

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 de Master

Filière : Architecture Spécialité : Architecture environnement et technologies

L'EFFICACITE ENERGETIQUE DES MATERIAUX ECOLOGIQUE DANS
UN EQUIPEMENT THERMO-LUDIQUE

CAS DE LA WILAYA DE GUELMA

Dirigé par:

NAIT Nadia

Maitre-assistant « classe A »

Présenté par :

FERDI Dikra

Remerciements

Je tiens à remercier vivement aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leur propositions.

Mon vif remerciement et toute ma gratitude au Professeur NAIT Nadia, d'abord de m'avoir fait confiance et d'avoir accepté de m'encadrer. Je le remercie également pour ses nombreux conseils et ses critiques constructives pour l'élaboration de ce travail, mais surtout pour sa patience tout au long du processus.

Je tiens à exprimer ma gratitude aussi à Mme BENHASSINE Nassira pour avoir dirigé ce travail, pour son soutien, ses encouragements et conseils pertinents. Ce fût un honneur et une immense joie d'avoir été encadré par elle.

Je réserve particulièrement, un grand merci à Monsieur GAHAM Nabil pour m'avoir accueillie au sein de son cabinet, sachant combien je lui suis redevable pour ses encouragements et conseils tout au long de ma formation.

Plus intimement, je remercie mes amies et sœurs Aya et Nesrine pour leur aide et leurs encouragements.

Enfin ma première et dernière reconnaissance, va à ma famille, mes parents, mes sœurs et frères Akram, Adam, Fadi, lamiss et bien sûr ma chérie Malek. Que dieu me garde cette famille, qui n'a jamais cessé d'être avec moi, à tout moment.

Pour terminer, mes remerciements à tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

Année Universitaire 2020/2021

Session : juin 2021

Dédicaces

Je dédie ce travail à ...

A ma très chère mère :

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence. La source de tendresse et s'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte

A mon très cher Père :

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis.

A ma chère tante :

Ma chère maman Habiba merci d'être toujours là pour moi ! Et surtout de m'avoir apprise que toute progression non sauvegardée sera perdue.

<< *Que dieu vous garde* >>

Résumé

L'efficacité énergétique des bâtiments est devenue une politique nationale et par conséquent l'enveloppe des bâtiments est proclamée mesure importante dans l'efficacité énergétique des constructions. Le rendement des matériaux de l'enveloppe extérieure est un facteur important qui influe sur la consommation d'énergie et qui permet d'assurer un bon niveau de confort.

L'objectif de ce travail est de déterminer le comportement thermique d'un bâtiment, en valorisant l'utilisation des matériaux écologiques, et ceci dans l'optique de contribuer à l'amélioration de la conception des bâtiments performants énergétiquement dans un climat semi-aride.

Dans ce contexte, notre travail a porté sur des bungalows d'un complexe thermal conçus dans la wilaya de Guelma par l'élaboration de différents scénarios avec différents matériaux écologiques, en utilisant la simulation numérique.

L'environnement de simulation numérique a été mené en utilisant le programme « EDSL TAS program version 9.5.1 », qui nous a permis d'évaluer la performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment. Les résultats ont montré une baisse dans les températures intérieures en utilisant les matériaux écologiques (béton cellulaire et béton de chanvre), qui contribuant ainsi à l'efficacité énergétique des bâtiments.

Mots clés : simulation – matériau écologique – efficacité énergétique – enveloppe – EDSL TAS

ملخص:

أصبحت النجاعة الطاقوية في المباني سياسة وطنية، وبالتالي تم التأكيد بان الغلاف الخارجي للمبنى مهم في كفاءة استخدام الطاقة في المباني كما يعد أداء مواد الغلاف الخارجي عاملاً مهماً يؤثر على استهلاك الطاقة مما يضمن مستوى جيداً من الراحة.

الهدف من هذا العمل هو تحديد السلوك الحراري للمبنى، من خلال تعزيز استخدام المواد البيئية، وذلك بهدف المساهمة في تحسين تصميم المباني الموفرة للطاقة في المناخ شبه جاف.

في هذا السياق، ركز عملنا على المباني الفردية للمجمع السياحي الصحي المصمم في ولاية قالمة من خلال تطوير سيناريوهات مختلفة بمواد بيئية مختلفة، باستخدام المحاكاة الرقمية.

