 : La wilaya de Batna et ses limites administratives

La ville de Batna a connu plusieurs mutations qui ont contribué à son développement urbain à travers le temps, donnant naissance à différentes formes urbaines.

La ville de Batna est passée par deux périodes bien distinctes qui ont marqué son développement urbain, l'une est la période coloniale qui est une période de fondation de la ville et l'autre est la période postcoloniale (Après l'indépendance).

Mais la période de 1978-1984 a marqué la ville de Batna par une urbanisation galopante, et afin de gérer le développement de la ville qui a vu un dysfonctionnement urbain ainsi qu'un éclatement de l'agglomération dans tous les sens causé principalement par les flux migratoires de la population en quête de l'emploi, la scolarisation et les divers services (santé, administration...), et pour faire face à cette situation, un plan d'urbanisme directeur PUD de la ville de Batna (complété par le plan de modernisation urbaine) a été promulgué en 1978. Les orientations du PUD 1978 ont été concrétisées sur le plan spatial par le lancement d'un large programme d'habitat collectif et individuel, coopératives, lotissements et ZHUN (Zones d'habitat urbaines nouvelles).

- Le programme de l'habitat collectif :

L'habitat collectif est concentré au niveau des ZHUN:

ZHUN I : cité 1200 et 1000 logts, cité Sonatiba et 220 logts.

ZHUN II : cité 64 logts et 72 logts Casorec et 32 éducation, cité police 40 logts, cité 800 logts, cité 500 logts collectif, Kchida 340 logts, 150 logts industrie (PDAU-Batna, 2011).





Point	SVF	H/L	Orientation	Albédo
Point 01	0.676	1.71	NE/SO	0.20
Point 02	0.354	3.85	NE/SO	0.50
Point 03	0.767	0.49	NE/SO	0.20



Figure n°3 : le site d'étude

3.1. Les critères du choix du site d'étude :

Le contexte d'étude choisi est un quartier d'habitat collectif situé à la ZHUN II de la ville de Batna, les 500 logements ont été construits entre 1974 et 1984 dans le cadre du programme des ZHUN en Algérie, il a été choisi comme cas d'étude pour les raisons suivantes :

- La présence des grands espaces ouverts et dégagés (SVF)
- Le manque de végétation sauf quelques arbres sans influence considérable





