

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



**FACULTE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**

N° d'ordre :.....

Série :.....

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Architecture

Filière : Architecture

**Spécialité : efficacité énergétique
pour une architecture
bioclimatique**

THEME :

**IMPACT DU MUR VEGETALISE SUR LE
CONFORT THERMIQUE INTERIEUR.
(CAS D'EL-KANTARA – BISKRA)**

Dirigé par :

Mme : Bouchahm Yasmina

Présenté par :

Boumaali Somia

Année universitaire : 2016-2017

Session : juin 2016

Table des matières

Introduction générale	
I. La problématique.....	
II. Questionnement.....	
III. Objectifs	
IV. Hypothèses de l'étude	
V. Méthodologie et outils de la recherche.....	
Partie 1 : Approche théorique.....	
Chapitre I : Paramètres influent sur le confort thermique interieur:	
Introduction.....	01
I.1. Notion du confort.....	01
I.2.Le confort thermique	01
I.3.Les approches du confort thermique :.....	02
I.3.1. L'approche statique du confort thermique.....	02
I.3.1.1. L' aspect physiologique du confort thermique	02
I.3.1.2. L' aspect physique du confort thermique	02
I.3.2. L' approche adaptative du confort thermique	05
I.4. évaluation du confort thermique.....	05
I.4.1. Indices pour l'évaluation du confort thermique	05
I.4.1.1. Les indices PMV et PPD	06
I.4.1.2. La température de l'air ambiant (Ta)	07
I.4.1.3. La température opérative (Top)	07
I.5. Facteurs liés a la conception.....	08
Conclusion.....	10
Chapitre II: <u>Végétation et impact du mur végétalisé sur le confort thermique intérieur.</u>	
Introduction.....	01
II.1. Le végétal et l'architecture	02
II.2. Typologie végétale	02
II.3. Effets particuliers de la végétation.....	03
II.3.1.Effet d'oxygénation.....	03
II.3.2. Effet d'évapotranspiration.....	03
II.3.3. Effet d'ombre	03
II.3.4. Effet de brise vent.....	04
II.3.5. Effet de Séquestration des polluants.....	04
II .3.6. Effet d'isolation acoustique	04

Partie II : impact du mur végétalisé	05
II.1. Historique	05
II.2. Définition et présentation	05
II.3. Le principe du mur végétalisé	06
II.4. La mise en œuvre des murs végétalisés	07
II.A. Principe de la végétalisation d'une façade	07
II.B. Principe du mur végétal sur nappe horticole	09
II.C. Principe du mur végétal monobloc	10
II.5. La typologie des murs végétalisés	12
II.6. Le confort été/hiver	14
II.7. La maintenance des murs végétalisés	14
II.8. Les avantages et les inconvénients des murs végétalisés	15
II.9. Durabilité et résistance	16
II.10. Impact sur l'environnement	16
II.11. LE COUT	17
II.12. Durée de vie :.....	17
II.13. Le mur végétalisé, une réponse à la cible HQE	17
II.14. Quelques exemples de murs végétaux intérieurs et extérieurs	18
Partie 2: Approche pratique.....	
chapitreIII : L'analyse climatique et bioclimatique d'El kantara	
Introduction.....	01
III.1. Caractéristiques climatiques de l'Algérie	01
III.1.1. Données géographiques	01
III.1.2. Zones climatiques en Algérie	01
III.1.3 présentation de la wilaya de Biskra	02
III.1.3.1. Situation et limite de la ville d'el kantra	02
III.1.3.2 . Les avantages d'El Kantara.....	03
III.2. Analyse des données climatiques de la ville	04
III.2.1. Température de l'air.....	05
III.2.2. L'humidité relative.....	05
III.2.3. Les précipitations	06
III.2.4. Les vents	07
III.2.5. L'ensoleillement	08

