

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ CONSTANTINE 03**



FACULTE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

N° d'ordre : ...
Série :

Mémoire de master 02

Filière : **Architecture**

Spécialité : **Architecture durable et énergie verte**

TITRE

**L'EFFET DES MATERIAUX ECOLOGIQUES ISOLANTS ET LA
TOITURE VEGETALISEE SUR LE CONFORT THERMIQUE ET LA
CONSOMMATION ENERGETIQUE DANS LE LOGEMENT
PROMOTIONNEL A ANNABA**

Dirigé par :

Dr. LARABA Youcef

Présenté par :

BOUNOUR Yesmina

Année Universitaire 2016/2017.

Table des matières

Dédicace

Remerciement

Liste des tableaux

Liste des figures

Le résumé

CHAPITRE : INTRODUCTION GENERALE

| | |
|----------------------------|---|
| Introduction générale..... | 1 |
| Problématique..... | 2 |
| Les objectifs..... | 3 |
| Références..... | 4 |

CHAPITRE 1 : LE DEVELOPPEMENT DURABLE

| | |
|---|----|
| Introduction | 5 |
| 1. Le développement durable | 5 |
| 1.1. Qu'est-ce que le développement durable..... | 5 |
| 1.2.L'evolution de la développement durable | 5 |
| 1.3. L'agenda 21 | 7 |
| 1.4. Les principes du développement durable | 7 |
| 1.5. Les trois paramètres fondamentaux du développement durable | 8 |
| 1.6. Le développement durable en Suisse | 8 |
| 1.7. Le développement durable en Genève | 9 |
| 1.8. L'empreinte écologique | 10 |
| 1.9. conclusion | 10 |
| Références | 11 |

CHAPITRE 2 : LA RELATION ENTRE L'ARCHITECTURE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE

| | |
|---|----|
| 2.Introduction | 12 |
| 2.1. La relation entre l'architecture et le développement durable | 12 |
| 2.1.1.Avec la Ville | 12 |
| 2.1.2.Avec la construction | 12 |
| 2.2. Les différents systèmes d'évaluation | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1. La démarche HQE | 13 |
| 2.2.1.1. Qu'est-ce que la démarche HQE | 13 |
| 2.2.1.2. Naissance et évolution de la HQE | 14 |
| 2.2.1.3. Les objectifs de la démarche HQE..... | 14 |
| 2.2.1.4. Les principes de la démarche HQE..... | 15 |
| 2.2.1.5. Les 14 cibles de la démarche HQE..... | 15 |
| 2.2.2. La certification LEED..... | 16 |
| 2.2.2.1. Définition..... | 16 |
| 2.2.2.2. Les objectifs poursuivis par la certification..... | 16 |
| 2.2.2.3. Les différents catégories de mesures..... | 16 |
| 2.2.2.4. Les principaux systèmes d'évaluations LEED..... | 17 |
| 2.2.3. La certification BREEAM..... | 18 |
| 2.2.3.1. Définition..... | 18 |
| 2.2.3.2. Historique..... | 18 |
| 2.2.3.4. Les objectifs..... | 18 |
| 2.2.3.4. Les cibles de la certification BREEAM..... | 19 |
| 2.2.4. Green star..... | 19 |
| 2.2.5. La démarche PASSIVHAUS (Allemagne)..... | 19 |
| 2.2.6. Le PHPP, maison passive (Belgique)..... | 20 |
| 2.2.7. Le label MINERGIE (Suisse)..... | 20 |
| 2.2.8. HK_BSE (Hong-Kong)..... | 20 |
| 2.3. Conclusion | 21 |
| Références | 22 |
| CHAPITRE 3 :L'HABITAT ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE | |
| 3. Introduction..... | 23 |
| 3.1. L'habitat..... | 23 |
| 3.1.1. Définition | 23 |
| 3.1.2. Principes de base | 24 |
| 3.2. La consommation d'énergie dans le secteur du bâtiment résidentiel..... | 25 |
| 3.3. L'habitat durable | 26 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1. L’habitat bioclimatique | 26 |
| 3.3.1.1. Définition | 26 |
| 3.3.1.2. Les principes de l’architecture bioclimatique | 27 |
| 3.3.2. L’habitat écologique..... | 27 |
| 3.3.2.1. Définition | 27 |
| 3.3.2.2. Les principes d’une construction écologique | 27 |
| 3.3.2.3. Les exigences d’une construction écologique | 28 |
| 3.3.3. L’éco-quartier | 28 |
| 3.3.3.1. Définition | 28 |
| 3.3.3.2. Pourquoi un éco-quartier ?..... | 28 |
| 3.3.3.3. Critères à intégrer dans sa conception | 28 |
| 3.3.3.4. Eléments à coordonner dans une même dynamique | 29 |
| 3.3.4. Le BBC | 30 |
| 3.3.4.1. Définition | 30 |
| 3.3.4.2. Conditions d’attribution du label BBC | 30 |
| 3.3.4.3. Les grands principes pour atteindre le label BBC | 30 |
| 3.3.4.4. Les 7 clés d’une construction BBC | 31 |
| 3.3.4.5. Les points forts de la maison BBC | 33 |
| 3.4. Conclusion | 33 |
| Références | 34 |
| CHAPITRE 4 : ANALYSE DU CONTEXTE | |
| 4.1 Présentation de la wilaya d’ANNABA | 35 |
| 4.2. Les caractéristiques climatiques d’ANNABA | 35 |
| 4.2.1. Températures et précipitations | 37 |
| 4.2.1.1. Températures maximales | 38 |
| 4.2.1.2. Quantité de précipitations | 38 |
| 4.2.2. L’ensoleillement | 39 |
| 4.2.3. Le vent | 39 |
| 4.3. Présentation du terrain d’étude | 40 |
| 4.3.1. La situation | 40 |