4. Méthodologie du travail :

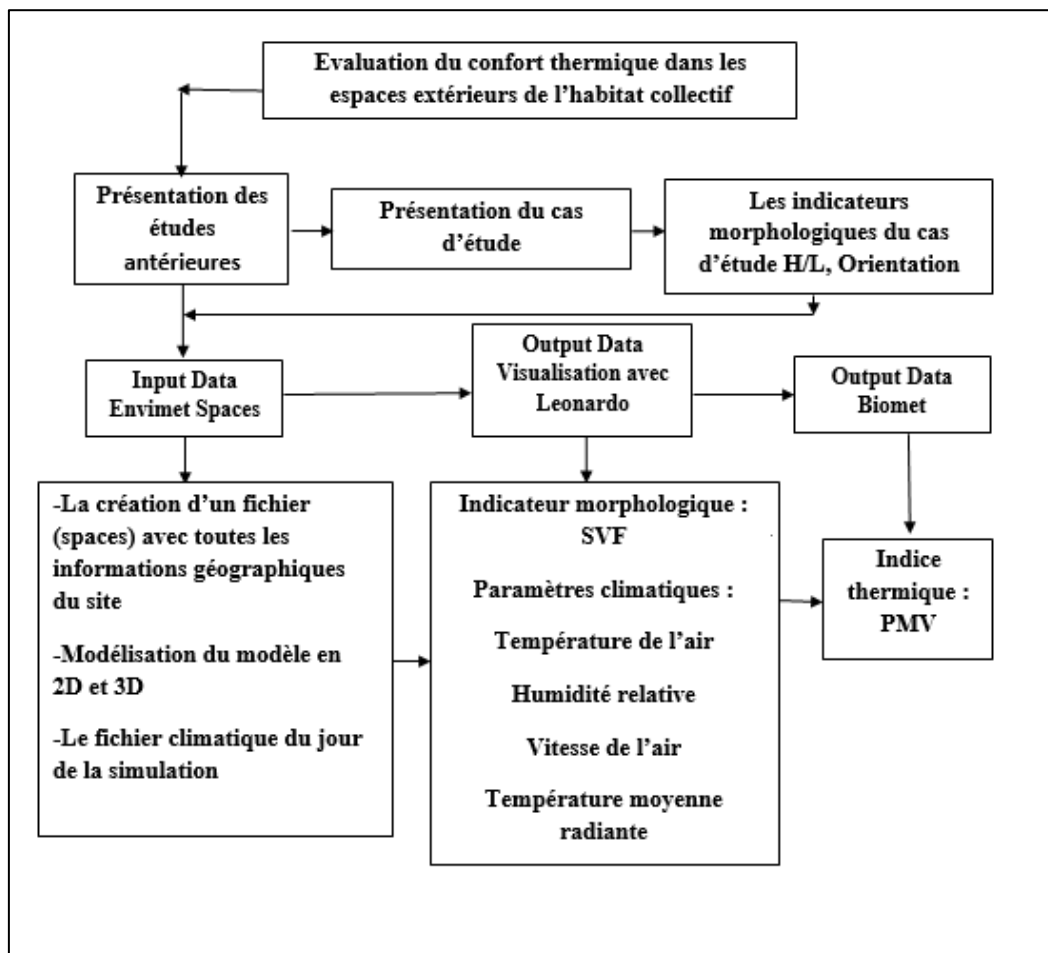


Figure n°1 : Processus du travail

4.1. Le déroulement de la simulation numérique :

La simulation numérique s'est déroulée pour la période estivale choisie pour l'investigation pendant la journée du 23/07/2019 de 08h00 à 20h00.

L'évaluation du confort thermique est basée sur le calcul numérique du PMV qui est un indice thermique développé pour l'intérieur et utilisé également pour l'extérieur.



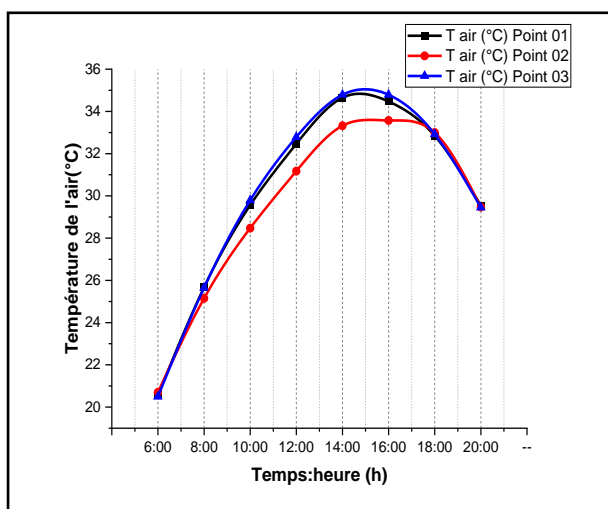


5. Résultats :

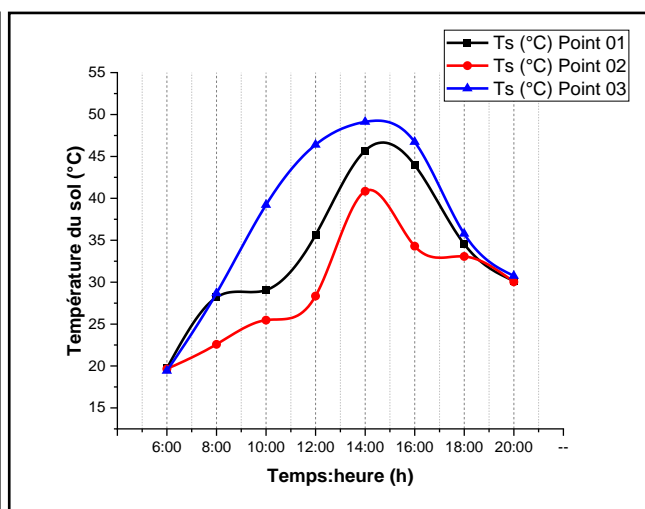
5.1. L'effet du SVF sur la température de l'air et la température du sol :

Dans le but d'étudier la relation entre le SVF avec les températures de l'air et les températures surfaciques, nous avons choisi trois points de mesures représentant des valeurs différentes de SVF et H/L et de même orientation.