تم إجراء المحاكاة الرقمية باستخدام برنامج «EDSL TAS الإصدار 9.5.1»، والذي سمح لنا بتقييم أداء الطاقة في غلاف المبنى. أظهرت النتائج انخفاضاً في درجات الحرارة الداخلية باستخدام مواد صديقة للبيئة (الخرسانة الخلوية وخرسانة القنب)، مما يساهم في النجاعة الطاقوية للمباني.

الكلمات المفتاحية:

المحاكات – المواد البيئية – الغلاف الخارجي – EDSL TAS

Sommaire

Table des matières :.....	I
Liste des figures :.....	V
Liste des tableaux :.....	VIII
Abréviations :.....	IX
Introduction générale	
Introduction :.....	1
Problématique :	2
Objectifs :.....	3
Hypothèse :.....	3
Méthodologie :.....	3
Chapitre I : Le thermo ludique et les matériaux écologiques	
Introduction	4
I.1 Le tourisme :.....	4
I.1.1 Les formes de tourisme :	5
I.1.2 Le tourisme de santé :.....	5
I.1.3 Le thermalisme :.....	6
I.1.4 Thermo-ludisme :	6
I.1.5 Les caractéristiques de l'équipement thermo-ludique :.....	7
I.1.6 Les pratiques de tourisme de santé :.....	7
I.2 Vers un tourisme durable :.....	8
I.2.1 Les formes du tourisme durable :	8
I.2.2 L'écotourisme :.....	8
I.2.3 Les produits écotouristiques :.....	9

I.2.4	Caractéristiques de l'écotourisme :	9
I.2.5	Les objectifs du tourisme durable :	9
I.2.6	Différentes formes du tourisme durable :	10
I.2.7	Du tourisme de minorité au tourisme de masse :	10
I.2.8	Les impacts du tourisme de masse :	11
I.2.9	Le tourisme et le réchauffement climatique :	12
I.3	Le réchauffement climatique planétaire :	12
I.3.1	Les conséquences du réchauffement climatique	13
I.3.2	Comment lutter contre le réchauffement climatique	13
I.3.3	Le développement durable :	13
I.3.4	Naissance et conceptualisation du développement durable.....	14
I.3.5	La consommation d'énergie du bâtiment	16
I.3.6	L'architecture écologique :	17
I.3.7	Les matériaux et le projet architectural :	17
I.3.8	Propriétés physiques des matériaux dans la construction :	21
I.3.9	Propriétés fonctionnelles des matériaux :	22
I.3.10	Le comportement environnemental des matériaux:	22
I.3.11	Construire écologique.....	23
I.3.12	L'éco-matériau :	24
I.3.13	Les principales caractéristiques d'un éco-matériau.....	24
I.3.14	Les classes de matériaux	25
I.3.15	Les principaux éco-matériaux utilisés dans la construction	25
Conclusion	:.....	30

Chapitre II :Approche analytique, Exemple illustratifs et contexte d'étude

Introduction	31
II.1	Analyse des exemples :	31

II.1.1	Logement collectifs à Dornbirn, Autriche (Hermann Kaufmann):	32
II.1.2	Eco-village des Noës, Val-de-Reuil (EURE):.....	35
II.1.3	Maison en bandes à Alffoltern-Am- Albis, suisse « villa Lena » :	37
II.1.4	Villa en pierre près de Valence, Espagne (Ramón Esteve) :.....	39
II.2	Analyse climatique et bioclimatique de la ville de Guelma :	42
II.2.1	Aperçu sur le climat de la ville de Guelma :	42
II.2.2	Analyse bioclimatique :	44
II.2.3	Les stratégies environnementales pour la ville de Guelma :	45
Conclusion	:.....	47

Chapitre III :Investigation et simulation numérique

Introduction	48
III.1	Objectifs de la simulation	48
III.2	Présentation de l'outil de simulation.....	48
III.2.1	Spécificités du programme EDSL TAS.....	49
III.2.2	Composants du programme EDSL TAS.....	50
III.2.3	Contenus du programme	51
III.3	Objet d'étude :	52
III.3.1	Description du projet	52
III.3.2	Modèle d'étude :	53
III.3.3	Inputs du programme TAS simulator :	54
III.3.4	Période de simulation et climat :	57
III.3.5	Composition des parois et propriétés des matériaux :	58
III.4	Déroulement de la simulation :	59
III.5	Les paramètres variables.....	60
III.5.1	Le 1 ^{er} scénario : (en fonction des matériaux existants).....	60
III.5.2	Le 2eme scénario :	62
III.5.3	Le 3eme scénario :	65