III.3. Analyse bioclimatiques de la ville kantra	09
III.3.1. Méthode MAHONEY	09
III.3.2. Méthode de Givoni	11
III.3.3. LA Méthode de Szocolay.....	12
chapitreIV : L’analyse urbaine d’El kantara.....	
Introduction	01
IV.1. Présentation du terrain d’intervention.....	01
IV.2. Accessibilité et infrastructure	02
IV.3. La ville d’El-Kantara historique et évolution	03
IV.4. Le tissu urbain.....	06
IV.5. Potentialités touristiques de la ville d’El-Kantara	09
IV.6. La morphologie et relief	11
IV.6.1. La topographie	11
IV.6.2. Les réseaux hydrographiques	12
IV.6.3. La végétation	13
IV.6.4. La flore est la faune	13
IV.7. La simulation	14
IV.7.1. Résultats de la simulation du logiciel Envi met.....	14
IV.7.2. Simulation du projet.....	15
IV.7.3.L 'ombre au niveau du plan de masse	22
IV.7.4. La tache solaire au niveau des pièces	23
IV.7.5. La tache solaire au niveau du projet	25
<u>IV.7.6. Sky View Factor et durée d’enseillement</u>	<u>26</u>
conclusion.....	29
chapitre V :investigation et simulation.....	
V. Simulation (stratégies de recherche).....	01
partie 1 :.....	01
V.1. Les cloisons végétales à l’intérieur de l’hôtel	01
V.2. La restauration (RDC)	02
V.3. Détente et loisir (1er étage)	03
V.4. L’hébergement (2eme étage)	04
V.5. Le logiciel utilisé pour l’expérimentation	04
V.5.1. Ecotect (définition).....	04
V.5.2. Objectifs de la simulation.....	05

V.5.3. Résultats et discussion	08
V.5.4.transformation des résultats numériques en graphes.....	08
V.5.5. La température horaire	08
V.5.6. Gain de ventilation	09
V.5.7. Répartition des gains	10
Partie 2 :	11
introduction.....	11
V.1. Interprétation des résultats d'envimet	13
V.2. discussions et analyse des résultats obtenus avec townscope	14
V.3. Durée d'enseillement	16
V.4. La durée de l'ombre	16
Conclusion.....	20
Conclusion Générale	
Bibliographie.....	
Annexe	
Résumé.....	
Mots clés	
الملخص.....	
الكلمات المفتاحية	

Liste des figures

Figure 1: métabolisme humain	
Figure 2 : l'interaction thermique entre le corps humain et son environnement.....	
Figure 3 : relations entre les paramètres du confort et les modes d'échanges de chaleur....	
Figure 4 : temps de déphasage de différents matériaux de construction en fonctions des épaisseurs types	
Figure 5 : la plante du lierre	
Figure 6 : La vigne californica	
Figure 7 : façade recouverte d'un mur végétal.....	
Figure 8 : mur végétal extérieur	
Figure 9 : mur végétal intérieur	
Figure 10 : schéma récapitulatif du principe du fonctionnement du mur végétalisé	
Figure 11 : mur couvert par la vigne vierge	
Figure :12 des pelotes adhésives.....	
Figure 13 : hospital hullier a Lille	
Figure :14 Composition d'un mur végétal sur nappe horticole	
Figure 15 : le procédé du monobloc	
Figure 16 :un plongeuse en apnée dans un récif corallien.....	
Figure 17 : module de substrat.....	
Figure 18 : Mise en œuvre d'un mur végétalisé monobloc	
Figure 19 : les différents types des murs végétaux.....	
Figure 20 : Schéma de principe d'un mur végétal simple	
Figure 21 : Schéma de principe d'un mur végétal	
Figure 22 : la variation saisonnière du mur végétalisé en été et en hiver	
Figure 23 : Paris Hôpital Robert Debré (Wall flore)	
Figure 24 : Centre commercial E Leclerc.....	
Figure 25 : Restaurant a la défense	
Figure 26 : mur d'entrée	
Figure 27 : paroi de la fondation de cartier	
Figure 28 : mur de la fondation de cartier	
Figure 29 : Parlement bruxellois, Bruxelles, 2008	
Figure 30 : Musée Caixa Forum, Madrid, 2009	
Figure 31 : Carte des zones climatiques de l'Algérie	
Figure 32 : La ville de biskra dans son envirement.	
Figure33 : photo d'el kantra.....	
Figure 34 : carte (cité 1er novembre).....	
Figure 35 :évolution Des températures de la ville	
Figure 36 : diagraphe les valeurs d'humidité relative	
Figure 37 : diagraphe Précipitations moyenne d'El-Kantra.	
Figure 38 : diagraphe des vents d'el kantra.....	
Figure 39 : diagraphe d'ensoleillement de la ville d'el kantra	
Figure 40 : :plan ouvert.....	