| | |
|--|----|
| 4.3.2. La forme et la surface | 41 |
| Références | 42 |
| CHAPITRE 5 : LE CONFORT THERMIQUE | |
| 5. Introduction | 43 |
| 5.1. Définition du confort thermique | 43 |
| 5.2. Paramètres influençant le confort thermique | 43 |
| 5.3. Les enjeux du confort thermique | 44 |
| 5.4. Confort d'hiver/d'été | 44 |
| 5.4.1. Le confort d'hiver | 44 |
| 5.4.2. Le confort d'été | 45 |
| 5.5. Les facteurs agissant le confort thermique | 45 |
| 5.5.1. L'orientation | 45 |
| 5.5.2. La ventilation naturelle | 46 |
| 5.5.3. Dimensions des ouvertures | 46 |
| 5.5.4. La forme et la compacité | 47 |
| 5.5.5. La couleur | 47 |
| 5.5.6. Protection solaire et vents dominants | 48 |
| 5.6. L'isolation thermique | 48 |
| 5.6.1. Définition de l'isolation thermique | 48 |
| 5.6.2. Le principe de l'isolation thermique | 48 |
| 5.6.3. Les matériaux d'isolation | 49 |
| 5.6.3.1. Qu'est-ce qu'un matériau isolant ?..... | 49 |
| 5.6.3.2. Performance d'un isolant | 49 |
| 5.6.3.3. Les différents types des matériaux isolants | 50 |
| 5.6.3.3.1. Les matériaux biosourcés | 50 |
| 5.6.3.3.2. Les matériaux minéraux | 50 |
| 5.6.3.3.3. Les matériaux synthétiques | 50 |
| 5.7. Conclusion | 51 |
| Références | 52 |

