

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Tébessi - Tébessa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du
diplôme de master Académique
*Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la
ville*

Filière : Architecture

Option : Architecture

Thème :

**La réduction de la consommation énergétique comme
un enjeu majeur de l'habitat durable.**

Cas : Un écoquartier de 315 logements pôle l'Aanba-Tébessa

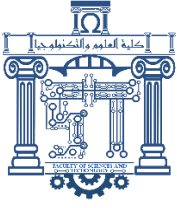
Elaboré par :Bendar Nouara safa

Encadré par :Dr.Ahriz Atef

Soutenu devant le jury composé de :

01- Dr.Grib Aissa	Président
02- Dr.Ahriz Atef	Rapporteur
03- Mme.Messai Fayza Radhia	Co-encadreur
04- Mr.Toumi Fahmi	Examineur
05- Mr. Fares Ali	Examineur

Année universitaire : **2020/2021**



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Tébessi - Tébessa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du
diplôme de master Académique
*Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la
ville*

Filière : Architecture

Option : Architecture

Thème :

**La réduction de la consommation énergétique comme
un enjeu majeur de l'habitat durable.**

Cas : Un écoquartier de 315 logements pôle l'Aanba-Tébessa

Elaboré par :Bendar Nouara safa

Encadré par :Dr.Ahriz Atef

Soutenu devant le jury composé de :

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 01- Dr.Grib Aissa | Président |
| 02- Dr.Ahriz Atef | Rapporteur |
| 03- Mme.Messai Fayza Radhia | Co-encadreur |
| 04- Mr.Toumi Fahmi | Examineur |
| 05- Mr. Fares Ali | Examineur |

Année universitaire : **2020/2021**

SOMMAIRE

Sommaire	I
Remercîment.....	VIII
Dédicace	VIII
La liste des figures :.....	IX
La liste des tableaux :	X
La liste des graphes :.....	X
Le résumé.....	XI

LE CHAPITRE INTRODUCTIF

1.Introduction.....	1
2.Hypothèse:	2
3.Objectifs	2
4.Méthodologie du mémoire	2
5.Structure du mémoire	2

LA PARTIE THEORIQUE

Introduction	4
--------------------	---

CHAPITRE N°01:

L'HABITAT ET L'HABITATION

Introduction	5
1.Les définitions des concepts clés de l'habitat	5
1.1L'habitat	5
1.2L'habitation	5
1.3Habiter	5
2.Approche historique	6

3. Les différents types de l'habitat.....	6
3.1 L'habitat urbain	6
3.2 L'habitat individuel	6
3.2.1 Les types d'habitat individuel	7
3.3 L'habitat collectif	7
3.3.1 Les types des blocs d'immeuble collectif	7
3.4 L'habitat semi collectif / l'habitat intermédiaire	9
3.4.1 Les types de l'habitat intermédiaire	9
3.5 Habitat suburbain et périurbain	9
3.6 L'habitat rural	10
3.7 L'habitat précaire	10
4. Analyse d'un exemple d'habitat collectif:.....	10
4.1 Fiche technique de l'exemple	11
4.2 Les concepts clés de l'exemple	11
Conclusion.....	12

CHAPITRE N°02:

LES ECOQUARTIERS COMME UN PROJET DURABLE

Introduction	13
1. Définition	13
2. Historique de l'écoquartier	13
3. la typologie des écoquartiers	14
4. Les piliers d'un écoquartier	15
4.1 Le pilier social et sociétal	15
4.2 Le pilier économique	15
4.3 Le pilier environnemental	15
5. Les objectifs de l'écoquartier	15
6. Les critères indispensables de l'écoquartier	16

6.1 Assurer la cohérence du projet	16
6.2 L'intégration urbaine	16
6.3 La réduction de la consommation énergétique	16
6.4 Une meilleure gestion des déplacements	17
6.5 La gestion des déchets	17
6.6 Préserver l'eau	17
6.7 Favoriser la biodiversité	17
6.8 La concrétisation de la mixité sociale	17
6.9 La mixité fonctionnelle	18
7. L'analyse des exemples	18
7.1 L'exemple n°1 : l'écoquartier de Grenoble	18
7.1.1 Fiche technique :	18
7.1.2 Les aspects de l'écoquartier Grenoble	19
7.1.3 Les cibles de l'écoquartier Grenoble	19
7.2 L'exemple n°2 : l'écoquartier le BedZed.	21
7.2.1 Fiche technique du quartier	21
7.2.2 Les caractéristiques de l'écoquartier le BedZed:	21
7.2.3 La réduction de la consommation énergétique dans l'écoquartier le BedZed	22
8. Synthèse des exemples	23
Conclusion	23

CHAPITRE N°03:

LES RECHERCHES ANTERIEURES SUR LES MATERIEUX DE CONSTRUCTION

Introduction	24
1. Les recherches antérieures	24
1.1 La recherche n°1	24
1.2 La recherche n°2	25
1.3 La recherche n°3	25

1.4La recherche n°4	25
1.5La recherche n°5	26
1.6La recherche n°6	26
2.Les matériaux de construction tirés des recherches antérieures	26
2.1La pierre	27
2.2Le béton	27
2.3L'argile	28
2.4La brique	28
2.5Le parpaing	28
2.6Le bitume	29
2.7Les plaques de plâtre	29
2.8L'hourdi	29
2.9La ouate de cellulose	29
2.10La laine de coton	29
2.11La laine de chanvre	29
2.12La laine de mouton	30
2.13La paille	30
2.14La fibre de bois (ou laine de bois)	30
2.15Le liège (ou liège expansé)	30
2.16Les PVC	30
2.17Les enduits	30
2.18Les matériaux de finition	30
2.19Les matériaux de menuiserie	30
3.Logiciel de simulation ECOTECT	31
Conclusion.....	32
Conclusion de la partie théorique	23

LA PARTIE EXPERIMENTALE

Introduction	34
--------------------	----

CHAPITRE N°04 :

PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET LA CREATION DU MODELE D'ANALYSE.

Introduction	35
1.Situation et caractéristiques du nouveau pole l'Aanba – Tébessa	35
1.1Situation géographique	35
1.2Critère du choix du site.....	36
2.Etude générale du climat	37
2.1La température	37
2.2La pluie.....	37
2.3Les vents	38
3.Analyse du terrain	38
3.1Présentation du terrain	38
3.2Critères de choix du terrain	38
3.3L'environnement immédiat	40
3.4L'accessibilité du terrain	40
3.5Relief et morphologie	41
3.6Contrainte et servitude	41
4.Présentation du programme de l'écoquartier	42
4.1La Programmation architecturale	42
5.Le passage à l'esquisse de l'écoquartier	43
5.1L'idée de l'implantation de l'écoquartier	43
6.les cibles de l'écoquartier	45
6.1L'intégration urbaine	45

6.2	La cohérence du projet	45
6.3	La gestion des déplacements	45
6.4	La gestion des eaux	45
6.5	La gestion des déchets	45
6.6	La mixité fonctionnelle	46
6.7	La mixité sociale	46
6.8	La biodiversité	46
6.9	la réduction de la consommation de l'énergie.....	45
7.	Analyse et expérimentation	47
7.1	Les paramètres du site	47
7.2	Les paramètres fixes du modele de l'analyse	47
7.3	Les paramètres variables du modele d'analyse	47
7.4	La codification des scenarios	48
7.4.1	La codification des scénarios de la brique silicocalcaire	48
7.4.2	La codification des scénarios du béton de chanvre	48
7.4.3	La codification des scénarios du parpaing	49
8.	Préparation du modèle à l'application expérimentale	49
8.1	La préparation du dessin	50
8.2	Préparation des matériaux	51
9.	Les étapes de l'expérimentation (la simulation)	52
	Conclusion.....	54

CHAPITRE N°05:

ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS DE LA SIMULATION

	Introduction	55
1.	Vérification générale de la consommation énergétique et l'économie de l'énergie	55
1.1	La consommation de l'énergie pendant la période de chauffage	55
1.1.1	la consommation moyenne pendant la période de chauffage	57
1.1.2	L'économie de l'énergie pendant la période de chauffage	58

1.1.3	Le classement et la discussion des scénarios pendant la période de chauffage ..	60
1.2	La consommation de l'énergie pendant la période de climatisation	61
1.2.1	La consommation moyenne pendant la période de climatisation.....	63
1.2.2	l'économie de l'énergie pendant la période de climatisation	64
1.2.3	Le classement et la discussions des scénarios pendant la période de climatisation.....	65
1.3	La consommation de l'énergie combinée des deux périodes estivales et hivernales	67
1.3.1	L'économie de l'énergie combinée des deux périodes de chauffage et de climatisation	68
1.3.2	Le classement et la discussion des scénarios pendant les deux période estivale et hivernale combinées.....	70
2.	Décodification et classement final des scénarios :	71
	Conclusion.....	74
Conclusion générale		
	Bibliographie	78

Remercîment

En tout premier lieu, je remercie le bon DIEU, le tout puissant, de m'avoir donné la force de pouvoir dépasser toutes les difficultés et qui a permis de mener à bien ce travail. Au nom de dieu clément et miséricordieux louange à ALLAH le tout puissant.

Je tiens aussi à remercier toutes les personnes qui m'ont encouragé durant tout mon cursus et qui ont contribué au succès de ce travail.

Commençant, par ma chère maman Nabila Mahfoudi, qui a fait preuve qu'elle est une maman en or, forte et exemplaire, et qui est toujours à la disposition des besoins de ces enfants, que DIEU la protège pour nous.

Je tiens aussi à remercier mon frère Bendar Haithem Abd El Hakim pour son soutien et ses encouragements.

Je remercie aussi mes cousines, Slatni Sarra, Ouzid Anissa et mon cousin Ouzid Hichem qui ont été d'une grande aide pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements.

Je remercie également tous les membres de la famille Mahfoudi dont mes chères tantes Soumaya, Najet ainsi que son époux Ouzid mahi eddin, Nacera ainsi que son époux Slatni Nacer, Fatiha ainsi que son pou Zouaghi Mahmoud, mon très chère oncle El Haddy ainsi que sa femme Benmarzouga Nassima et surtout Sofien et sa femme Sana Bougoussa pour tous leurs encouragements moraux. MERCI DIEU de vous avoir mis sur mon chemin.

Je désire aussi à remercier mes deux chères copines qui ont toujours été à mes côtés pour le meilleur, et pour le pire, les rires et les pleurs. Bouafane Soumaya et Messai Chahinez, MERCI pour ce joli parcours ; le reste est à venir.

Je voudrais remercier, en particulier, mon professeur Le Docteur Ahriz Atef à qui je resterai toujours reconnaissante pour sa patience, sa disponibilité, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. C'est grâce à son aide et à ses efforts que ce travail a été réalisé ; MERCI pour tout. Je remercie également mon professeur madame Messai Faiza qui a contribué à la réalisation de ce travail.

Je remercie, spécialement les membres de jury, Dr. Grib Aissa, Mr. Toumi Fahmi, Mr. Fares Ali, pour le grand honneur qu'ils me font en acceptant de juger ce travail ; je vous suis très reconnaissants de bien vouloir porter intérêt à ce travail.

Je tiens à remercier, monsieur Bentaib Rodwan, monsieur Azzaz Faycel, monsieur Lakhdar Saaiden et monsieur Ramzi pour leur aide, leur gratitude et leur bienveillance durant toute ces années

Dédicace

Je dédie ce travail à l'âme de mon père Bendar Brahim et je souhaite qu'il soit fier de moi de là où il est.

La liste des figures :

Figure 1:les étapes de l'évolution de l'habitat.	6
Figure 2:le type d'habitat urbain à Montréal.	6
Figure 3:les différentes typologies d'habitat individuel	6
Figure 4:le type de bloc d'immeuble collectif en Allemagne	7
Figure 5:le type d'immeuble barre , la cité radieuse du Corbusier.	8
Figure 6:le type d'immeuble écran avec des terrasses jardin à Paris.	8
Figure 7:illustrations montrant le type des tours végétalisées en Chine.	8
Figure 8:differentes typologies d'habitat intermediaire	9
Figure 9:le type d'habitat suburbain et périurbain à Sydney	9
Figure 10:le type d'habitat rural.en Algérie.	10
Figure 11:la 3d de l'ecoquartier de Condo Foresque à Singapour	10
Figure 12:les étapes d'implantation du plan de masse de l'ecoquartier de Condo foresque à Singapour	11
Figure 13:Les étapes d'évolution de l'ecoquartier	14
Figure 14:Plan de masse de l'ecoquartier Grenoble.	18
Figure 15:vue aérienne sur l'ecoquartier Grenoble	18
Figure 16:l'ecoquartier le BedZED	21
Figure 17:plan de masse de l'ecoquartier le BedZED	22
Figure 18:coupe en 3d sur les immeubles du BedZED	22
Figure 19:Autodesk ECOTEECT	31
Figure 20:la situation géographique du nouveau pole l'Aanba-Tébessa.	36
Figure 21:courbe des différentes températures moyennes quotidiennes de la ville de Tébessa	37
Figure 22:une courbe de la pluviométrie de la ville de Tébessa.	37
Figure 23:une courbe montrant la vitesse du vent en km/h dans la ville de Tébessa	38
Figure 24:la situation du terrain dans le pole L'Aanba.	39
Figure 25: l'environnement immediat du terrain du projet	40
Figure 26:l'accessibilité au terrain.	40
Figure 27: la topographie du terrain.	41
Figure 28: la morphologie du terrain.	41
Figure 29: les contraintes et les servitudes du terrain	41
Figure 30:les etapes de l'idée de l'implantation du projet	44
Figure 31:l'insertion des données climatiques de la région de Tébessa sur ECOTEECT	49
Figure 32:le modele de l'expérimentation sur ECOTEECT	50
Figure 33:les étapes de réglage des informations du modele de l'analyse sur ECOTEECT	50
Figure 34:les etapes de la création des scénarios.	51
Figure 35:La 1ere étape de l'analyse.	52

Figure 36:la 2eme étape de l'analyse.....	52
---	----

La liste des tableaux :