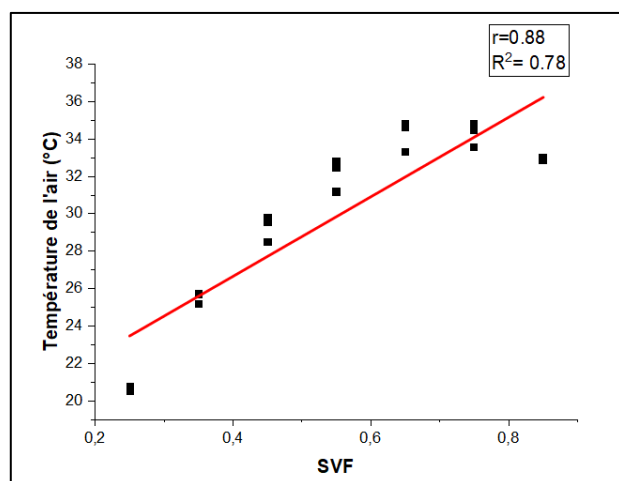
Les résultats obtenus de la simulation sont représentés dans les graphes a, b, c, d



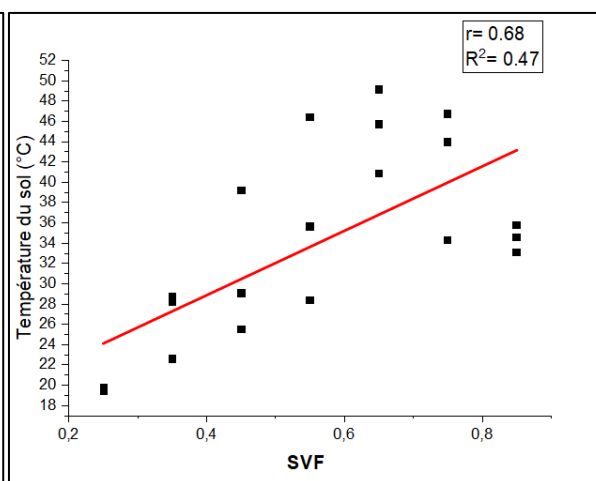
(a)



(b)



(c)



(d)

Graphe n°1 : graphe (a) les valeurs de température de l'air, graphe (b) les valeurs de température du sol, graphe (c) la corrélation entre SVF et T air, graphe (d) la corrélation entre SVF et Ts





A travers ces résultats on peut remarquer que les températures de l'air et les températures du sol avant tout gains solaires à 6h00, le point 03 présentant un grand SVF enregistre la valeur la plus faible, mais juste après 8h00 les valeurs des températures de l'air et des températures du sol augmentent et varient simultanément avec l'augmentation des valeurs du SVF.

Cette situation commence à s'inverser après 18h00 avec un SVF plus élevé atteignant des valeurs plus basses de température de l'air peu de temps après le coucher du soleil, dont les valeurs sont présentées ci-dessous :

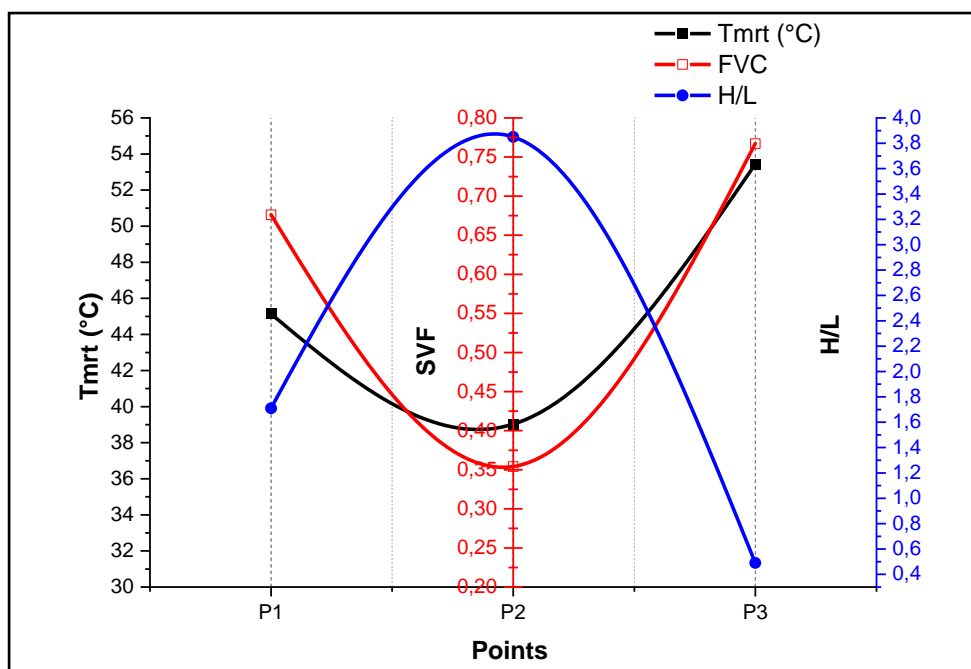
Point 01 (SVF 0.676) : T air à 6h00 = 20.55 (°C) / Ts à 6h00 = 19.72 (°C)