CHAPITRE 6 : LE LIEGE

| | |
|---|----|
| 6. Introduction | 53 |
| 6.1. Qu'est-ce que le liège ?..... | 53 |
| 6.2. D'où vient le liège ?..... | 53 |
| 6.3. Le liège en Algérie | 53 |
| 6.4. L'historique du liège | 54 |
| 6.5. La récolte du liège | 54 |
| 6.6. Les types du liège | 55 |
| 6.6.1. Le liège brut (blanc)..... | 55 |
| 6.6.2. Le liège expansé (liège noir) | 55 |
| 6.7. Le liège un produit de caractère | 55 |
| 6.8. Les caractéristiques du liège | 56 |
| 6.8.1. Les caractéristiques thermiques | 56 |
| 6.8.2. Les caractéristiques environnementales | 58 |
| 6.8.3. Les caractéristiques sanitaires | 58 |
| 6.9. Les applications du liège | 58 |
| 6.9.1. Liège décoration murale | 58 |
| 6.9.2. Sol en liège | 59 |
| 6.9.2.1. Liège au sol pour remplacer le parquet classique | 59 |
| 6.9.2.2. Isolation du sol avec le liège | 59 |
| 6.9.3. Du liège pour l'isolation | 59 |
| 6.10. L'isolation thermique | 60 |
| 6.10.1. La conductivité thermique | 60 |
| 6.10.2. Questions thermiques | 61 |
| 6.10.3. Comportement thermique du liège | 63 |
| 6.11. Le traitement du liège | 64 |
| 6.12. Les avantages et les inconvénients du liège | 64 |
| 6.12.1. Les points positifs du liège | 64 |
| 6.12.2. Les points négatifs du liège | 65 |
| 6.13. Conclusion | 65 |

| | |
|------------------|----|
| Références | 66 |
|------------------|----|

CHAPITRE 7 : LA TOITURE VEGETALISEE

| | |
|---|----|
| 7. Introduction | 67 |
| 7.1. Définition et présentation des toitures végétalisées | 67 |
| 7.2. Historique des toitures végétalisées | 67 |
| 7.3. La typologie des toitures végétalisées | 69 |
| 7.3.1. Extensive | 69 |
| 7.3.2. Intensive | 69 |
| 7.3.3. Semi-intensive | 70 |
| 7.4. Description d'une toiture végétalisée type | 72 |
| 7.5. La mise en œuvre de la toiture végétalisée | 73 |
| 7.6. Maintenance des toitures végétalisées | 74 |
| 7.7. Les intérêts de système | 74 |
| 7.7.1. Intérêt économique | 74 |
| 7.7.2. Intérêt environnementale | 74 |
| 7.8. La toiture végétalisée une réponse aux cibles de la démarche HQE | 75 |
| 7.9. Les avantages de la toitures végétalisée | 76 |
| 7.10. Les inconvénients de la toiture végétalisée | 77 |
| 7.11. Conclusion | 77 |
| Références | 78 |

CHAPITRE 8 : ANALYSE DES EXEMPLES

| | |
|---|----|
| 8.1. Exemple 1 : Logements collectifs KAYSERSBERG (68)..... | 79 |
| 8.1.1. Présentation générale :..... | 79 |
| 8.1.2. Aspect technique | 80 |
| 8.1.3. Commentaires | 80 |
| 8.2. Exemple 2 : Résidence des Argilliers à Pontarlier | 81 |
| 8.2.1. Présentation générale | 81 |
| 8.2.2. Le bioclimatisme | 81 |
| 8.2.3. Structure et matériaux | 82 |
| 8.2.4. Energie | 82 |
| 8.3. Exemple 3 : Centre d'hébergement La ferme du bois à Genech | 82 |