Tableau 1:le programme quantitatif et qualitatif du projet.....	42
Tableau 2: les paramètres variables du modele de l'analyse.....	48
Tableau 3:tableau des scénarios avec codification du 1er materiau de remplissage.....	48
Tableau 4:tableau des scenarios avec codification du 2eme matériau de remplissage.....	48
Tableau 5:tableau des scenarios avec codification du 3eme matériau de remplissage.....	47
Tableau 6:la consommation de l'énergie de chaque scenario pendant la periode de chauffage dans les trois blocs.....	56
Tableau 7:la consommation moyenne de chaque scenario	58
Tableau 8:l'économie et le % de l'économie de l'énergie des scénarios pendant la période de chauffage.	59
Tableau 9:classement des scénarios pendant la periode de chauffage.....	61
Tableau 10:la consommation de l'energie pendant la période de refroidissement de chaque bloc dans chaque scenario.....	62
Tableau 11:la consommation moyenne de l'energie de chaque scénario pendant la periode de refroidissement.....	64
Tableau 12:l'économie et le % de l'économie des scénarios pendant la période de refroidissement.....	65
Tableau 13:le classement des scenarios pendant la période de refroidissement.....	66
Tableau 14:la consommation combinée de chaque scénario en kw/h/logt.....	68
Tableau 15:l'économie et le % de l'économie de l'énergie combinée des deux périodes.....	69
Tableau 16:le classement des scénarios pendant les deux périodes	70
Tableau 17:la décodification avec classement des scénarios.....	71

La liste des graphes :

Graphe 1:la consommation totale de l'énergie de chaque zone en kw/h/logt.	53
Graphe 2:l'economie en énergie totale des scénarios	53
Graphe 3:la consommation de l'énergie par logement de chaque bloc pendant la période de chauffage.....	56
Graphe 4 :la consommation moyenne de chaque logement dans tout l'ilot	57
Graphe 5:l'economie en energie des scénarios pendant la période de chauffage	59
Graphe 6:la consommation de l'énergie par logement de chaque bloc pendant la période de refroidissement.....	62
Graphe 7:la consommation moyenne de l'énergie des scenarios..	64
Graphe 8:l'économie de l'énergie des scénarios pendant la période de refroidissement	65

Grphe 9:la consommation combinée de chaque bloc.....67

Grphe 10:l'économie de l'énergie combinée des deux périodes.69

Le résumé

Dans le but, de réduire la consommation d'énergie des constructions, les spécialistes ont géré l'effet des déperditions thermiques de l'intérieur vers l'extérieur et l'impact des conditions météorologiques de l'extérieur sur l'intérieur en qualifiant les genres de construction de mur selon ses matériaux de construction comme un facteur de réduction de la consommation d'énergie.

La recherche vise à tester la fiabilité des matériaux de construction et à évaluer leurs performances en termes de réduction de la consommation d'énergie dans un écoquartier de 315 logements promotionnels, dans un climat semi-aride au nouveau pôle l'Aanba –Tébessa en Algérie.

Afin de tester le genre de mur de construction, nous partons sur deux variables : les matériaux de construction ,et leurs dimensions .Nous avons opté pour une recherche expérimentale (générer et tester) basée sur la simulation numérique avec le logiciel Autodesk ECOTECT ANALYSIS ; où nous avons testé 22 scenarios qu'on à obtenus après avoir choisi les matériaux : béton de chanvre, parpaing et la brique silico-calcaire comme des matériaux de remplissage ; la laine de chanvre et la ouate de cellulose comme des matériaux isolants dont les épaisseurs varient de 10 cm à 20 cm. L'évaluation a été réalisée sur un modèle qui se compose d'un ilot de trois blocs dont le nombre est de 44 logements.

Le meilleur résultat obtenu en termes d'économie d'énergie est un genre de mur qui se compose du béton de chanvre comme un matériau de remplissage, la laine de chanvre comme un matériau isolant avec les dimensions 10cm-15cm-15cm.

ملخص

من أجل تقليل استهلاك الطاقة في المباني، يتعين على المتخصصين إدارة تأثير فقد الحرارة من الداخل إلى الخارج وتأثير الظروف الجوية من الخارج إلى الداخل من خلال تأهيل نوع بناء الجدار وفقاً لمواد البناء الخاصة به كعامل في تقليل استهلاك الطاقة. يهدف هذا البحث إلى اختبار موثوقية مواد البناء وتقييم أدائها من حيث تقليل استهلاك الطاقة في منطقة بيئية من 315 وحدة سكنية، في مناخ شبه جاف في العنباة - تبسة - الجزائر.

من أجل اختبار نوع جدار البناء، نبدأ بمتغيرين: مواد البناء وأبعادها، اخترنا إجراء بحث تجريبي (إنشاء واختبار) على أساس المحاكاة العددية باستخدام برنامج تحليل ECOTECT من Autodesk. حيث قمنا باختبار 22 سيناريو حصلنا عليها بعد اختيار المواد: خرسانة القنب والبلوك النسيم والطوب الصخري الجيري كموااد حشو وصوف القنب وحشو السليلوز كموااد عازلة، والمزيد من الأبعاد التي تتراوح من 10 سم إلى 20 سم. تم التقييم على نموذج يتكون من جزيرة مكونة من ثلاث كتل سكنية بعدد 44 وحدة سكنية. والنتيجة هي نوع من الجدران الموفرة للطاقة والتي تتكون من خرسانة القنب كمادة حشو، وصوف القنب كمادة عازلة بأبعاد 10 سم - 15 سم - 15 سم.

Mots clés : Habitat, écoquartier, planification urbaine ,durabilité, habitat durable ,simulation, ECOTECT ,consommation ,énergie, réduction .

LE CHAPITRE
INTRODUCTIF

1. Introduction

Aujourd'hui, pour des raisons sociales, économiques, politiques et environnementales ; la réduction de la consommation d'énergies est devenue le but essentiel de l'habitat durable vu, que le secteur d'habitat est classé comme le secteur le plus consommateur d'énergie, représentant de 30 à 40 % de la consommation mondiale(*ministere de l'energie et des mines*, 2021.). Mais avant de réfléchir à la minimisation de la consommation énergétique, il faut déjà savoir accorder les différents procédés pour l'assurer dans une planification urbaine performante tels que les écoquartiers.

On constate, que les écoquartiers ont montré qu'il est possible d'envisager la ville différemment, ce néologisme est devenu une solution mondiale en visant plusieurs indispensabilités telles que l'intégration urbaine, la cohérence du projet, une meilleure gestion de déplacement et de déchet, la concrétisation de la mixité sociale et fonctionnelle, l'économie de l'espace, la biodiversité, la préservation de l'eau et surtout la réduction de la consommation énergétique (*Nadji Mohamed Amine, 2015*), qui est l'enjeu clé de l'habitat durable dont l'Algérie a besoin au futur.

On remarque, que notre pays n'a pas encore achevé une politique urbaine efficace, et que toutes les villes algériennes n'offrent ni un cadre de vie agréable à ses habitants ni une économie adéquate au niveau de la consommation de l'énergie, qui a augmenté pendant ces dernières années dus au gaspillage remarquable des énergies(*Algérie - Consommation d'énergie*, 2021) ; ce qui nous pousse à utiliser des facteurs fiables afin de réduire la consommation en énergie dans les prochaines années.

Ces deux constats, m'ont motivé pour m'approfondir dans l'un des facteurs de la réduction de la consommation énergétique dans un écoquartier de 315 logements promotionnels au nouveau pôle l'Aanba -Tébessa, caractérisée par un climat semi-aride.

Actuellement plusieurs investissements dans le secteur du bâtiment s'intéressent à la réduction de la consommation en énergie à travers plusieurs facteurs pour cela ces questions se posent :

- **Comment peut-on réduire la consommation en énergie dans un écoquartier ?**
- **Quel est le facteur le plus bénéfique pour une consommation énergétique basse dans un écoquartier ?**

2. Hypothèse :

On peut réduire la consommation de l'énergie dans un écoquartier par l'élimination des déperditions thermiques, en qualifiant le genre de construction du mur comme un facteur de réduction de la consommation énergétique dans un écoquartier au nouveau pôle L'Aanba-Tébessa-Algérie.

3. Objectifs :

La recherche a plusieurs buts, principalement c'est de pouvoir obtenir une réduction de consommation énergétique dans un écoquartier et trouver le type de mur avec des dimensions et des matériaux adéquats pour l'assurer ; ainsi que l'injection de l'esprit de la durabilité à Tébessa , en Algérie ,à travers la planification d'un écoquartier et l'élimination des impacts graves de l'utilisation d'énergie sur l'environnement , la création d'un environnement sain , confortable et durable , l'amélioration de la qualité de vie des habitants , et aussi atteindre tout les critères indispensables des écoquartiers.

4. Méthodologie du mémoire :

Afin de bien maîtriser notre sujet de recherche, et avoir le maximum d'informations nécessaires pour bien le traiter, nous avons poursuivi la démarche suivante :

Une méthode qui s'est orientée vers la recherche documentaire et bibliographique récente, et consacrée à cerner toutes les notions qui convergent vers la compréhension des notions de base sur l'habitat, les écoquartiers et les différentes techniques pour la réduction de la consommation de l'énergie.

Ensuite, une méthode expérimentale qui consiste à créer un genre de mur adéquat avec ces différents paramètres (fixes et variables) et tester la fiabilité de ce genre en termes de réduction de la consommation énergétique dans un écoquartier de 315 logements promotionnels à Tébessa à l'aide d'un outil de simulation qui est l'Autodesk ECOTECH Software.

5. Structure du mémoire :

Le mémoire est constitué d'un chapitre introductif axé sur la découverte de notre thème de recherche, à travers, une brève introduction sur le thème de la recherche, les constats, la problématique (la question de recherche), une hypothèse qui doit être confirmée ou infirmée, les objectifs de la recherche, la méthodologie de la recherche et enfin la structure du mémoire. Plus deux parties (théorique et expérimentale) et une conclusion générale.

La première partie qui est la partie théorique contient :

- Le 1^{er} chapitre, intitulé l'habitat et l'habitation qui comprend une introduction, les notions de base de l'habitat et une conclusion,
- Le 2^{ème} chapitre, intitulé les écoquartiers comme un projet durable qui consiste en un aperçu théorique sur les écoquartiers comme une planification urbaine durable et ses critères indispensables, avec l'analyse des exemples qui aide à mieux comprendre et élaborer ce type de projet et la conclusion.
- Le 3^{ème} chapitre qui consiste à citer les recherches antérieures sur l'élaboration des matériaux de construction écologiques et locaux au niveau des parois et leurs efficacités en termes de réduction de la consommation énergétique dans le bâtiment, plus un petit survol sur les matériaux de construction qu'on a tiré des recherches antérieures.

Une deuxième partie qui est la partie expérimentale et qui contient :

- Le 4^{ème} chapitre , intitulé présentation du cas d'étude et la création du modèle de l'analyse, à travers le quel on va faire la présentation du cas d'étude, le climat de la ville de Tébessa, le programme acquis pour le projet, et ensuite la création expérimentale du genre de mur dans un ilot de trois blocs, avec les variables sélectionnées (les matériaux de construction et leurs dimensions) ; pour pouvoir analyser des scénarios à l'aide de simulation ,afin d'obtenir un genre de mur idéal qui aide à la réduction de la consommation énergétique du bâtiment dans un climat semi-aride à Tébessa et enfin une conclusion .
- Le 5^{ème} chapitre, intitulé analyse et interprétation des résultats de la simulation, ce chapitre vise l'interprétation, et la discussion des résultats obtenus par la simulation sur le genre de construction du mur avec ces variables qui sont les matériaux de construction et leurs dimensions. Ces résultats vont nous orienter à l'élaboration du type de mur adéquat selon les normes et les recommandations.

Au final, on termine avec une conclusion générale.

LA PARTIE THEORIQUE

Introduction

Le mémoire est structuré en deux parties , la première partie est théorique , elle contient trois chapitres dont le premier chapitre intitulé l’habitat et l’habitation et qui consiste a faire un survol sur les notions de base sur l’habitat ,le deuxième chapitre intitulé les écoquartiers comme une projet urbain durable qui consiste en un aperçu sur les écoquartiers comme une planification urbaine durable et ses critères indispensables , plus l’analyse des exemples qui aident à mieux comprendre et élaborer ce type de projet et un dernier chapitre qui consiste à citer les recherches antérieures sur l’élaboration des matériaux de construction écologiques et locaux au niveau des parois avec leur efficacité en terme de la réduction de la consommation énergétique dans le bâtiment, plus un petit survol sur les matériaux de construction qu’on a tiré des recherches antérieures.

CHAPITRE N°01:
L'HABITAT ET
L'HABITATION

Introduction

L'habitat est le concepts le plus ancien de l'histoire de l'humanité, il répond parfaitement aux différents besoins de l'être humain, en occupant des espaces et en prenant des formes variées sous plusieurs influences tels que les conditions naturelles , les facteurs sociaux ou culturels .Ces derniers son parmi les raisons les plus qualifiées dans l'évolution de l'habitat à travers les années d'ou il a pris plusieurs typologies(*Sami Sahli, 2010*),qu'on va mieux les comprendre dans ce chapitre , à travers de différentes définitions de l'habitat et l'habitation , l'évolution de l'habitat et ses concepts les plus connus.

1. Les définitions des concepts clés de l'habitat :

L'habitat est une notion complexe et importante pour l'homme, mais cela n'empêche pas que la plupart arrive à le définir correctement. Sachant que la définition de l'habitat change selon le champ d'étude qui s'y intéresse. C'est pour cela que dans la partie qui suit, nous allons exposer les termes qui, apparemment, portent la même signification mais entre lesquels il existe une certaine différence.

1.1 L'habitat :

L'habitat est un mot très vaste qui peut se définir en plusieurs petites définitions telles que :

- Le milieu qui convient à la vie d'un être vivant.(*Ahriz Atef,2017*).
- Un endroit qui regroupe un ensemble de facteurs physiques, et dans lequel vivent un individu, une population, une espèce ou un groupe d'espèces. (*Ahriz Atef,2017*).
- Une partie de l'environnement qui offre des conditions qui conviennent à la vie et au développement d'une espèce. (*Ahriz Atef,2017*).
- En écologie , c'est l'espace qui offre des conditions qui conviennent à la vie et au développement d'une espèce animale ou végétale. L'endroit qui lui fournit de quoi subvenir à ses besoins.(*Zghichi Hadjer2014*)

1.2 L'habitation :

Une habitation c'est le lieu où on habite. (*Atef Ahriz,2017*).

1.3 Habiter :

Habiter c'est le verbe qui convient au mot habitation qui veut dire :

- Résider dans un lieu.