Figure41 :conception avec soubasseent:.....	.....
Figure 42 :désign overhangs: .....	.....
Figure43 : humudification de l'aire exterieur .....	.....
Figure 44 : traditionnel maison passive.....	.....
Figure 45 : double pane high performance glazing .....	.....
Figure 46 : : Diagramme bioclimatique de GIVONI et MILNE Applique sur la ville d'el kantra .....	.....
Figure 47 : Diagramme Graphe psychrométrique de Szocolay appliqué à la ville a ville d'el kantra.....	.....
Figure 48 : Situation de la ville d'El-Kantara .....	.....
Figure49 : La carte de l'infrastructure d'El-Kantara .....	.....
Figure 50 : La carte de l'infrastructure d'El-Kantra .époque romaine .....	.....
Figure 51 : La carte d'évolution d'El-Kantara à l'époque Islamique.....	.....
Figure 52 : La carte d'évolution d'El-Kantara à l'époque coloniale.....	.....
Figure 53 : Carte des axes et voies à El-Kantara.....	.....
Figure 54 : RN3 traverse El-Gaous .....	.....
Figure 55 : Pont Romain.....	.....
Figure 56 : Ruines romaines.....	.....
Figure 57 : La palmeraie depuis la rue communale No 3.....	.....
Figure 58 : Exemple des maisons du Dachra .....	.....
Figure 59 : la disposition de l'ensemble des maisons. ....	.....
Figure 60 : Bor Abas (Le village noir) .....	.....
Figure 61 : El-Greguer (Le village blanc) .....	.....
Figure 62 : Carte topographique d'El-Kantara.....	.....
Figure 63 Coupe topographique:.....	.....
Figure 64 : Schéma hydrographique .....	.....
Figure 65 : Exemple sur la végétation .....	.....
Figure 66 : Carte d'El-Kantara .....	.....
Figure 67 : plan de masse du projet.....	.....
Figure 68 : La fenêtre du fichier éditeur (fichier modèle).....	.....
Figure 69 :La fenêtre du fichier de configuration (cf.): .....	.....
Figure 70 : Parcours des températures de l'air à 10h .....	.....
Figure 71 : Parcours des températures de l'air à 18h.....	.....
Figure 72 : Parcours de la vitesse du vent à 10h .....	.....
Figure 73 : Parcours de la vitesse du vent à 18h .....	.....
Figure 74 : trajectoire de l'écoulement du vent autour de deux batiments haut et bas .....	.....
Figure 75 : Effet des obstacles ayant des profils variant.....	.....
Figure 76 : L'écoulement du vent face à un obstacle.....	.....
Figure 77 : Une volumétrie aérodynamique fluide.....	.....
Figure 78 : humidité spécifique à 10h .....	.....
Figure 79 : humidité spécifique à 18h .....	.....
Figure 80 : Un mur végétal intérieur permet d'assainir l'air de l'hôtel.....	.....
Figure 81 : Un mur végétal intérieur permet d'assainir l'air de restaurants.....	.....
Figure 82 : mur végétaux au niveau des salles de sports .....	.....

Figure 83 : : les patios végétalisés servent à rafraîchir l'air intérieur des pièces.....	
Figure 84 : hébergement avec mur végétalisé	
Figure 85 : capture d'écran illustrant interface et outils d'ecotect	
Figure 86 : capture d'écran illustrant la salle de banquet	
Figure 87 : la température horaire à l'intérieur et l'extérieur.....	
Figure 88 : gains de ventilation	
Figure 89 la comparaison entre la répartition des gains :	
Figure 90 : la comparaison entre les gains de chaleur horaire	
Figure 90 : La fenêtre du fichier éditeur pour le logiciel townscope	
Figure 91 : vue en 3D du plan de masse	
Figure 92 : Parcours des températures de l'air à 18h.....	
Figure 93 : le style d'occultation solaire (parasols) utilise dans notre projet.....	
Figure 94 : le rendement des parasols dépliés	
Figure 95 : Les résultats obtenus par townscope pour les paramètres du confort.....	
Figure 97 : résultats de la température radiante.....	
Figure 98 : résultat obtenues par townscope pour les paramètres du confort thermique .la journée de simulation	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre
Tableau I-1	correspondances entre PMV et échelle des sensations thermique
Tableau I-2	correspondances entre PMV et PPD
Tableau II.1	les propriétés de différents types des murs végétaux
Tableau II.2	le budget d'un mur végétal
TableauII.3	cibles HQE du mur végétal
TableauIII-1	Températures pendant les mois d'année
Tableau III .2	L'humidité moyenne mensuelle d'El-Kantara
Tableau III. 3	la précipitation moyenne d'el kantara
Tableau III 4	la vitesse des vents dominant
Tableau III. 5	Durée d'ensoleillement
Tableau IV.1	Tableau comparatif des différents tissus urbains.
TableauIV.2	l'ombre au niveau du plan de masse. (Source : auteur)
Tableau IV.3	Ensoleillement à l'échelle de la pièce
Tableau IV.4	Ensoleillement à l'échelle du projet
TableauIV.5	Tableau pour le skvf au niveau de notre projet
tableau V.1	la différence entre les résultats de l'analyse thermique