Conclusion :	67
Chapitre IV :Résultats de la simulation numérique et interprétation	
Introduction	68
IV.1 Simulation du bâtiment:	68
IV.1.1 Scénario 01 :	68
IV.1.2 Scénario 02:	73
IV.1.3 Scénario 03:	76
IV.2 Synthèse	80
IV.3 Consommation d'énergie selon les différentes variantes:	81
Conclusion	82
Conclusion générale	83
Bibliographie :	85
ANNEXE	91

Liste des figures :

Chapitre I :	
Figure I. 1 Répartition du tourisme international en 2012	5
Figure I. 2 Principales formes de tourisme	5
Figure I. 3 Méthodes d'hydrothérapie	7
Figure I. 4 Schéma représentant les différentes formes de tourisme durable	10
Figure I. 5 Les trois piliers du développement durable	15
Figure I. 6 Schéma de la maîtrise de l'énergie dans un bâtiment passif	17
Figure I. 7 Les états des matériaux au cours de son cycle de vie	19
Figure I. 8 Les critères de choix d'un matériau	20
Chapitre II :	
Figure II. 1 La résidence Ölzbündt	32
Figure II. 2 le bardage en mélèze et les panneaux des murs préfabriqués	33
Figure II. 3 le système constructif associé des poteaux à des panneaux de planchers et des murs préfabriqués	34
Figure II. 4 les maisons Monopoly	36
Figure II. 5 les défiants matériaux de construction de chaque espace	36
Figure II. 6 la villa Lena	38
Figure II. 7 Casa la Solana	39
Figure II. 8 Les murs en maçonnerie de moellons calcaires	40
Figure II. 9 portes et mobilier intégré en panneaux MDF (Medium Density Fiberboard) avec placage en wengé (Millettia laurenti), feuillu tropical atricain au bois dense et naturellement durable	40
Figure II. 10 Revêtement de sol en dalles de calcaire à l'intérieur et à l'extérieur	41
Figure II. 11 Terrasse autour de la piscine en pin traité aux sels de cuivre	41
Figure II. 12 Diagramme Psychrométrique pour la ville du Guelma	45
Figure II. 13 le double vitrage (low-E)	46
Chapitre III :	
Figure III. 1 Tas building simulator version 9.5.1	49
Figure III. 2 Les composants de TAS Building Désigner	50
Figure III. 3 Résumé des relations fonctionnelles entre les différents paramètres	52
Figure III. 4 Plan de masse	52

Figure III. 5 Modèle géométrique 3D du bâtiment étudié réalisé par Tas 3D modeller.	53
Figure III. 6 Modèle géométrique et les différentes zones créées par Tas 3D modeller.	54
Figure III. 7 fichier météo de la ville de Guelma.	54
Figure III. 8 Fichier climatique relatif au jour d'investigation et de pré-conditionnement	54
Figure III. 9 le calendrier utilisé durant la simulation.	55
Figure III. 10 Les éléments constructifs du bungalow.	56
Figure III. 11 les conditions internes appliquées dans chaque zone dans tas building simulator.	56
Figure III. 12 le scénario d'occupation utilisée dans Tas building simulator.	57
Figure III. 13 Graphe représentatif de la journée du 21 décembre 2020 de Constantine.	58
Figure III. 14 Exemple de fichier météo de la journée du 21 décembre 2020 de Constantine.	58
Figure III. 15 Les composants de la dalle extérieure (scénario 1).	61
Figure III. 16 Les composants des murs extérieurs (scénario 1).	61
Figure III. 17 Les composants de vitrage (scénario 1).	62
Figure III. 18 Les composants de porte (scénario 1).	62
Figure III. 19 Les composants de la dalle extérieure (scénario 2).	63
Figure III. 20 Les composants des murs extérieurs (scénario 2).	63
Figure III. 21 Les composants de vitrage (scénario 2).	64
Figure III. 22 Les composants de porte (scénario 2).	64
Figure III. 23 Les composants de la dalle extérieure (scénario 3).	65
Figure III. 24 Les composants des murs extérieurs (scénario 3).	65
Figure III. 25 Les composants de vitrage (scénario 3).	66
Figure III. 26 Les composants de porte (scénario 3).	66
Chapitre IV :	
Figure IV. 1 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow. Le 21 janvier 2020 (scénario 01).	69
Figure IV. 2 3D visualisation. Le 21 janvier 2020 (scénario 01).	69