- Occuper un lieu.
- Vivre dans un endroit. (*Atef Ahriz,2017*).

2. Approche historique :

Les étapes de l'évolution de l'habitat sont le résultat du développement de l'homme de part en part les siècles. Voir figure 1.

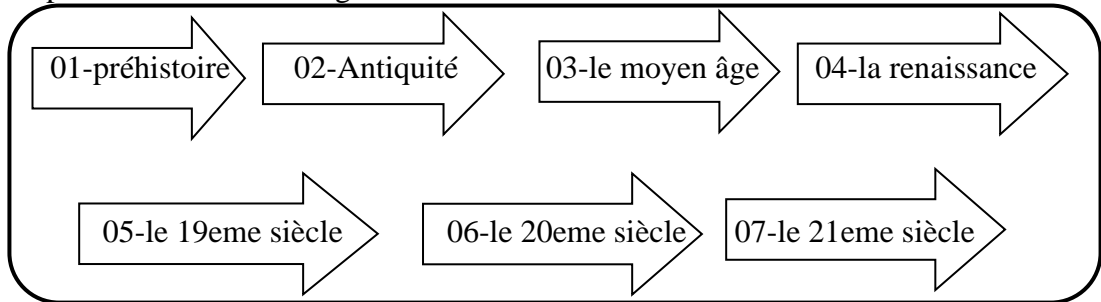


Figure 1:les étapes de l'évolution de l'habitat. (*Bouacida Nour El imen, 2017.*)

3. Les différents types de l'habitat :

L'évolution de l'habitat à travers les cycles a connu de différents types d'habitat tels que :

3.1 L'habitat urbain :

l'habitat urbain est une habitation qui se trouve en plein centre ville ou dans une zone plus au moins dense .Donc l'habitation urbaine est la zone ou l'homme vit dans un périmètre organisé ,dense et plus proche des moyens de travail, de transports, de financement ,d'hébergement , de soin et d'alimentation.(*Nadi Mohamed Amine, 2015*).Voir figure 2.

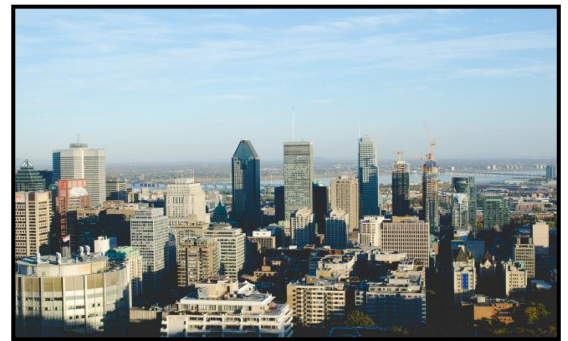


Figure 2:le type d'habitat urbain à Montréal. (*Martin,2016*).

3.2 L'habitat individuel :

Ce type d'habitat représente plus de la moitié des logements existants, avec des typologies très différentes(*Actu, 2018*) ,l'habitat individuel est un type d'habitation unifamilial ,construite sur un ou plusieurs niveaux d'une hiérarchisation spatiale adéquate aux normes du confort , elle



Figure 3: différentes typologie d'habitat individuel .(*Daniel sirett,2021*)

occupe généralement de grandes surfaces de l'extérieur à l'intérieur ; elle se présente sous forme unitaire et parfois en mode groupé (*Nadji Mohamed Amine, 2015*). Voir figure 3.

3.2.1 Les types d'habitat individuel :

Vu la diversité de l'habitat ces types se forment en sous type comme suit:

- **L'habitat individuel jumelé :** Les maisons individuelles jumelées sont deux maisons avec un mur en commun , appelée aussi maison semi-détachée ou les deux habitation peuvent être construites sous une même dalle avec des façades identiques sur un même terrain. (*Actu, 2018*).
- **L'habitat individuel isolé :** c'est le type des maisons qui se caractérise par une individuation et d'une forme d'appropriation des paysages vu qu'elles ne partagent pas d'espace public. (*Malek, 2015*)
- **L'habitat individuel groupé :** Ce type d'habitat individuel se caractérise par des espaces communs occupés par l'automobile et un aspect uniforme répétitif (*Nadji Mohamed Amine, 2015*).
- **L'habitat individuel en bande:** C'est le type d'habitation mitoyennes, identiques, collées les unes aux autres en enfilades formant une bande pour but de gagner de l'espace (*Nadji Mohamed Amine, 2015*).

3.3 L'habitat collectif :

C'est le type de l'habitat le plus dense car il se développe en hauteur sous forme d'immeuble qui se compose de plusieurs logements avec différents niveaux destinés à l'habitation de plusieurs familles ou tous les espaces extérieurs sont partagés entre eux. (*Driss, Samri, 2015*).

3.3.1 Les types des blocs d'immeuble collectif :

Il existe plusieurs types d'immeuble d'habitat collectif.

- **le bloc d'immeuble :** Une forme de construction qui se compose de bâtiments individuels forment avec leur successivité une rangée ou un ensemble fermé (*Driss, Samri, 2015*). Voir figure 4.



Figure 4: le type de bloc d'immeuble collectif en Allemagne (*Norby flickr, 2021*).

- **Immeuble barre** : Une forme de construction ouverte , longitudinale et étendue , L'habitat collectif en barre est un immeuble multifamilial de plusieurs étages avec deux ou plus appartements par étage(*Driss,Samri, 2015*) .Voir figure 5.
- **Immeuble écran** : forme de bâtiment indépendant, souvent de grandes dimensions en longueur et en hauteur(*Nadji Mohamed Amine,2015*).Voir figure 6.
- **Grand immeuble composite** : Assemblage ou extension d'immeubles écrans composant un grand ensemble de constructions indépendantes qui se caractérise de très grande surface avec une possibilité de pièces très vaste.(*fleekreeno, 2018*) .
- **Les tours** : Forme de construction solitaire, située librement sur le terrain sans aucun assemblage possible, elles peuvent être en relation avec le périmètre urbain avec des constructions basse et plates(*Zemmouri & Boukemaya, 2018*).Voir figure7.



Figure 5:le type d'immeuble barre , la cité radieuse du Corbusier.(*Amish budaha,2021*).



Figure 6:le type d'immeuble écran avec des terrasses jardin à Paris.(*fleekreeno,2021*).



Figure 7:illustrations montrant le type des tours végétalisé en Chine. (*pratick.2021*).

3.4 L'habitat semi collectif / l'habitat intermédiaire :

L'habitat intermédiaire ou semi-collectif est une forme urbaine intermédiaire entre la maison individuelle et l'immeuble collectif (appartements). Il se caractérise principalement par un groupement de logements superposés avec des caractéristiques proches de l'habitat individuel : accès individualisé aux logements et espaces extérieurs privatifs pour chaque logement plus une hauteur maximale de R+3. (Zeghichi, 2014). Voir figure 8.



Figure 8:différente typologie d'habitat intermédiaire. (daniel siret,2021)

3.4.1 Les types de l'habitat intermédiaire :

Il existe plusieurs types d'habitat intermédiaire.

- **Maison en bande** : c'est des maisons d'habitat semi collectif qui s'implante d'une manière linéaire successive.
- **Maison jumelée accolée** : c'est un type d'habitat semi collectif qui est sous forme de deux maison voisines.
- **Maison superposée et accolée** : C'est un type d'habitat intermédiaire qui est sous forme de deux maisons une au RDC et l'autre a l'étage.
- **Lotissement dense** : C'est un type d'habitat semi collectif qui est de haute densité.

3.5 Habitat suburbain et périurbain :

Ce type d'habitat situé à la périphérie des villes, présente un cadre de vie banlieue sans âme. Il manque des éléments de cohésion sociale, tels que lieux de rencontre, activités de proximité etc...Le décor architectural manque parfois d'originalité. Généralement ce type d'habitat est trop dense (karima boucida, 2001). Voir Figure 9.



Figure 9:le type d'habitat suburbain et périurbain a Sydney (jean,2021).

3.6 L'habitat rural :

Il se développe hors de l'aire urbanisée en ordre dispersé, il offre des conditions d'habitat privilégiées, malgré la rareté des équipements et services. Ce mode de logement tire parti d'un environnement bénéfique et exerce simultanément une empreinte, tantôt en harmonie au site, tantôt en décalage. Dans ces secteurs, une bonne compréhension des composantes majeures du site, ainsi que des caractéristiques de l'architecture locale et traditionnelle permettent des choix adéquats d'échelles, matériaux, couleurs et végétaux. (Sami Sahli, 2010) . Voir figure 10.



Figure 10: le type d'habitat rural. En Algérie. (elliott, 2021)

3.7 L'habitat précaire :

C'est des habitations dépourvues d'équipement élémentaire (eau, électricité) et dont l'habitation est construite initialement avec des matériaux de récupération.

4. Analyse d'un exemple d'habitat collectif :

Au cours de ce mémoire on a analysé des exemples de plan de masse d'habitat collectif afin de pouvoir s'engager dans notre projet de fin d'étude. Comme exemple nous avons analysé l'écoquartier de Condo Foresque à Singapour. Voir figure 11.



Figure 11: la 3d de l'écoquartier de condo Foresque à Singapour. (Zemmouri & Boukemaya, 2013).

4.1 Fiche technique de l'exemple :

- Nom du projet : Condo Foresque Résidences
- Pays : Singapour.
- Type d'habitation : collective
- Nombre de bloc : 5 blocs / 24 étages chaque blocs
- La situation du projet : Le projet se situe a Singapour dans un site résidentiel près du grand parc naturel du pays

4.2 Les concepts clés de l'exemple :

Le projet se caractérise par plusieurs concepts qui se manifestent clairement dans sa conception globale ou on remarque au niveau du plan de masse qu'il a valorisé l'environnement immédiat, à travers la création d'une certaine continuité avec le reste du site. Il a commencé par le traçage d'une forme linéaire non régulière au milieu et au long du terrain comme un fleuve (une forme naturelle organique), pour qu'il soit un parcours guidé du quartier d'où le début du fleuve et l'accès piéton avec un seul accès mécanique. L'ouverture du milieu du terrain pour que le paysage soit en continuité avec l'environnement, comme il a choisi la technique d'implantation des blocs sur pilotis en tour selon l'orientation de part et d'autre du fleuve avec un axe central qui relie chaque immeuble au fleuve. On remarque aussi que le centre du projet regroupe toutes les fonctions de loisir : des aires de jeux d'adultes et d'enfants, des espaces de rencontre en plein air couvert et semi-couvert . (Zemmouri & Boukemaya, 2013). Voir figure 12.

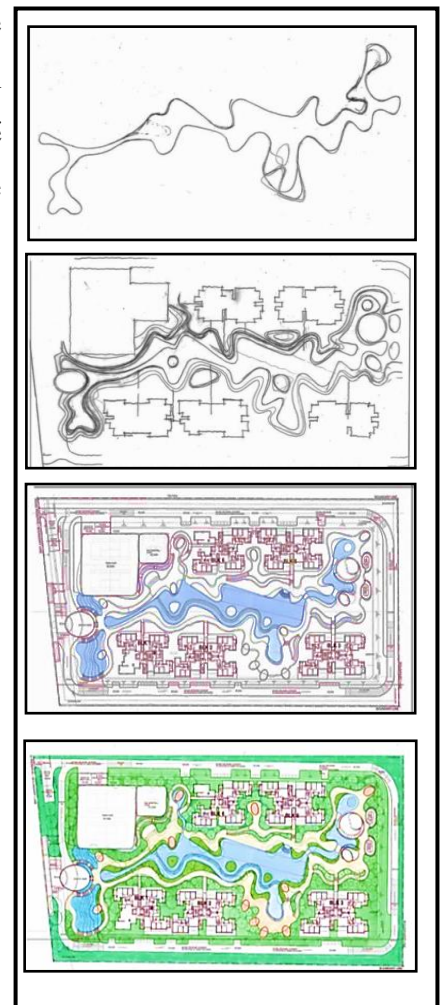


Figure 12: les étapes d'implantation du plan de masse de l'écoquartier de condo foresque à Singapour (Zemmouri & Boukemaya, 2013).

Conclusion

L'habitat est le fruit des gestes et des faits continus d'une population, l'homme à toujours cherché à développer son mode de vie à la recherche de meilleures conditions de logement, mais pour lui l'habitat n'est pas seulement une toiture et un lieu pour loger car il est un ensemble socialement organisé d'une façon ou il permet à l'homme de satisfaire tout ses besoins, sur le plan physiologique, spirituel et affectif, en lui offrant tout les potentiels pour une vie saine et équilibrée ; c'est pour cela on remarque que l'habitat a évolué à travers l'histoire, et a pris de différentes formes fixes et uniques. Parmi ces formes les écoquartiers qui sont une forme d'habitat urbaine durable qu'on va voir en détail dans le chapitre suivant.

CHAPITRE N°02:
LES ECOQUARTIERS
COMME UN PROJET
DURABLE.

Introduction

L'habitat est parmi les secteurs les plus influencé par l'aspect de la durabilité, ces influences ont eu plusieurs formes sur toutes les échelles telle, que l'échelle urbaine et plus précisément les écoquartiers qui sont une forme du développement durable dans l'habitat, permettant une urbanisation écologique. Dans ce chapitre on va essayer de s'approfondir dans la notion de l'écoquartier afin de mieux comprendre les différentes formes et indispensabilités de cette intervention urbaine.

1. Définition :

Plusieurs définitions ont été introduites afin de mieux comprendre c'est quoi un écoquartier, et parmi ces définitions ce qui suit :

- L'écoquartier c'est un quartier urbain , conçu d'une façon à minimiser son impact sur l'environnement , tout en assurant une bonne qualité de vie des habitants .(*Nader Oumaima, 2015*).
- Un aménagement urbain ,organisé et géré dans une démarche de développement durable et de réduction de l'empreinte écologique, respectant la croissance urbaine dans une logique globale de développement économique, de performances environnementales rigoureuses, de qualité de vie, d'intégration et de mixité sociale et fonctionnelle (équipements publics, logements).(*Nader.Oumaima, 2015*).
- Les écoquartier c'est une source d'évolution pour l'urbanisme durable qui exige autant d'enjeux bien déterminés afin d'avoir un aspect durable tout en respectant l'environnement. (*Bouacida Nour El imen,2017*).
- Un écoquartier c'est un quartier qui s'inscrit dans une perspective de développement durable en réduisant au maximum son impact sur l'environnement et en favorisant une meilleure qualité de vie. (*Lessard et al,2012*).