Point 02 (SVF 0.354) : T air à 6h00 = 20.79 (°C) / Ts à 6h00 = 19.64 (°C)

Point 03 (SVF 0.767) : T air à 6h00 = 20.49 (°C) / Ts à 6h00 = 19.42 (°C)

On constate aussi à travers les graphes de corrélation que les températures de l'air révèlent une corrélation positive avec $R^2 = 78\%$, alors que la corrélation des températures du sol était négative avec $R^2 = 47\%$, cela est expliqué par la différence dans la nature du sol (albédo).

5.2. L'effet du SVF et H/L sur la Tmrt :



Graph n°2 : Les valeurs du Tmrt, SVF et H/L

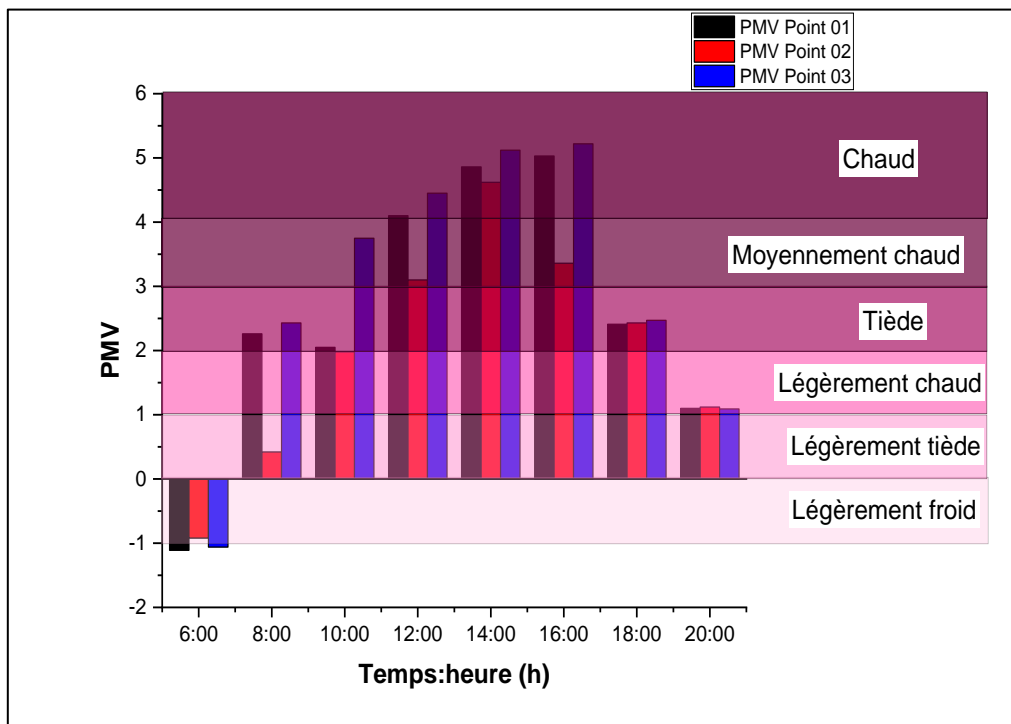




D'après le graphe n°2 La température moyenne radiante T_{mrt} montre une forte corrélation avec le SVF à cause de la durée d'ensoleillement. L'analyse des résultats dévoile aussi que le ratio H/L joue un rôle primordial dans la régulation de la température de l'air, ce qui a démontré que le pourcentage du prospect contrôle impérativement le niveau d'ensoleillement (Benamouma, D, 2018). A travers le graphe ci-dessus, on remarque que les valeurs les plus élevées de T_{mrt} sont enregistrées avec un SVF plus élevé et un ratio plus faible et vice versa.

Les valeurs les plus faibles sont enregistrées pour le point 02 avec un SVF= 0.354 et un H/L= 3.85 dont la valeur moyenne du T_{mrt} est de 39.02 (°C) par rapport aux points 02 et 03 qui enregistrent les valeurs les plus élevées de la journée avec des valeurs moyennes de 45.14 (°C) et 53.44 (°C) respectivement à cause de leurs grands SVF (0.676, et 0.767) et leurs faibles H/L.