Résumé :

L'évolution de l'architecture dans les parties structurales et fonctionnelles entraîne également l'évolution dans la partie de confort. Pour cela l'architecture bioclimatique permet au bâtiment de bénéficier d'ambiances intérieures proches du confort pour une plage de variations des conditions extérieures assez large, sans le recours au conditionnement d'air artificiel. L'utilisation du végétal dans les projets d'architecture et d'urbanisme est justifiée par cinq allégations œuvrant pour la régulation physique des ambiances: régulation du confort sonore, de la qualité de l'air, de la biodiversité, du confort climatique et de la gestion des eaux pluviales. Ces (allégations écologiques) répondent à des préceptes en faveur de l'environnement et du confort urbain dans les espaces publics et au sein des bâtiments.

La végétalisation des bâtiments est l'une des techniques de revêtement extérieur d'enveloppes susceptible d'être bénéfique vis-à-vis des besoins énergétiques ou du confort intérieur d'été ainsi que des microclimats extérieurs.

L'objectif de notre étude consiste donc à évaluer le confort thermique des bâtiments sous l'effet des murs végétaux dans un climat semi-aride d'El Kantara.

les résultats de mesures ont révélé que, les murs végétaux sont des techniques efficaces de limitation des apports solaires en été et de réduction des déperditions thermiques en hiver et considéré comme protection saisonnière susceptible de remédier aux problèmes liés aux surchauffes. La densité, l'épaisseur du feuillage et le rapport de couverture sont les éléments clefs de la performance de l'écran végétal.

Mots clés :

Les murs végétaux, Végétalisation des plantes grimpante, confort thermique intérieur et extérieur, climat semi-aride d'el kantara.

الملخص :

تطور الهندسة المعمارية في الأجزاء الهيكلية والوظيفية يرفق أيضا تطور في جزء الرفاهية. من اجل ذلك فإن الهندسة المعمارية البيو- مناخية تسمح للبناء من الاستفادة من جو داخلي مناسب قريب من الرفاهية ضمن مجموعة واسعة إلى حد ما من التغيرات في الظروف المناخية الخارجية، من دون استخدام أجهزة تكييف الهواء الاصطناعي. إن استخدام النبات في تصميم المشاريع المعمارية والحضرية لديه ما يبرر من خلال خمسة بينات لتنظيم جو داخلي مناسب : التنظيم الرفاهية السليمة, نوعية الهواء , التنوع البيولوجي , الرفاهية المناخية و إدارة مياه الأمطار. هذه (المبررات البيئية) تستجيب لمفاهيم البيئة والراحة الحضرية في الأماكن العامة وداخل المباني. تخضير المباني هي واحدة من التقنيات لتغطية الخارجية التي يمكن الاستفادة منها لتلبية الاحتياجات من الطاقة و الرفاهية الداخلية في فصل الصيف و أيضا تلطيف المناخ الخارجي. ولذلك فإن الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الرفاهية الحرارية للمباني نتيجة الجدران النباتية في مناخ شبه جاف لمدينة القنطرة.

وكشفت نتائج القياس أن الجدران النباتية تعد تقنيات فعالة للحد من الحصول على الطاقة الشمسية في فصل الصيف والحد من فقدان الحرارة في فصل الشتاء و كما تعتبر كحماية موسمية لمعالجة المشاكل المتعلقة بارتفاع درجة الحرارة. كما تعد كثافة وسماكة الأوراق النبات ونسبة التغطية العناصر الرئيسية لأداء الجدران النباتية.

الجدران الخضراء هي استراتيجية فعالة لتحقيق الرفاهية الحرارية الداخلية للمباني في المناخ شبه الجاف لمدينة القنطرة.

الكلمات المفتاحية

الجدران الخضراء, الرفاهية الحرارية الداخلية و الخارجية, مناخ شبه الجاف لمدينة القنطرة.