2.Historique de l'écoquartier :

La naissance de l'écoquartier est passée par plusieurs étapes dès l'apparition du développement durable. Voir figure13.

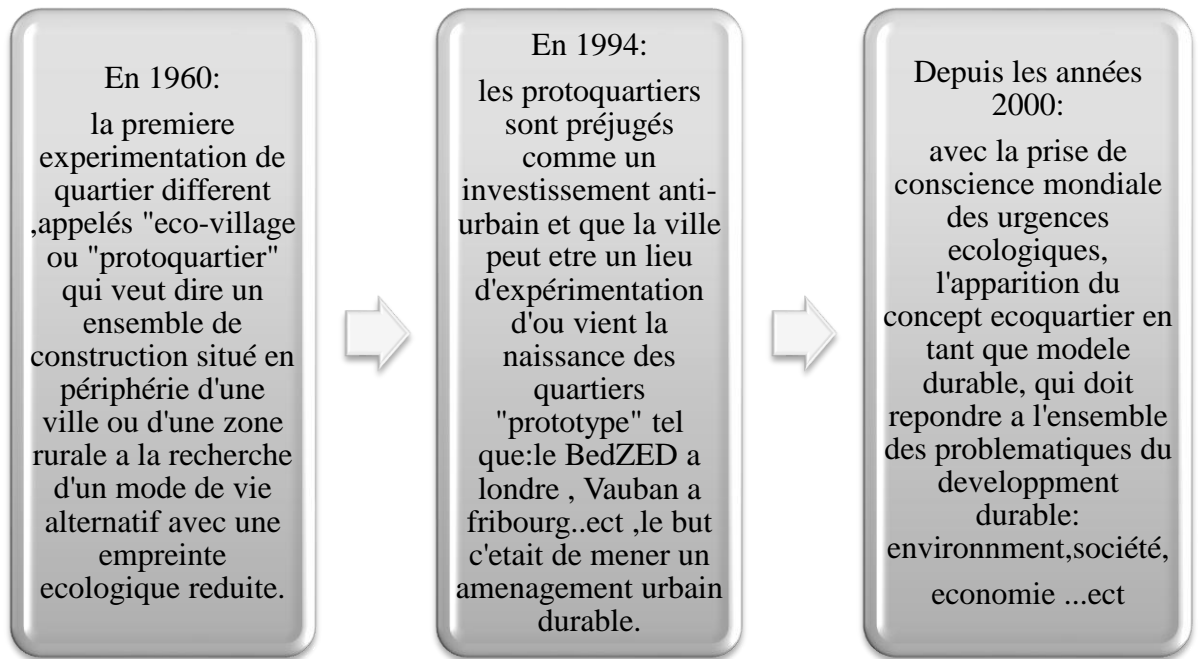


Figure 13: les étapes d'évolution de l'écoquartier (Nadji Mohamed Amine, 2015).

3. la typologie des écoquartiers :

Les typologies des écoquartiers ont été développées et reconnues au fur et à mesure de leurs constructions depuis leurs apparitions comme suit :

- Quartiers construits à neuf.
- Quartiers anciens rénovés selon des critères durables.
- Friches industrielles ou militaires reconverties en quartiers habités.
- Villes nouvelles sur terrain non urbanisé.
- Quartiers construits ou rénovés sur initiative d'une collectivité publique.
- Quartiers construits ou rénovés sur initiative groupes d'habitants ou milieu Associatifs.
- Quartiers dont les innovations restent sans lien direct avec la politique urbaine
- Quartiers dont les innovations sont la réalisation ponctuelle d'une politique urbaine globalement axée sur les principes du développement durable. (DRISSI, 2007).

4. Les piliers d'un écoquartier :

Contrairement à leurs typologies, les piliers des écoquartiers ont été imposés depuis leurs apparitions.

4.1 Le pilier social et sociétal :

C'est un pilier de l'écoquartier qui s'intéresse à la vie sociale des habitants. Ce pilier peut être injecté comme suit :

- Organiser la gouvernance urbaine. Améliorer la cohésion sociale.
- Promouvoir la mixité sociale et fonctionnelle.
- Améliorer la qualité de vie des habitants
- Offrir un cadre social convenable (*Hichem & Walid, 2006.*)

4.2 Le pilier économique :

C'est un pilier de l'écoquartier qui s'intéresse aux différentes facettes de la gestion économiques, on peut l'assurer par :

- Optimiser la portée économique du projet.
- La maîtrise des charges.
- Garantir la pérennité du projet.
- L'implantation d'infrastructure de travail(*Malek, 2015*)

4.3 Le pilier environnemental :

C'est un pilier de l'écoquartier qui s'intéresse aux périmètres extérieur et intérieur de l'écoquartier, pour une qualité environnementale convenante comme suit :

- Promouvoir les performances écologiques dans l'aménagement
- Promouvoir la qualité environnementale et architecturale du quartier
- Assurer un cadre de vie sain.(*LIMAM, 2015.*)

5. Les objectifs de l'écoquartier :

Les projets d'écoquartier visent plusieurs objectifs comme suit :

- L'environnement local et la qualité de vie.
- L'environnement global à travers l'intégration du quartier dans la ville.
- Promouvoir une gestion responsable des ressources.

- La valorisation de l'espace extérieur.
- Proposer des logements pour tous et de tous types participant au "vivre ensemble" et à la mixité sociale.
- Envisager la ville autrement avec une démarche qui respecte l'aspect écologique.(*Nadji Mohamed Amine,2015.*)

6. Les critères indispensables de l'écoquartier :

Il n'existe pas encore une méthode fixe pour l'élaboration d'un projet écoquartier car il n'est pas possible de définir des méthodes universelles, tant que les situations et les intentions sont diverses, mais il existe des recommandations et des indispensabilités qu'on ne peut pas dépasser lors de l'implantation d'un écoquartier.

6.1 Assurer la cohérence du projet :

La cohérence et la pertinence d'un écoquartier peut se définir en l'adéquation entre les objectifs ciblés et les moyens à engager sur toutes les échelles ,tout en prenant en considération les contraintes opérationnelles et les impacts éventuels sur la performance de l'ensemble sur le plan économiques , environnemental et sociétal du projet.(*Rajko stokic, 2016.*)

6.2 L'intégration urbaine :

Dans la politique urbaine l'intégration est le premier impératif d'un aménagement durable. Pour bien intégrer un écoquartier sur l'échelle urbaine ou bien avec le reste de la ville, il est nécessaire d'envisager une petite ville en continuité avec la grande ville par des aménagements qui lui offrent l'intégration urbaine voulue, prendre en compte les besoins en terme d'évolution démographique par l'implantation du projet dans un site dans le périmètre urbain , il faut aussi penser à la continuité fonctionnelle et paysagère.(*Bouacida Nour El imen , 2015.*)

6.3 La réduction de la consommation énergétique :

La réduction de la consommation d'énergie des bâtiments est l'un des facteurs qui qualifie l'écoquartier. Pour porter une telle ambition, une solide réflexion vers une politique d'efficacité énergétique s'impose en amont : étude de différents scénarios d'approvisionnement énergétique du quartier, objectifs de performance, prise en compte des coûts d'investissement et d'exploitation, prise en compte de la facture énergétique des futurs habitants, le bon choix des matériaux de construction ...etc. Cette réflexion doit permettre d'opter pour une

consommation énergétique équilibré répondant au enjeux sociaux , économiques et environnementaux du projet .(*Karima MEHAOUED,2019*).

6.4 Une meilleure gestion des déplacements :

L'utilisation de la voiture doit être limitée et remplacée par les moyens de transports doux : transport en commun, vélo, marche a pied. Ainsi, les écoquartiers doivent favoriser ces modes de transport en créant des pistes cyclables, la présence de parking à vélos sécurisées, le renforcement des voies piétonnes, la mise en place de pédibus...etc. Afin d'éviter les déplacements en voiture, l'écoquartier devra de plus en plus être pensé comme une zone multifonctionnelle.(*Nadji Mohamed Amine,2015*).

6.5 La gestion des déchets :

C'est quasiment impossible de concevoir un aménagement durable sans traiter la question des déchets. Les déchets doivent être traités par l'optimisation des filières de collecte, assurer la collecte sélective à de différents niveaux. Les types de déchets visés : déchets de chantier, déchets organiques, déchets ménagers. (*Nadji Mohamed Amine,2015*).

6.6 Préserver l'eau :

L'eau est une source naturelle qui doit être préservée , on peut la préserver par la lutte contre le gaspillage de l'eau, la récupération des eaux pluviales ,la bonne gestion des eaux ,le recyclage des eaux usées.(*jeanmartin, 2020*).

6.7 Favoriser la biodiversité :

Des mesures peuvent être prises et encouragées pour permettre la préservation de la flore et la faune. La nature est un axe qu'on ne peut négliger dans la ville durable, donc la biodiversité doit être présente dans la planification de l'écoquartier. On peut envisager ce point par : la programmation des jardins collectifs et des espaces consacrés aux activités agricoles de qualité, le choix convenable et la bonne gestion des espaces verts ...etc.(*Meliouh ,Tabet Aoul, 2001*) .

6.8 La concrétisation de la mixité sociale :

L'écoquartier n'est pas seulement un lieu où l'environnement est mis au centre, sa construction doit tenir compte des autres piliers du développement durable, notamment le pilier social. La mixité sociale veut dire que l'écoquartier est conçu d'une façon qu'il puisse recevoir toutes les catégories d'âge et toutes les catégories sociales.(*karima boucida, 2001*).

6.9 La mixité fonctionnelle :

La mixité fonctionnelle de l'écoquartier s'organise à partir de pôles mixtes mélangeant habitations, bureaux, commerces, équipements culturels, sportif, d'enseignement...etc. Elle justifie d'une part la forte densité et d'autre part la réduction des déplacements au sein du quartier. L'aménagement doit encourager et organiser la création d'activités nouvelles et ainsi favoriser l'offre d'emplois et de services à proximité des habitations.

Les paramètres de la mixité fonctionnelle doivent conduire à un fonctionnement dynamique de l'écoquartier en offrant à l'habitant la pleine possibilité d'accéder aux services qui leurs sont indispensables.(*Bearnard Lopez,2015*).

7. L'analyse des exemples :

Au sein de la recherche sur l'écoquartier on a analysé des exemples afin de mieux comprendre comment cette planification est traduite sur la réalité.

7.1 L'exemple n°1 : l'écoquartier de Grenoble



Figure14: Plan de masse de l'écoquartier Grenoble.(*Boni filip,2015*)



Figure15: vue aérienne sur l'écoquartier Grenoble .(*Boni filip,2015*)

7.1.1 Fiche technique :

- Pays : France
- Site : Ancienne caserne militaire située en plein centre-ville
- Superficie : 15ha
- Programme :850 logements, commerces, hôtel 4 étoiles, cinéma d'art et essai, école, résidence pour étudiants
- Le projet a démarré en 2005 et il a été inauguré en fin 2010

- Situation générale: au nord la rue Berthe de Bois ,au sud la rue André Maginot ,à l'ouest la rue Marceau, a l'est boulevard Gambetta .
- La composition de l'écoquartier : 9 ha / 60 pour cent de la surface ; constitué de jardins, espaces verts, de bassins d'eau et de places publiques, 6ha / 40 pour cent de la surface constituée de différents bâtiments. (*Grenoble_2010*, 2021.)

7.1.2 Les aspects de l'écoquartier Grenoble :

L'écoquartier de Grenoble regroupe plusieurs aspects qui le caractérisent.

A. L'aspect environnemental :

Il est bien clair par :

- La présence de beaucoup de jardins et des espaces verts et de des bassins d'eau.
- Des constructions en haute qualité environnementale.
- Utilisation des énergies renouvelable. (*Munaretto, 2017.*)

B. L'aspect social :

Il est bien clair par :

- La mixité sociale (des logements a caractère social).
- Les espaces publics tel que le grand parc urbain qui est un lieu de rencontre.
- La réhabilitation des anciens bâtis.(*Munaretto, 2017.*)

C. L'aspect économique :

Il est bien clair par :

- Une grande mixité fonctionnelle
- Un grand centre commercial et d'autre boutique de commerce de proximité (*Bio régional Développent Group, 2007*).
- Bassins d'eau et de places publiques.(*Munaretto, 2017.*)

7.1.3 Les cibles de l'écoquartier Grenoble :

On remarque bien que les cibles des écoquartiers ont été bien respectées dans l'écoquartier Grenoble.

D. L'intégration urbaine :

L'indispensabilité de l'intégration urbain dans les écoquartiers se traduit dans cet exemple comme suit :

- Des jardins publics et des espaces verts qui jouent le rôle des poumons du quartier la densité du bâti en vertical pour lutter contre l'étalement urbain, l'utilisation des transport doux pour diminuer les émissions de co².
- La multitude fonctionnelle.
- Assurance de complicité avec le pos.
- L'accessibilité.
- Équipement structurant pour relier le quartier avec la ville (*ADEME. 2008*).

E. La biodiversité :

L'indispensabilité de la biodiversité dans les écoquartiers se traduit dans cet exemple comme suit:

- La conception des espaces publics : la présence de beaucoup de jardins et espaces vert et de bassins d'eau
- Inviter la ville dans la nature
- Le cœur d'îlots un espace communs végétalisé
- Chaque unité de logement/poste de travail a accès à son propre jardin, terrasse ou balcon
- Qu'une avenue d'arbres qui définit l'axe piéton
- La production agricole (*ADEME. 2008*).

F. La mixité et la diversité :

L'indispensabilité de la mixité et la diversité dans les écoquartiers se traduit dans cet exemple comme suite :

- Proposer des typologies variées des logements.
- Intégration de multiples services et ouvrir le quartier sur le reste de la ville.
- Intégration des équipements de différent thème.
- De différent services dédié a de différentes catégories d'âge. (*Jean, 2014*).

G. La réduction de la consommation énergétique :

L'indisponibilité de la réduction de la consommation de l'énergie se manifeste dans cet exemple comme suit :

- En constituant des constructions a basse consommation selon, de matériaux isolants, l'utilisation des panneaux solaires et des panneaux photovoltaïques.
- Utilisation de l'énergie renouvelable pour l'éclairage public(*Jean, 2014*).