5.3. L'évaluation du confort thermique par PMV :



Graphe n°3 : Les valeurs du PMV des trois points de 6h00 à 20h00



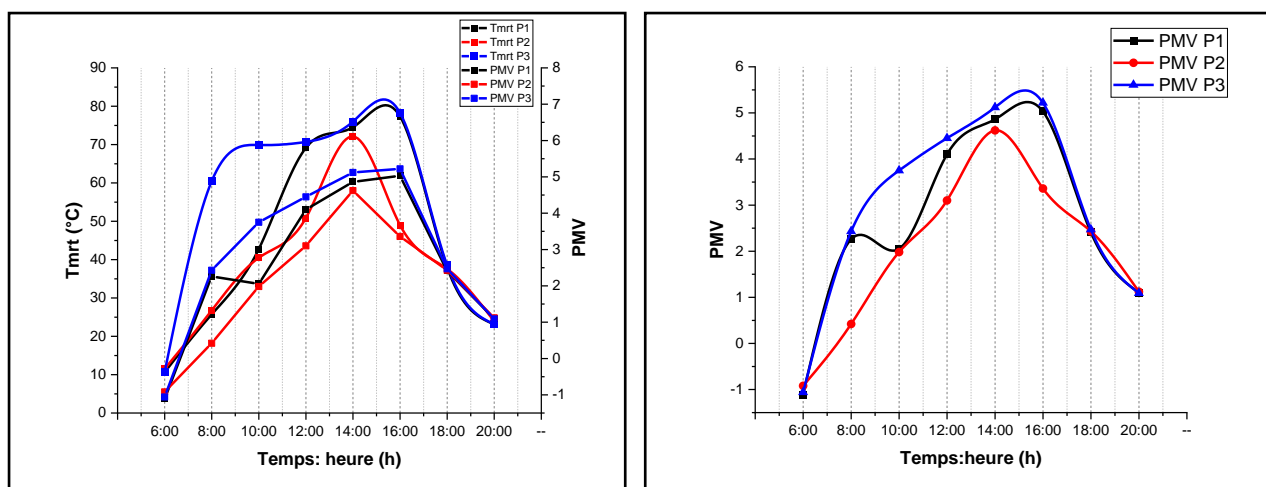


Après l'analyse des résultats de la simulation, on constate que la majorité des valeurs enregistrées du PMV étaient positives (entre 0 et +5). Les valeurs minimales du PMV ont été enregistrées au début de la journée (zone de confort) dans le point 02. Par contre les points 01 et 03 se situent dans la zone tiède. Les valeurs les plus élevées du PMV ont été enregistrées entre 14h00 à 16h00, atteignant 4.62 pour le point 02 à 14h00, 5.03 pour le point 01 et 5.22 pour le point 03 à 16h00 situant dans la zone chaude.

Le graphe montre aussi que les points 01 et 03 se trouvent en zone de stress thermique extrême de 12h00 à 16h00, par contre le point 02 se trouve en zone de stress extrême à partir de 14h00 à 16h00.

Les trois points se trouvent en zones de stress de 8h00 à 16h00 et en zone de confort de 18h00 à 20h00.

5.4. La relation entre Tmrt et PMV :



Graphe n°4 : Comparaison entre les valeurs du Tmrt et les valeurs du PMV

Dans l'évaluation des valeurs du PMV présentées dans le graphe n°4, nous constatons le rapport existant entre la Tmrt et le PMV, dont l'augmentation du Tmrt entraîne l'augmentation des valeurs du PMV, cette variation des valeurs du Tmrt et du PMV est liée directement aux valeurs du SVF.