| | |
|--|-----------|
| 8.3.1. Présentation générale | 82 |
| 8.3.2. Le bioclimatisme | 83 |
| 8.3.3. Structure et matériaux | 83 |
| 8.3.4. Energie | 84 |
| Références | 85 |
| CHAPITRE 9 : LA SIMULATION | |
| CONCLUSION GENERALE ET RECOMONDATIONS | 93 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| – Figure 1 : Les 7 clés d’une construction BBC | 32 |
| – Figure 2 : Situation géographique d’Annaba | 35 |
| – Figure 3 : Températures et précipitations moyennes | 37 |
| – Figure 4 : Températures maximales | 38 |
| – Figure 5 : Quantité de précipitations | 38 |
| – Figure 6 : Ciel nuageux, soleil et jours de précipitation | 39 |
| – Figure 7 : Vitesse du vent | 40 |
| – Figure 8 : Vue aérienne de la wilaya d’Annaba | 40 |
| – Figure 9 : Vue aérienne de la cité 1 ^{er} Mai 56 | 40 |
| – Figure 10 : Le terrain d’étude | 41 |
| – Figure 11 : Les différents endroits d’une habitation ou une bonne isolation est possible afin de réduire les transferts de chaleur | 48 |
| – Figure 12 : Les différents types d’isolation en liège | 60 |
| – Figure 13 : Jardins suspendus de Babylone | 68 |
| – Figure 14 : Graminées sur habitat traditionnel-Musée des traditions d’Oslo-Norvège .. | 68 |
| – Figure 15 : Plantation de type extensif | 69 |
| – Figure 16 : Le type intensif | 70 |
| – Figure 17 : Le type de plantation semi-intensif | 71 |
| – Figure 18 : Schéma de principe d’un type de structure végétale | 73 |
| – Figure 19 : Façade principale | 79 |
| – Figure 20 : Façade postérieur | 80 |
| – Figure 21 : Façade principale | 81 |
| – Figure 22 : Façade postérieur | 81 |
| – Figure 23 : Centre d’hébergement La ferme du bois à Genech | 83 |
| – Figure 24 : L’aspect bioclimatique | 83 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| – Tableau 1 : Données météorologiques de la wilaya d’Annaba pour la période (2006-2015) | 36 |
| – Tableau 2 : Facteur d’absorption en fonction de la couleur | 47 |
| – Tableau 3 : Les caractéristiques techniques du liège | 57 |
| – Tableau 4 : Les caractéristiques environnementales du liège | 58 |
| – Tableau 5 : La diminution des déperditions thermiques par un mur de façade | 62 |
| – Tableau 6 : Le comportement thermique du liège | 63 |
| – Tableau 7 : Une comparaison des trois typologies de végétation | 71 |

Résumé :

Ces dernières années l'Algérie a connu un boom colossal en matière de constructions résidentielles dont la quantité a failli à la qualité ; dans lequel le confort thermique des occupants est assuré par une consommation énergétique considérable car l'aspect énergétique du projet est négligeable, face à une conception d'ordre architecturale et fonctionnel, ce qui donne un bâtiment inconfortable et énergivore.

Le confort thermique constitue une demande reconnue et justifié dans le logement du fait de son impact sur la qualité des ambiances thermique intérieures ;il est donc considéré comme un élément important de la qualité globale d'usage de ce type de bâtiments .ce confort ne peut être assuré que par l'optimisation de l'isolation thermique,du critère de l'inertie thermique ,les caractéristiques des matériaux et leur qualité et bien sur la prise en considération des paramètres de l'architecture bioclimatique lors de sa conception.

Le présent travail s'intéresse à la qualité thermique dans le logement collectif à partir d'une orientation étudiée avec l'utilisation d'un matériau écologique isolant (le liège) accompagné d'une toiture végétale.

Une simulation à l'aide d'un logiciel TRNSYS a été effectuée sur notre projet pour évaluer la performance des techniques et de matériaux utilisées dans le projet.

Ce travail a pour objectif d'étudier l'effet de ces deux paramètres sur le confort thermique et sur la consommation énergétique.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect :

A celui qui m'a permis comment me comporter lors des difficultés et comment m'armer de patience en face d'obstacles et comment travailler jusqu'à la réussite.

"Mon cher père ABDERREZAK"

A celle qui fut la cause de mon existence, à celle qui peina pour mon éducation et me considéra comme l'espoir de sa propre vie, à la source de l'amour et de l'affection.

"Ma chère maman FATIMA "

A ceux et celles avec qui j'ai partagé les peines et la douceur de la vie et qui m'ont aidé à tout moment sans aucune hésitation à mon frère et mes sœurs

A toute ma famille

A tous mes amis

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier Allah de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience et la force d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer mes plus profonds remerciements à mon encadreur Docteur Laraba youcef pour son aide et ses conseils et son soutien.

J'adresse mes sincères remerciements aussi à Mr Sotehi Oualid

Je remercie également tous ce qui mon aider d'une manière ou d'une autre, de par leurs judicieux conseils ou par la documentation ou les données qu'on a mis à ma disposition.

J'exprime mon entière gratitude à mes parents pour leur patience, leurs encouragements et leur précieuse aide., mes sœurs et mon frère , tous mes amis, tous mes collègues et tous les membres de ma famille.