7.2 L'exemple n°2 : l'écoquartier le BedZed.



Figure16:l'écoquartier le BedZED(*BedZED,2021*).

7.2.1 Fiche technique du quartier :

Une fiche technique sur l'exemple pour mieux le connaître :

- Pays : Royaume uni à Londres
- Surface :1.7 ha
- Programme : il est constitué de 82 logements ; 271 chambres habitables ,2500 m² de bureaux et de commerces, un espace communautaire une salle de spectacles des espaces verts publics et privés, un centre médico-social, un complexe sportif, une crèche ,un café et un restaurant.
- Situation : construit dans le borough londonien de Sutton au sud de Londres(*Roulet et al, 2001*).

7.2.2 Les caractéristiques de l'écoquartier le BedZed:

L'écoquartier le BedZed se caractérise par sa situation dans une des banlieues de Londres les plus actives en matière de développement durable, sa disposition, à proximité, des plus grands espaces verts du sud de Londres ,sa relation aux réseaux existants des transports publics, l'utilisation des alternatives à l'automobile, la diminution des pollutions et des émissions de CO₂ tout en poursuivant un objectif social, l'injection des matériaux naturels, recyclés ou récupérés provenant d'un rayon de 60 km maximum du site , traitement local des eaux usées, utilisation maximale de l'eau de pluie, la mixité fonctionnelle et sociale. (*Agenda ,2015*). Voir figure17.



Figure17:plan de masse de l'écoquartier le BedZED(BedZED,2021).

7.2.3 La réduction de la consommation énergétique dans l'écoquartier le BedZed :

La réduction de la consommation de l'énergie dans cet exemple a été assurée par :

- Les Gains solaires
- Ventilation passive avec récupération de chaleur (double flux).
- Masse thermique fournie par des blocs denses, des dalles de béton et des surfaces Exposées à la radiation solaire, pour absorber la chaleur.
- Super isolation thermique.
- Panneaux photovoltaïques sur 777 m² de façades et toitures.
- Unité de cogénération (électricité - chauffage) fonctionnant par combustion de copeaux de bois.(Boutaud, 2009) .Voir figure 18.

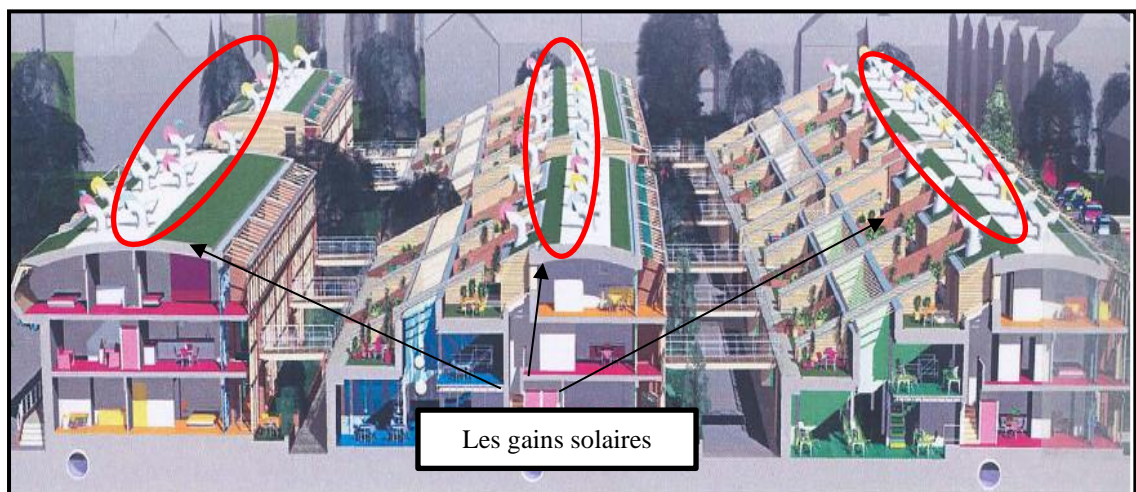


Figure18:coupe en 3d sur les immeuble du BedZED(BedZED,2021.)

8. Synthèse des exemples :

Les différentes démarches pour réussir les écoquartiers sont : l'intégration urbaine qu'on peut assurer à travers l'ouverture de l'écoquartier sur le reste de la ville , et l'intégrer dans l'ensemble de l'environnement immédiat, la mixité sociale qui est l'une des cibles les plus importantes des écoquartiers , et qui s'intéresse au regroupement de toutes les catégories d'âge dans un même lieu dans le quartier , la mixité fonctionnelle qui se traduit par l'injection des équipements avec de différentes fonctions, la des gestion des déchets qui peut se faire à travers la collecte pneumatique des déchets, l'utilisation des déplacements alternatif à l'automobile ainsi que de nouveaux systèmes de parking dans le but de mieux gérer les déplacements, la gestion des eaux , la favorisation de la biodiversité et la réduction de la consommation de l'énergie .Selon les exemples analysés nous avons pu constater que la moyenne du ratio aux écoquartiers est de 47 logements/ha.

Conclusion

Les écoquartiers sont une démarche à la fois urbaine et architecturale , qui ne peut pas réussir sans l'obtention de leurs indispensabilités, qui peuvent être traduites sous plusieurs formes .Parmi ces indispensabilités l'intégration urbaine qui peut se faire en créant des équipements attractifs, qui sont en continuité fonctionnelle avec les autres quartiers pour ouvrir l'écoquartier sur tout le site, plus, la cohérence du projet en adoptant une certaine logique d'implantation du projet sur le terrain ; on peut citer aussi la réduction de la consommation énergétique qui peut se faire à travers l'élimination des déperditions thermiques en introduisant les types des matériaux adéquats , ce qui va être notre sujet de recherche . Tout cela sera examiné en détail dans le chapitre suivant, ainsi que plusieurs autres indispensabilités qu'on doit prendre en charge pour un projet d'écoquartier conforme aux normes.

CHAPITRE N°03
LES RECHERCHES
ANTERIEURES SUR LES
MATERIAUX DE
CONSTRUCTION

Introduction

Dans ce chapitre nous nous sommes concentrés sur l'état de l'art de l'élimination des déperditions thermiques en termes de réduction de la consommation énergétique, en se basant sur les matériaux de construction qui sont la base de toute conception architecturale, pas seulement pour leurs rôles structurels, mais aussi parce qu'ils offrent des avantages économiques. Au début on va citer les recherches antérieures sur les matériaux de construction comme un facteur d'élimination des déperditions thermiques en terme de réduction de la consommation de l'énergie ,en faisant un petit aperçu sur leurs caractéristiques, ensuite nous allons retenir on certain matériaux de construction qui pourront répondre aux exigences de notre projet , afin de créer un modèle de mur qui aide à la réduction de la consommation énergétique à travers l'élimination des déperditions thermiques.

1. Les recherches antérieures :

Les matériaux de constructions des murs sont le sujet de recherche de pas mal de personne pour des thèses de doctorat, de magistère et de master académique. À ce titre on va faire un survol sur les sujets de recherche qui s'intéressaient essentiellement a l'expérimentation sur les matériaux de constructions, en insistant sur leurs influences sur la consommation énergétique.

1.1 La recherche n°1 :

Une thèse de doctorat réalisée par S. FOURA,M. S. ZEROUALA. Reçu le 12/04/2006– Accepté le 13/05/2007.A l'université Mentouri Constantine, Algérie, 2007. Son titre est : « Simulation des paramètres architecturaux du confort d'hiver en Algérie ». Cette thèse a pour objectif l'amélioration des techniques au niveau de l'utilisation des matériaux de construction et d'isolation. Ils permettent aujourd'hui de réaliser des bâtiments qui rassemblent à la fois les qualités esthétiques et thermiques tout en offrant un cadre de vie plus confortable en étant consommateur de très peu d'énergie. La méthode est une méthode de calcul thermique développée afin de réduire au minimum le coût d'énergie employée pour chauffer les bâtiments nouveaux ou existants ,à travers un programme personnel, dénommé "SimulArch", qui modélise les différents paramètres extérieurs et intérieurs agissant sur le bâtiment .Ce programme leurs a permis d'atteindre des économies d'énergie allant de 10% à 20% par pièce selon les applications des matériaux de construction préconisés. (*l'université mantouri,2021*).

1.2 La recherche n°2:

Une Thèse de doctorat soutenue publiquement le 14 mai 2013, réalisée par Stephan Guichard à l'université de LA REUNION. Intitulée : « Contribution à l'Étude des Parois Complexes intégrant des Matériaux à Changements de Phase modélisation, expérimentation et Évaluation de la performance énergétique globale ». Elle a pour objectif l'utilisation des solutions passives pour atteindre de hautes performances énergétiques. L'une des solutions proposées est l'utilisation de Matériaux à Changements de Phase (MCP) dans les parois. Les matériaux à formes stabilisées solide-liquide, sont utilisés pour stocker l'énergie thermique sous forme de chaleur latente. Le but de l'étude est de mettre en évidence l'impact réel des MCP en termes de complément d'isolation thermique, et de proposer un modèle thermique pour prédire leurs impacts sur le champ de température et sur le confort thermique. Ils ont élaboré un code de simulation thermique du bâtiment (ISOLAB) qui permet de prédire d'une part, les profils de températures de chacune des surfaces constituant l'enveloppe du bâtiment, et d'autre part, d'évaluer l'impact des MCP sur le confort thermique pour différentes configurations. (Guichard, 2016).

1.3 La recherche n°3:

Une thèse de doctorat soutenue publiquement le 8 décembre 2015, réalisée par Aurélien P. Jean à l'université de LAREUNION. Son titre est : « La Contribution à l'Étude des Parois Complexes Végétalisées (PCV) Évaluation de la Performance Énergétique Globale en Climat Tropical Humide ». Méthode des développements numériques spécifiques qui ont été réalisés afin de modéliser et simuler le comportement thermo-hydro-hygrique d'une PCV. À cette fin, le système d'étude est décrit physiquement, puis conceptualisé, afin de permettre la modélisation. Ensuite, l'implémentation au sein d'un code de calcul dédié est abordé par (PcvBât), puis couplage inter-logiciel (PcvBât/Isolab). (Jean, 2015).

1.4 La recherche n°4 :

Un mémoire pour l'obtention du diplôme de master réalisé par Zaim Mounia et Kadri Asma. Durant l'année 2018/2019. L'intitulé du mémoire est : « Le bilan thermique de construction ; étude d'un cas et présentation de solutions ». Son objectif est de calculer les déperditions thermiques du logement et vérifier sa conformité en prenant en compte le chauffage, la climatisation, les compositions des parois et son orientation, les fenêtres, le nombre d'occupants, le climat local et l'isolation. Prodigés des conseils et des solutions pour réduire la consommation énergétique et recommandations de travaux permettant d'économiser de l'énergie, améliorer la performance de la construction et assurer le confort thermique de

l'habitat. La méthode élaborée est l'utilisation d'un logiciel de calcul « CT BATT » qui est un descriptif du logement et de ses équipements, avec une estimation de la consommation annuelle d'énergie (en kW/h/m²/an) et vérifier la conformité de logement avec le DTR C3.2 et DTR C3.4(Kadri Asma,Zaim Mounia, 2019).

1.5 La recherche n°5 :

Un mémoire pour l'obtention du master académique présentée par Leila BOUSBAA Nafissa ZERGAOUI Sarra ABDI. L'année :2018. Titre : « L'impacte de la stratégie passive sur la réduction de la consommation énergétique dans les tours d'habitation ». L'objectif est de Comprendre les concepts de tour d'habitation à consommation énergétique réduite. Examiner et évaluer l'impact des stratégies passives sur la réduction de la consommation énergétique dans les tours d'habitation et d'évaluer l'évolution des besoins énergétiques en fonction des stratégies passives et les conditions de confort thermique. La méthode élaborée est la simulation par ecotect(Leila BOUSBAA Nafissa ZERGAOUI Sarra ABDI ,2018).

1.6 La recherche n°6 :

Une thèse de doctorat reçu le 8 Février 2008 acceptée le 30 Mars 2008 présentée au centre universitaire de Bechar département de mécanique. Intitulée : « Influence des caractéristiques dynamiques de l'enveloppe d'un bâtiment sur le confort thermique au sud Algérien ». Cette thèse a pour objectif l'obtention d'un niveau de confort thermique, avec une consommation énergétique réduite, en étudiant l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur sa demande énergétique. Après la description de différentes maisons de la région du sud, le dégagement de certains logements représentatifs du point de vue des matériaux de construction, de la typologie du plan, et de la gestion du local, le chercheur a opté pour la simulation numérique du bâtiment, faite à l'aide du logiciel TRNSYS. Cette thèse s'intéresse davantage au confort en période de surchauffe (cinq mois). Puis il a essayé d'introduire des éléments d'amélioration de l'habitat étudié : augmentation d'inertie des murs extérieurs, isolation des murs extérieurs, isolation de la toiture, et surface des fenêtres. (Université de Bechar département de mécanique,2008).

2. Les matériaux de construction tirés des recherches antérieures :

Les matériaux de construction sont des matériaux utilisés dans les secteurs de la construction : bâtiments et travaux publics. On construit avec des matériaux de remplissage, des matériaux d'isolations et des matériaux de finitions qui ont des différentes caractéristiques. On cite parmi ces matériaux:

2.1 La pierre :

Elle est d'utilisation très ancienne, s'expliquant par sa disponibilité (carrières), sa grande résistance et sa durabilité. Cependant, elle est difficile à façonner et à mettre en œuvre (poids). Aujourd'hui, la construction en pierre est devenue confidentielle. Elle se limite à des travaux de rénovation de constructions anciennes. (Samri, 2008).