Figure IV. 3 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow. Le 21 janvier 2020 (scénario 01).	70
Figure IV. 4 Variation de l'humidité relative extérieure et intérieures du bungalow. Le 21 janvier 2020 (scénario 01).	70
Figure IV. 5 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow. Le 20 juillet 2020 (scénario 01).	71
Figure IV. 6 3D visualisation. Le 20 juillet 2020 (scénario 01).	71
Figure IV. 7 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow. Le 20 juillet 2020 (scénario 01).	72
Figure IV. 8 Variation de l'humidité relative extérieure et intérieures du bungalow. Le 20 juillet 2020 (scénario 01).	72
Figure IV. 9 3D visualisation. Le 21 janvier 2020 (scénario 02).	73
Figure IV. 10 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow. Le 21 janvier 2020 (scénario 02).	74
Figure IV. 11 Variation de l'humidité relative extérieure et intérieures du bungalow. Le 21 janvier 2020 (scénario 02).	74
Figure IV. 12 3D visualisation. Le 20 juillet 2020 (scénario 02).	75
Figure IV. 13 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow. Le 20 juillet 2020. (Scénario 02).	75
Figure IV. 14 Variation de l'humidité relative extérieure et intérieure du bungalow. Le 20 juillet 2020 (scénario 02).	76
Figure IV. 15 3D visualisation. Le 21 janvier 2020 (scénario 03).	77
Figure IV. 16 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow Le 21 janvier 2020 (scénario 03).	78
Figure IV. 17 Variation de l'humidité relative extérieure et intérieure du bungalow. Le 21 janvier 2020 (scénario 03).	78
Figure IV. 18 3D visualisation Le 20 juillet 2020 (scénario 03).	79
Figure IV. 19 Variation des températures extérieure et intérieures du bungalow. Le 20 juillet 2020 (scénario 03).	79
Figure IV. 20 Variation de l'humidité relative extérieure et intérieures du bungalow. Le 20 juillet 2020 (scénario 03).	80
Figure IV. 21 Consommation d'énergie pour le chauffage (21 janvier 2020).	82
Figure IV. 22 Consommation d'énergie pour la climatisation (20 juillet 2020).	82

Liste des tableaux :

Chapitre I:

Tableau I. 1 les 14 cibles HGE..... 14

Tableau I. 2 les états des matériaux autour de son cycle de vie..... 19

Tableau I. 3 Qualité environnementale des bâtiments : HQE, LEED, BREEAM. 23

Tableau I. 4 Les principes de construction d'un mur retenus. 23

Tableau I. 5 Réponse thermique des différents matériaux suivant le type de climat.. 26

Tableau I. 6 les matériaux utilisant pour les murs. 26

Tableau I. 7 les matériaux utilisant pour les toitures. 28

Tableau I. 8 les matériaux utilisant pour les isolants. 30

Chapitre II :

Tableau. II. 1 Interprétation des données météorologiques de la ville de Guelma... 43

Chapitre III :

Tableau III. 1 Propriétés thermo physiques des matériaux de construction utilisés... 58

Tableau III. 2 Propriétés thermo physiques de la lame d'air..... 59

Tableau III. 3 Propriétés thermo physiques du verre utilisé..... 59

Tableau III. 4 Variantes proposées pour la simulation. 60

Chapitre IV :

Tableau IV. 1 Tableau comparatif entre la température extérieure et la température intérieure des trois scénarios dans le bungalow. 80

Tableau IV. 2 Tableau comparatif entre les humidités extérieure et intérieure..... 80

Abréviations :

Symbole	définition
BTP	Secteur économique du bâtiment et des travaux publics
EPD	Déclaration environnementale des produits
EDSL	Environmental Design Solution Limited
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
HQE	Haute qualité environnementale
ISO	International Standard Organization
j/kg°C	Capacité thermique
kWh/m².	Indice énergétique
kWh/m²	Kilo watt heure par mètre carré
kg/m³	Masse volumique
m²/s	diffusivité thermique
PAP	Programme d'action prioritaire
PNUE	Programme des nations unies pour l'environnement
ZEN	bâtiments Zéro Energie
w/m²°C	Conductivité