6. Synthèse :

Point 01		
SVF = 0.676		
H/L = 0.71		
Albédo = 0.20		
Avant tous gains solaires 6h00	Soleil au Zénith 14h00	Après le coucher du soleil 8h00
T air = 20.55 (°C)	T air = 34.65 (°C)	T air = 29.54 (°C)
Ts = 19.72 (°C)	Ts = 45.69 (°C)	Ts = 30.14 (°C)
Tmrt = 10.62 (°C)	Tmrt = 74.51 (°C)	Tmrt = 23.14 (°C)
PMV = -1.11	PMV = 5.03	PMV = 1.10
Point 02		
SVF = 0.354		
H/L = 3.85		
Albédo = 0.50		
6h00	14h00	20h00
T air = 20.70 (°C)	T air = 33.32 (°C)	T air = 29.47 (°C)
Ts = 19.64 (°C)	Ts = 40.84 (°C)	Ts = 30.03 (°C)
Tmrt = 11.50 (°C)	Tmrt = 72.11 (°C)	Tmrt = 23.91 (°C)





PMV = -0.92	PMV = 4.62	PMV = 1.12
Point 03		
SVF = 0.767	H/L = 0.49	Albédo = 0.20
6h00	14h00	20h00
T air = 20.49 (°C)	T air = 34.79 (°C)	T air = 29.45 (°C)
Ts = 19.42 (°C)	Ts = 49.12 (°C)	Ts = 30.74 (°C)
Tmrt = 10.65 (°C)	Tmrt = 75.97 (°C)	Tmrt = 23.13 (°C)
PMV = -1.06	PMV = 5.12	PMV = 1.09

Tableau n°1 : Tableau récapitulatif des résultats de simulation

Conclusion :

Dans ce travail de recherche une simulation a été effectuée dans le but d'évaluer le confort thermique dans les espaces extérieurs des formes urbaines nouvelles (ZHUN), et à travers cette dernière nous avons remarqué que le comportement thermique des espaces extérieurs est lié directement à la forme urbaine avec sa géométrie, son SVF et son prospect H/L.

Donc afin d'atteindre des degrés de confort extérieur souhaitables pour une ville telle que Batna caractérisée par un climat semi-aride, une bonne maîtrise dans la conception de la forme urbaine est nécessaire, tout en essayant d'augmenter le prospect H/L et diminuer le SVF.





Bibliographie :

- Ali-Toudert, F., M. Djenane, R. Bensalem, H. Mayer (2005) Outdoor thermal comfort in the old desert city of Beni-Isguen, Algeria. *Climate Research* 28 (3) : 243-256.
- Givoni, B. (1978) *L'homme l'architecture et le climat*, (Trad. de l'angl.) édition le moniteur, Paris.
- Honjo. T (2009). *Thermal Comfort in Outdoor Environment*. *Global Environmental Research* ©2009 AIRIES 13/2009:43-47 printed in Japan.
- Johansson, E. (2006) Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. *Building and environment* 41(10):1326-1338.
- Matzarakis .A, Rutz. F, Mayer. H (2007). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. *Int J Biometeorol* (2007) 51:323–334
- Matzarakis .A, Rutz. F, Mayer. H (2010). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan mode. *Int J Biometeorol* (2010) 54:131–139.
- Lee, H., H. Mayer, L. Chen (2016) Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany . *landscape and urban planning* 148: 37–50.
- Thorsson, S., F. Lindberg, I. Eliasson, B. Holmer (2007) Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. *International journal of climatology* 27(14):1983-1993.
- Bourbia. F, H. Awbi (2004) Building cluster and shading in urban canyon for hot dry climate, Part 1: Air and surface temperature measurements. *Renewable Energy* 29 (2):249-262.
- Sedira Sara (2018). *L'effet de la morphologie urbaine sur le confort thermique en espaces extérieurs : cas du village rouge-El Kantara-Biskra*. *Appl. Eng. Sci. Technol.* 4(1) :53-59.
- Benamouma Djamila (2018). *L'impact de la géométrie des espaces sur le confort thermique extérieur (Cas de la ville de Batna)*. Mémoire de magister. Département d'architecture-Université Mouhamed kheider de Biskra.
- Boucheriba Fouzia. (2004). *Impact de la géométrie des canyons urbains sur le confort thermique extérieur. (Cas du coudiat de Constantine)*. Mémoire de magister. Département d'architecture et d'urbanisme-Université Mentouri de Constantine.
- Kacha Lemya. (2010). *Analyse morphologique des quartiers auto-construits spontanés. (Cas de la ville de Batna)*. Mémoire de magister. Département d'architecture-Université Hadj Lakhdar Batna.





Colloque international
Confort, Habitat en milieu sensible et Ville Résiliente CHSVR 2021
Université 8 Mai 1945 – Guelma, Département d'Architecture
13 & 14 octobre 2021



Kedissa Chahrazed. (2010). Impact de la géométrie des espaces extérieurs sur le microclimat urbain (Cas de places). Mémoire de magister. Département d'architecture et d'urbanisme- Université Mentouri de Constantine.