2.2 Le béton :

Un matériau de construction fabriqué à partir de granulats (sable, gravillons) et agglomérés par un liant (bitume ou ciment), il est classé en béton normal, béton lourd et béton léger selon sa masse volumique, il peut être classé selon le liant en: béton ciment, béton asphalte, béton silicate, béton de gypse. Sa conductivité est de 1.5 w/mk. Comme il existe plusieurs types de béton tels que :

- Le béton armé, composé d'une armature en acier recouverte de béton.
- Le béton fibré est renforcé de fibres synthétiques ou métalliques qui renforcent sa traction ou sa tenue au feu.
- Le béton précontraint consiste à mettre en tension des câbles en acier avant la prise, ce qui va comprimer le béton une fois solidifié.
- Le béton Haute Performance (BHP), avec une plus faible porosité et une plus grande résistance à la corrosion et au gel.
- Le béton est plus fluide que le béton classique et présente donc l'avantage de pouvoir être coulé dans un coffrage sans vibration (technique utilisée pour éliminer les bulles d'air).
- Le béton cellulaire : fabriqué à partir d'eau, de gypse, de poudre d'aluminium, de chaux, de sable et de ciment un béton des plus écologiques qui permet de se passer d'isolation extérieure, et de réaliser des économies d'énergie grâce à ses capacités thermiques.
- Le béton de chanvre : composé d'un granulats végétal alliant deux produits naturels la chaux issue de la calcination de la pierre calcaire plus la chènevotte, partie de la tige de chanvre une fois que la fibre est retirée, couramment appelée chanvre, ce qui lui donne une faible conductivité thermique. Le béton de chanvre est classé comme un matériau durable et écologique.
- Le béton auto-nivelant est un béton qui se caractérise par son aspect très fluide. La mise en œuvre est donc grandement facilitée : plus besoin de tirer le béton. Il améliore également le remplissage du coffrage, l'enrobage d'armatures.

- Il existe également de nombreux bétons décoratifs, comme le béton lavé ou désactivé (à l'aspect granuleux, utilisé par exemple pour réaliser des allées), le béton ciré, coloré ou même translucide. Des bétons dépolluants ou autonettoyants ont également été mis au point.(*LMdcéco, 2014*).

2.3 L'argile :

C'est le béton de la terre, un matériaux écologique et durable qui remplace les autres limon dans la construction en le mélangeant avec le sable ou le granulat il est de faible conductivité de 0.43 w/m-k a 0.80 w/m-k.(*Khab Sess , 2004.*)

2.4 La brique :

Une brique est un élément de construction généralement en forme de parallélépipède rectangle, employée principalement dans la construction de murs. Un matériau de construction écologique facile à mettre en œuvre, et qui nous fait économiser de l'énergie grâce à ses qualités d'inertie thermique et hygrométriques. Comme il existe plusieurs types de brique tel que :

- La brique silico-calcaire : elle est obtenue par mélange soigneusement dosé de chaux et de silice broyé puis moulé par compression et traité à la vapeur dans un autoclave.
- La brique de chanvre ou bloc de chanvre : est un matériau de construction isolant dans la masse. Ce matériau parfois dit éco-hybride (car composé d'un produit végétal et d'un liant minéral),composé de chènevotte (partie ligneuse de la tige du chanvre, dure et légère, isolante et riche en capillaires) et de chaux aériennes et hydrauliques.(*Hamouda .b, 2015*).

2.5 Le parpaing :

Le parpaing est un matériau creux qui est utilisé dans la construction de murs. Il est généralement de forme parallélépipédique, il est le matériau le plus largement utilisé grâce a ces nombreux avantages, à commencer par son excellent rapport qualité/prix. Le parpaing est en effet un matériau bon marché résistant à la fois au feu et au gel. Composé d'éléments naturels comme le gravier, le sable, l'eau ou encore l'argile, c'est aussi un bon isolant acoustique et mécanique. Ainsi le parpaing est la solution idéale pour de grandes constructions.(*Bousbaa et al, 2012.*)

2.6 Le bitume :

Est un matériau présent naturellement dans l'environnement ou pouvant être fabriqué industriellement après distillation de certains pétroles bruts. Il est composé d'un mélange d'hydrocarbures, peut se trouver à l'état liquide ou solide, et a une couleur brunâtre à noirâtre. Il est d'une conductivité de 0.23 W/m.k. (Samri, 2008).

2.7 Les plaques de plâtre :

Ils sont un produit de construction industrialisé couramment utilisé pour la finition des murs et des plafonds intérieurs. Elles sont constituées de plâtre moulé entre deux couches de carton. (DRISSI LAMRHARI, 2018).

2.8 L'hourdi :

Un hourdis est une couche de remplissage constituée de béton coulé en place formant la dalle d'un plancher, qui repose sur des poutrelles préfabriqués en béton, en acier. (Zemmouri & Boukemaya, 2018).

2.9 La ouate de cellulose :

La ouate de cellulose est un isolant constitué à partir de vieux papiers ou de boues de papeterie, il s'agit donc d'un matériau composé d'éléments recyclés et recyclables. Elle possède un pouvoir isolant semblable à celui des laines minérales, mais sa production nécessite moins d'énergie (Sami Sahli, 2015).

2.10 La laine de coton :

Elle est essentiellement composée de coton industriel recyclé (chutes neuves ou vêtements lavés, hygiénistes puis effilochés). La laine de coton est commercialisée sous forme de panneaux, rouleaux et vrac. Elle possède des propriétés d'isolation thermique et d'isolation acoustique. (zoghichi, 2014).

2.11 La laine de chanvre :

C'est un matériau d'isolation à base de chanvre caractérisé par sa grande résistance à l'humidité et par sa faible conductivité thermique. (zoghichi, 2014).

2.12 La laine de mouton :

La laine de mouton est un isolant phonique des plus efficaces. Durable dans le temps, on apprécie également sa découpe très facile(DRISSI LAMRHARI, 2018).

2.13 La paille :

On y pense rarement, mais la paille est un très bon isolant, qui a le mérite d'être très peu cher. Associé à une ossature en bois, la paille offre une isolation parfaite(Malek, 2015).

2.14 La fibre de bois (ou laine de bois) :

Il s'agit de panneaux rigides ou de rouleaux de fibre de bois flexibles, la fibre de bois résiste bien à l'humidité, tout comme à la vapeur, et limite les ponts thermiques.(DRISSI LAMRHARI, 2018).

2.15 Le liège (ou liège expansé) :

Avec le liège expansé, on a une isolation tout en un, à la fois thermique et phonique. En plus, le liège ne pourrit pas et résiste parfaitement à l'humidité. Il offre une isolation de qualité, et il est durable(zeghichi, 2014).

2.16 Les PVC :

Un matériau de construction préparé à partir de deux matières premières : à 57 % de sel de mer (NaCl) et à 43 % de pétrole ; c'est la seule matière plastique constituée par plus de 50 % de matière première d'origine minérale .Il est considéré comme un bon isolant avec 0.17w/m.k de conductivité(DRISSI LAMRHARI, 2018).

2.17 Les enduits :

Un produit technique qui assure le transfert intérieur extérieur de la vapeur d'eau : il permet les échanges gazeux à travers les murs, c'est ce qu'on nomme aussi la perméabilité à la vapeur d'eau.Il est constitué d'un liant (chaux, plâtre, ciment portland ou argile) et de charges minérales (agrégats, ou granulats, comme le sable ou la poussière de marbre) dans un rapport d'environ 1/3 de liant pour 2/3 de charges minérales, mortier de ciment, mortier de chaux, plâtre...etc(zeghichi, 2014).

2.18 Les matériaux de finition :

Le marbre, la peinture, la faïence, les carreaux... etc.

2.19 Les matériaux de menuiserie :

L'aluminium, le bois, le pvc, le fer...etc.(zeghichi, 2014) .

3. Logiciel de simulation ECOTECH :

On a opté pour utiliser la méthode d'évaluation BES (Building Energy Simulation) en utilisant ECOTECH Autodesk 2010 dans notre recherche.

Le logiciel de construction écologique Autodesk ECOTECH Analysis est un outil d'analyse durable complet qui offre une large gamme de fonctionnalités de simulation et d'analyse via des plates-formes de bureau et de service Web. De puissantes capacités d'analyse de l'énergie, de l'eau et du carbone dans tout le bâtiment convergent avec des outils de bureau pour effectuer des simulations environnementales détaillées et visualiser les résultats. Ses capacités d'analyse complètes peuvent aider les architectes et les concepteurs à évaluer plusieurs alternatives de conception plus tôt dans le processus. Cette fonctionnalité permet la livraison de bâtiments plus économes en énergie et d'une architecture durable. D'après (*leila djefal,2021*) selon (*vefsafn 2009*).

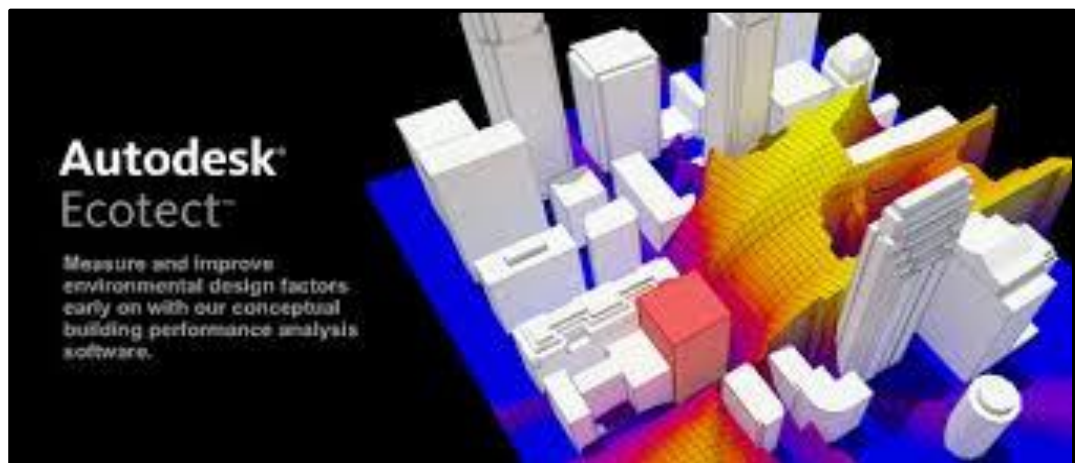


Figure19:Autodesk ECOTECH (*Autodesk ECOTECH 2011*).

Conclusion

L'exploration des études et les expérimentations précédentes sur la réduction de la consommation énergétique à travers les matériaux de construction appliqués sur des habitations, plus le support théorique sur cette technique nous a conduit à des recommandations et des conclusions sur les paramètres de l'enveloppe constructive afin de les tester en termes de la réduction de la consommation énergétique dans une habitation. Ces paramètres sont :

- La composition de l'enveloppe extérieure de l'habitation :
 - a) la compositions des murs extérieurs
 - b) la composition des planchers
- Les dimensions des composants de l'enveloppe extérieur :
 - a) les dimensions des composants du mur extérieur
 - b) les dimensions des composants des planchers
- Les matériaux de construction de l'enveloppe extérieur.

Après avoir exploité quelques différentes expérimentations sur l'évaluation de la réduction de la consommation de l'énergie dans des habitations sous l'influence de plusieurs paramètres, on a remarqué que les méthodes des évaluations sont des évaluations numériques a l'aide de diffèrent logiciel de simulation tels que l'ECOTEECT, le TRYNS, le DTRC5 d'où nous avons opté pour l'utilisation du logiciel de la simulation ECOTEECT qu'on va découvrir ensemble , ainsi que son mode de travail dans les chapitres suivants.

Conclusion de la partie théorique

Nous avons pu constater dans cette partie que l'habitat est notion très ancienne , riche avec ses concepts et ses diversités , et qui encourage la durabilité a travers des planifications urbaines durables tel que les écoquartiers , qui sont une planification urbaine qui se lance vers la protection de l'environnement à travers ses cibles indispensables telle que la réduction de la consommation de l'énergie qui peut se faire a travers le bon choix des matériaux ou on fais un petit aperçu sur quelque matériaux a fin de choisir deux ou trois matériaux sur les quels on vas faire notre expérimentation dans la partie qui suit .

LA PARTIE
EXPERIMENTALE

Introduction

Dans la deuxième partie de la recherche, on s'engage dans notre cas d'étude qui est un écoquartier de 315 logements au nouveau pôle l'Aanba à Tébessa-Algérie. Elle consiste à l'expérimentation, dans le cadre de notre thème de recherche où on vise un objectif conceptuel en vérifiant la fiabilité des matériaux de construction en terme de la réduction de la consommation de l'énergie. Cette partie contient le 4ème chapitre intitulé présentation du cas d'étude et création du modèle de l'analyse où on va faire la présentation du cas d'étude, le climat de la ville de Tébessa et le programme acquis pour le projet, puis la création expérimentale du genre de mur dans un îlot de trois blocs, avec les variables sélectionnées : les matériaux de construction et leurs dimensions pour pouvoir analyser des scénarios à l'aide d'une méthode de calcul « la simulation » afin d'obtenir un genre de mur idéal qui aide à la réduction de la consommation énergétique du bâtiment dans un climat semi-aride ; et le 5ème chapitre intitulé analyse et interprétation des résultats de la simulation, qui vise l'interprétation et la discussion des résultats obtenus après avoir fait la simulation sur le genre de construction de murs avec leurs variables qui sont les matériaux de construction et leurs dimensions puis l'élaboration du type de mur adéquat selon les normes et les recommandations, on termine avec une conclusion générale.

CHAPITRE N°04 :
PRESENTATION DU CAS
D'ETUDE ET LA
CREATION DU MODELE
D'ANALYSE.

Introduction

Dans ce chapitre, on va expérimenter le rendement du genre de construction du mur dans un projet a usage d'habitation, un écoquartier de 315 logements promotionnels dans un climat semi-aride, et évaluer son impact en termes de réduction de la consommation d'énergie en période hivernale et estivale pour assurer son occupation avec moins de consommation d'énergie.

On va élaborer une analyse de 22 types de murs avec trois matériaux de remplissages et 2 matériaux isolants avec différentes dimensions, chaque genre est différent de l'autre dans ses paramètres à l'aide du logiciel AUTODESK ECOTECH ANALYSIS. Cette étude est basée sur la technique « generate and test » où on change les paramètres sélectionnés pour jusqu'à l'obtention du mur le moins énergivore.

Cette opération repose sur 03 étapes :

- **L'étape n°1** : la création du modèle principale et la détermination des paramètres fixes et variables du modèle.
- **L'étape n°2** : les étapes de l'expérimentations, (simulation).
- **L'étape n°3** : l'analyse et la traduction des résultats de la simulation pour faire ressortir les recommandations générales et la réalisation du genre de mur le plus performant en termes de la réduction de la consommation de l'énergie.

1. Situation et caractéristiques du nouveau pole l'Aanba – Tébessa :

L'Aanba est l'extension de la wilaya de Tébessa-Algérie.

1.1 Situation géographique :

L'Aanba est le P.O.S09A de la wilaya de Tébessa, situé à l'extrême ouest de la ville de Tébessa sur la route nationale RN 10 qui mène à Oum Lbouaghi , à environ 2Km à l'ouest du centre ville. Il donne sur la RN10 sur le nord et délimité par la gare routière et l'université Chikh Laarbi Tbessi à l'est , la montagne de Djbel Anouel au sud-est et par des terrain vagues au long de la partie ouest . Le pole est d'une surface de plus que 200 hectares (la duc,2020). Voir figure20.

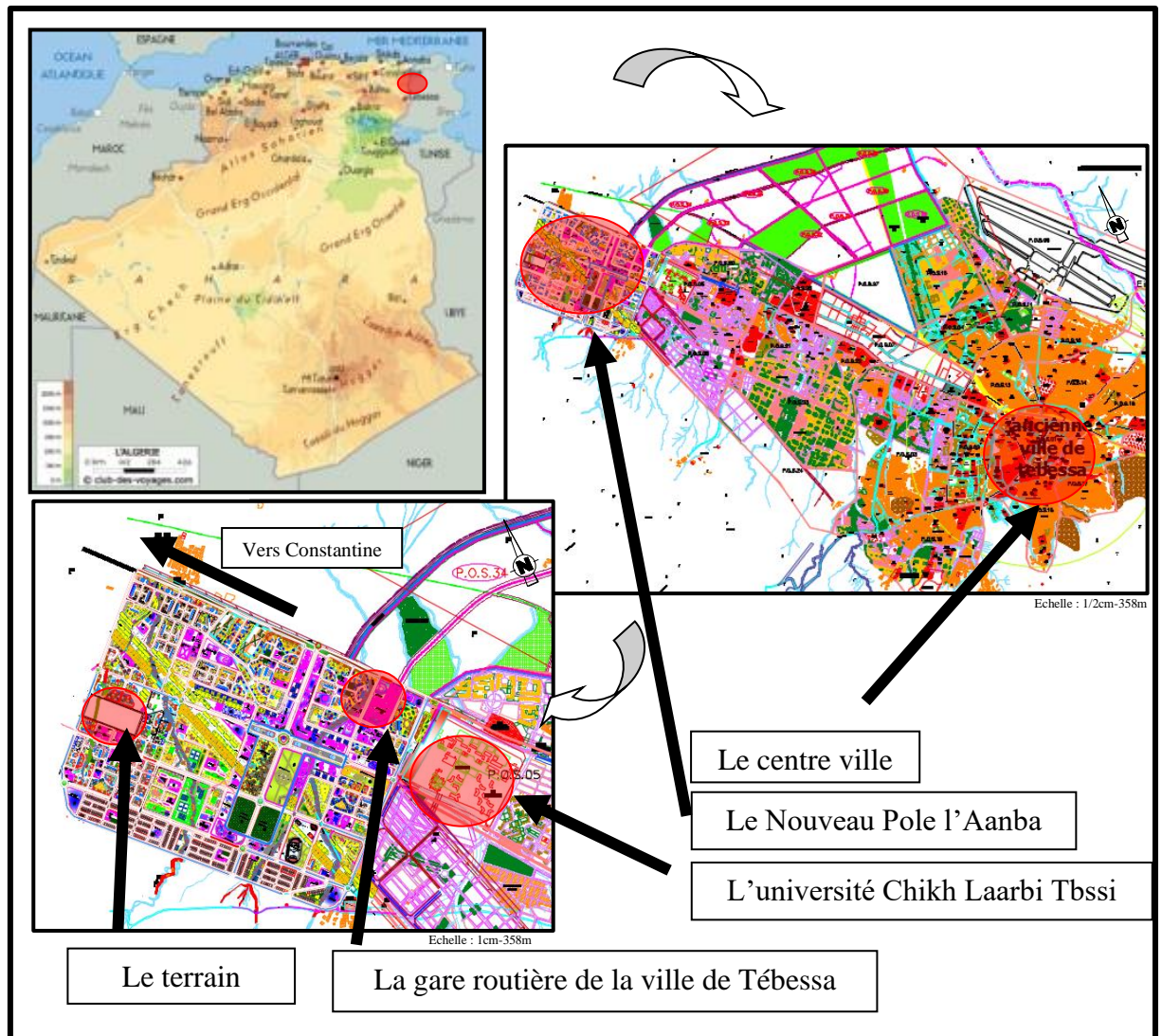


Figure 20: la situation géographique du nouveau pôle l'Aanba-Tébessa. (la Duc, 2019). (Mohcen Mouradi, 2000)

1.2 Critère du choix du site:

Notre choix du site s'est fixé sur la nouvelle extension de la ville de Tébessa pour plusieurs raisons :

- Un nouveau pôle programmé qui peut recevoir l'idée du projet.
- L'injection de l'esprit de la durabilité dans la ville pour le futur.
- Le site est à proximité des équipements structurant qui lui donnent du potentiel.
- Il est accessible depuis la RN10 qui le met dans une situation favorable.

2. Etude générale du climat :

Le climat d'el Aanba Tébessa est semi-aride, influence du climat désertique , les étés sont très chauds et secs dans et les hivers sont rude avec le gèle la neige et des vents glaciales. Au cours de l'année, la température varie généralement de 2 °C à 35 °C et est rarement inférieure à -2 °C ou supérieure à 39 °C.(climattebessa,2021).

2.1 La température :

La saison très chaude dure 3,0 mois, du 11 juin au 9 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 30 °C ; la saison fraîche dure 3,9 mois, avec une température quotidienne maximale inférieure à 16 °C. Voir figure 21 (climattebessa,2021).

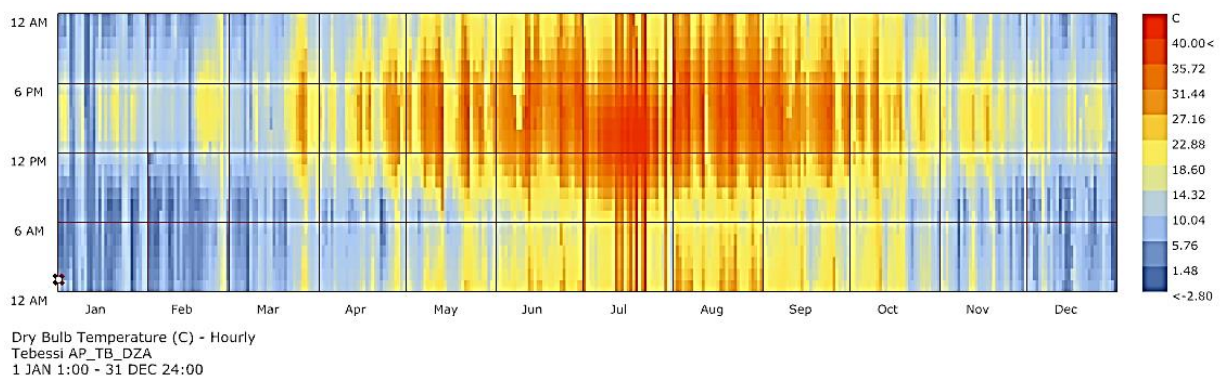


Figure21: courbe des différentes températures moyennes quotidiennes de la ville de Tébessa (climattebessa,2021).

2.2 La pluie :

La pluviométrie est importante au mois de septembre avec 40 mm tandis que le mois de Juillet est le plus sec avec 13 mm de précipitation. La saison la plus pluvieuse concernant l'automne avec 125.08mm de précipitations ; et la plus sèche concerne l'été avec 34mm de précipitations. Voir figure 22. (climattebessa,2021).

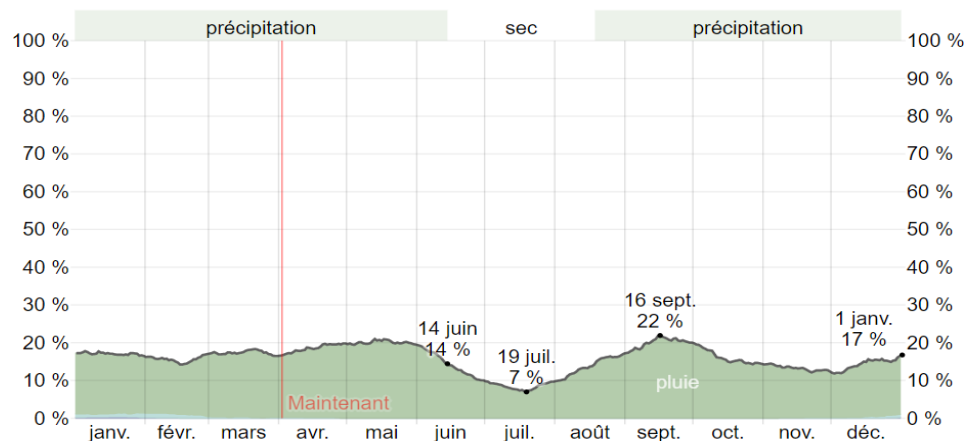


Figure22: une courbe de la pluviométrie de la ville de Tébessa (climattebessa,2021).

2.3 Les vents :

La période la plus venteuse de l'année dure 6,4 mois, du 2 novembre au 13 mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 14,1 kilomètres par heure. La période la plus calme de l'année dure 5,6 mois, du 13 mai au 2 novembre. Voir figure 23 (climattebessa, 2021).

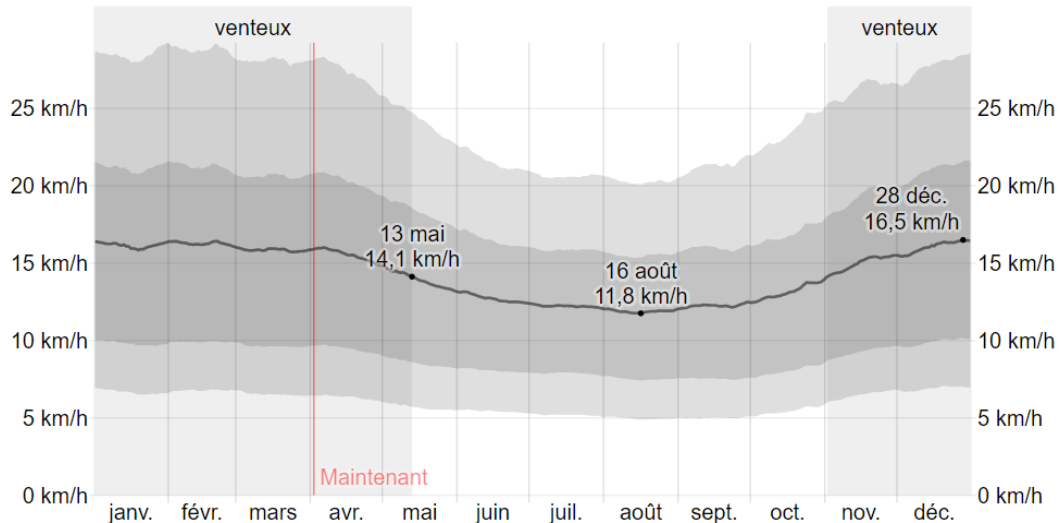


Figure 23: une courbe montrant la vitesse du vent en km/h dans la ville de Tébessa. (climattebessa, 2021)

3. Analyse du terrain :

On va faire un petit aperçu sur l'assiette du terrain.

3.1 Présentation du terrain :

Le terrain se situe à L'Aanba-Tébessa-Algérie, au sud-ouest du site, il donne sur la route principale du site menant à la RN10, dans la zone C du POS 09A (la duc, 2020). Voir figure 24.

3.2 Critères de choix du terrain :

- Le terrain est dans une zone qui contient les infrastructures résidentielles
- Il est d'une bonne accessibilité.
- Un terrain qui nous permettra de pouvoir atteindre les indispensables d'un écoquartier.

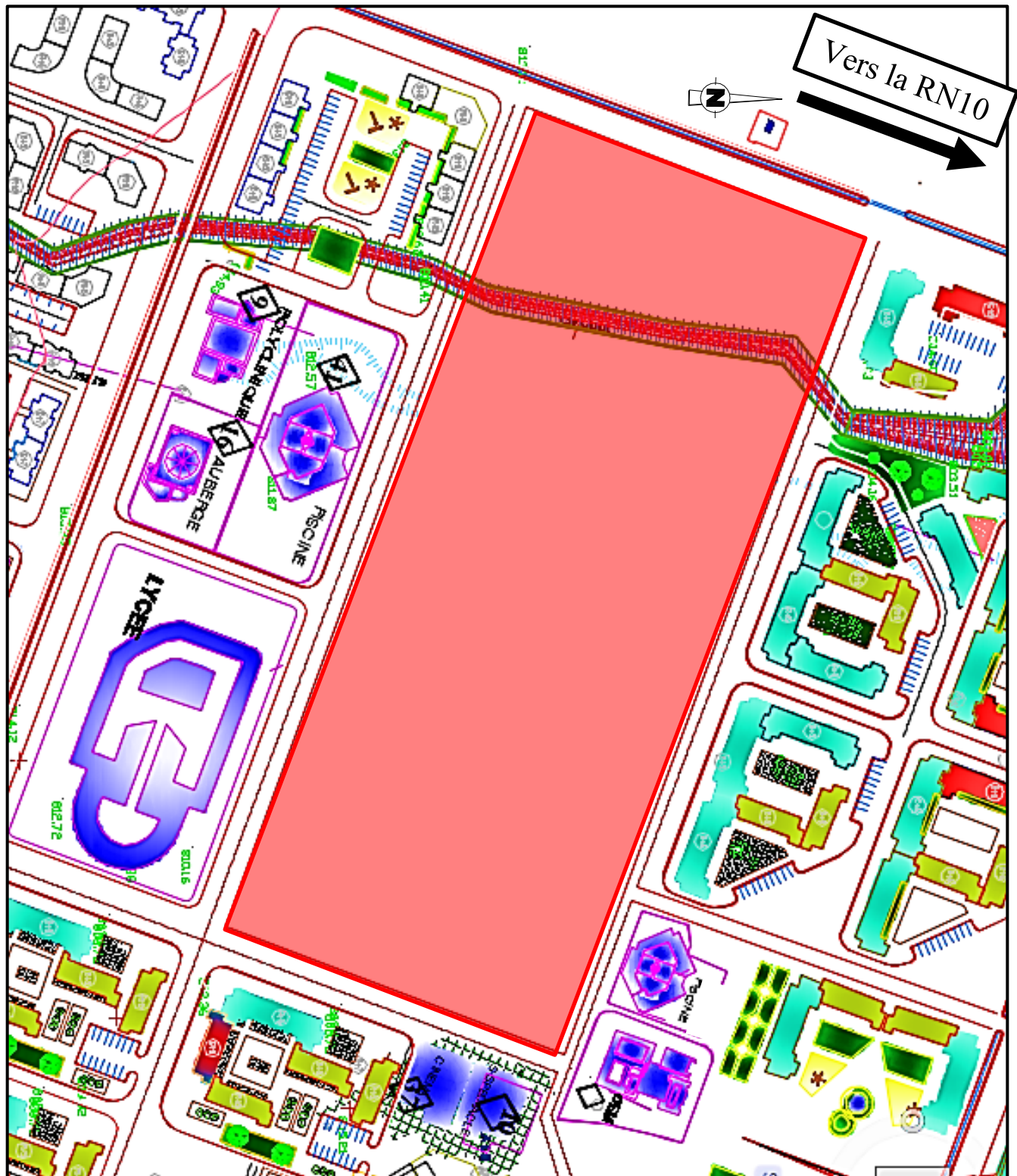


Figure24:la situation du terrain dans le pole L'AAnba.(Duc,2019).

Echelle : 1cm=28.84m

 Le terrain	 les espaces verts	 l'oued
 Les équipements	 les aires de jeux	 les blocs résidentiels

3.3 L'environnement immédiat :

Le terrain est dans une situation qui lui offre un environnement diversifié au niveau des fonctions. Voir figure 25.

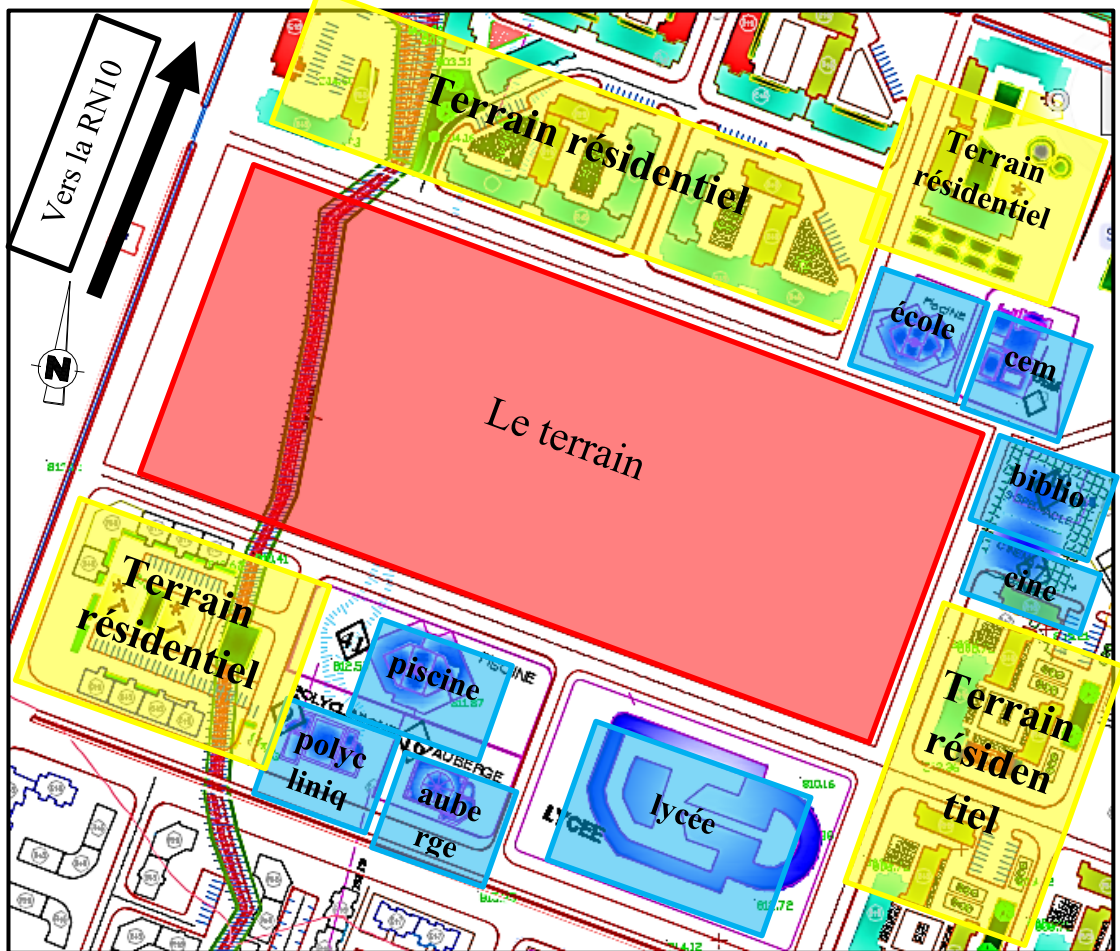


Figure25: l'environnement immédiat du terrain du projet (la Duc, 2021).

Echelle : 1cm-41.66m

3.4 L'accessibilité du terrain :

Le terrain est accessible principalement depuis la route principale qui mène vers la RN10 et 2 routes secondaires et une route tertiaire qui relie le terrain avec le centre du site et les terrains voisins. Voir figure 26.

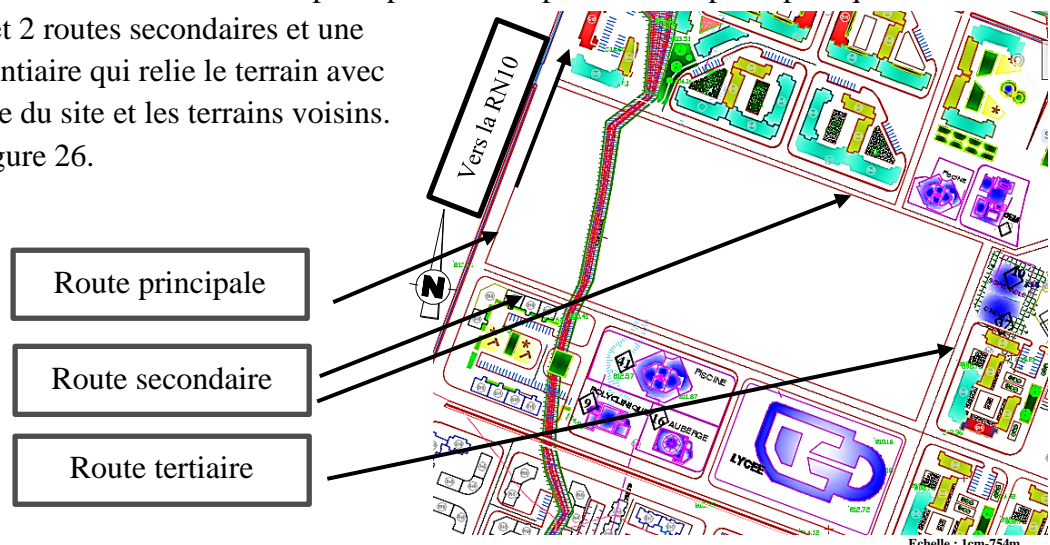


Figure26: l'accessibilité au terrain. (la Duc, 2020)

Echelle : 1cm-754m

3.5 Relief et morphologie :

Le terrain est d'une forme rectangulaire et d'une surface de 67000m²(358*187.15). Voir figure27. Le terrain est de faible pente, pratiquement plat, il suffit juste d'un décapage afin d'unifier la plateforme du terrain pour après implanter le projet. Voir figure27 et figure 28.

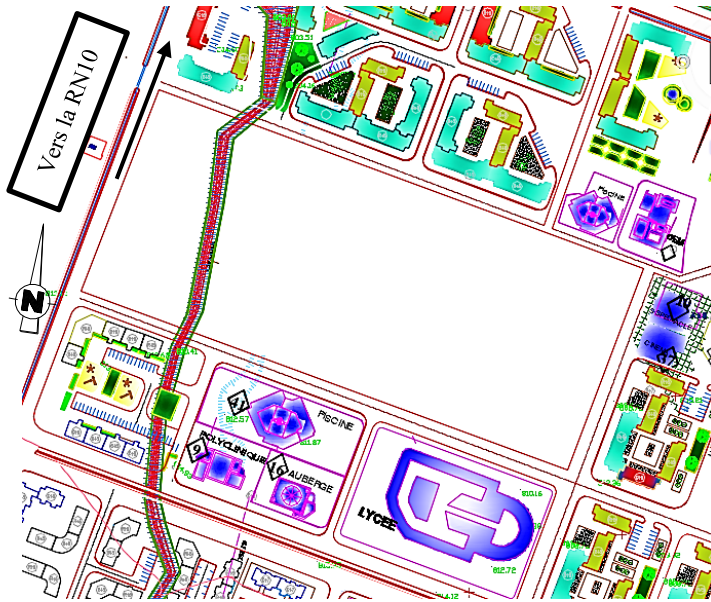


Figure27 : la morphologie du terrain.(La Duc,2020)



Figure28 : la topographie du terrain. (GoogleearthPro,2020).

3.6 Contrainte et servitude :

La situation du terrain pose une contrainte de traversement de le fin de l'oued la Chaaba dans le sens parallèle a la route principale, la servitude pour éviter tout type de risqué est de 8 m de part et d'autre de la chaaba. Voir figure29.

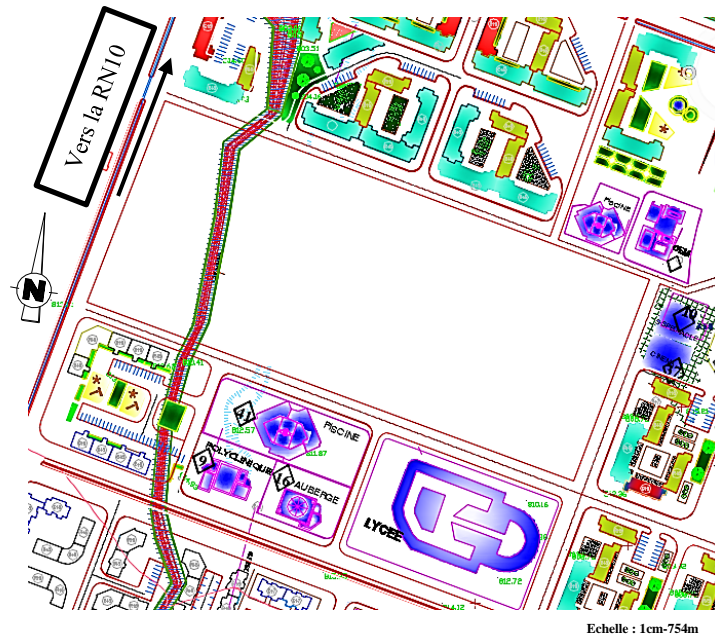


Figure29: les contraintes et les servitudes du terrain (la Duc,2020).

4. Présentation du programme de l'écoquartier :

L'écoquartier est de type d'habitat collectif en suivant une politique des logements promotionnels, car c'est une politique qui encourage l'aspect de la durabilité et qui travaille sur la réduction de la consommation énergétique dans le type des projets résidentiels. En se basant sur :

- Le C.O.S qui est de 0.6
- Le C.E.S qui est de 0.4
- Le ratio qui est de 47 logements par hectare

4.1 La Programmation architecturale :

Nous avons élaboré un programme quantitatif et qualitatif d'un écoquartier du type d'habitat collectif afin de l'implanter dans la zone C du POS09A nommée l'Aanba qui est une zone destinée aux types de projets résidentielles. Voir tableau1.

Tableau 1:la programme quantitatif et qualitatif du projet. (Auteur,2021).

	La division	Surface unitaire m ²	Le nombre	Surface tot m ²
Surface non bâtie 60% 40200m ²	Circulation50%	20100	1	20100
	Espace vert15%	6030	1	6030
	Espace public15%	6030	1	6030
	Aire de jeux20%	8040	1	8040
Surface bâtie 40% 26800m ²	Blocs	270	30	8640
	Commerce	18 000	1	18 000
	Une crèche	1000	1	1000
	Salle de sport spécialisé	2000	1	2000
	Mosquée	3000	1	3000
	Médiathèque	2000	1	2000
				66200

5. Le passage à l'esquisse de l'écoquartier :

Afin d'atteindre les indispensabilités de l'écoquartier, le projet s'implante sur une surface de terrain de 67000m², programmé en habitat, équipements de différentes fonctions et loisir cela veut dire que le projet va recevoir de différentes catégories d'âge et de différentes catégories sociales ce qui assure la mixité sociale et fonctionnelle du projet.

5.1 L'idée de l'implantation de l'écoquartier :

L'idée de l'implantation du projet passe par des étapes comme suit :

- L'ouverture de l'écoquartier sur le POS par la création de 4 entrées principales : la 1ere entrée se trouve sur la façade principale de l'écoquartier afin de mieux gérer les flux , les 2eme et 3eme pour assurer la continuité des flux des zones voisines pour une meilleurs intégration urbaine et vue qu'il y a une grande distance le début du terrain et la fin on a crée la 4eme entrée . Voir figure30, étape A.
- On a choisi une planification urbaine par groupement suivant le POS, d'où on a commencé par l'implantation d'une structure viaire afin d'assurer la gestion des déplacements et le traçage des groupements, en reliant entre les entrées avec un axe linéaire organique qui sert aussi à définir le parcours principal guidé et distributeurs aux groupements. Voir figure30, étape B.
- La création d'un centre vivant et écologique pour assurer la biodiversité et qui servira à être une esplanade dans l'aspect d'ensemble et séparé. Voir figure30, étape C.
- L'obtention de 4 groupements plus l'esplanade, l'implantation du bâtis du projet selon une division hiérarchisée de l'extérieurs de l'écoquartier aux parkings, puis aux structures viaires qui serviront à être des pistes des déplacements doux , aux groupements à l'intérieur du projet passant par les équipements au niveau du socle et enfin le centre du projet.Pour une meilleure cohérence du projet, on a fait une distribution équilibrée entre habitation et équipement ou les blocs sont implantés d'une façon continue en forme de blocs barre, blocs tour et bloc en L et que les équipements son implantés d'une façon intégrante aux blocs selon le besoin en continuité avec le POS. Voir figure 30, étape D.
- Pour avoir un jeu de volume nous avons ouvert le quartier sur le champ visuel. Voir figure 30, étape E.

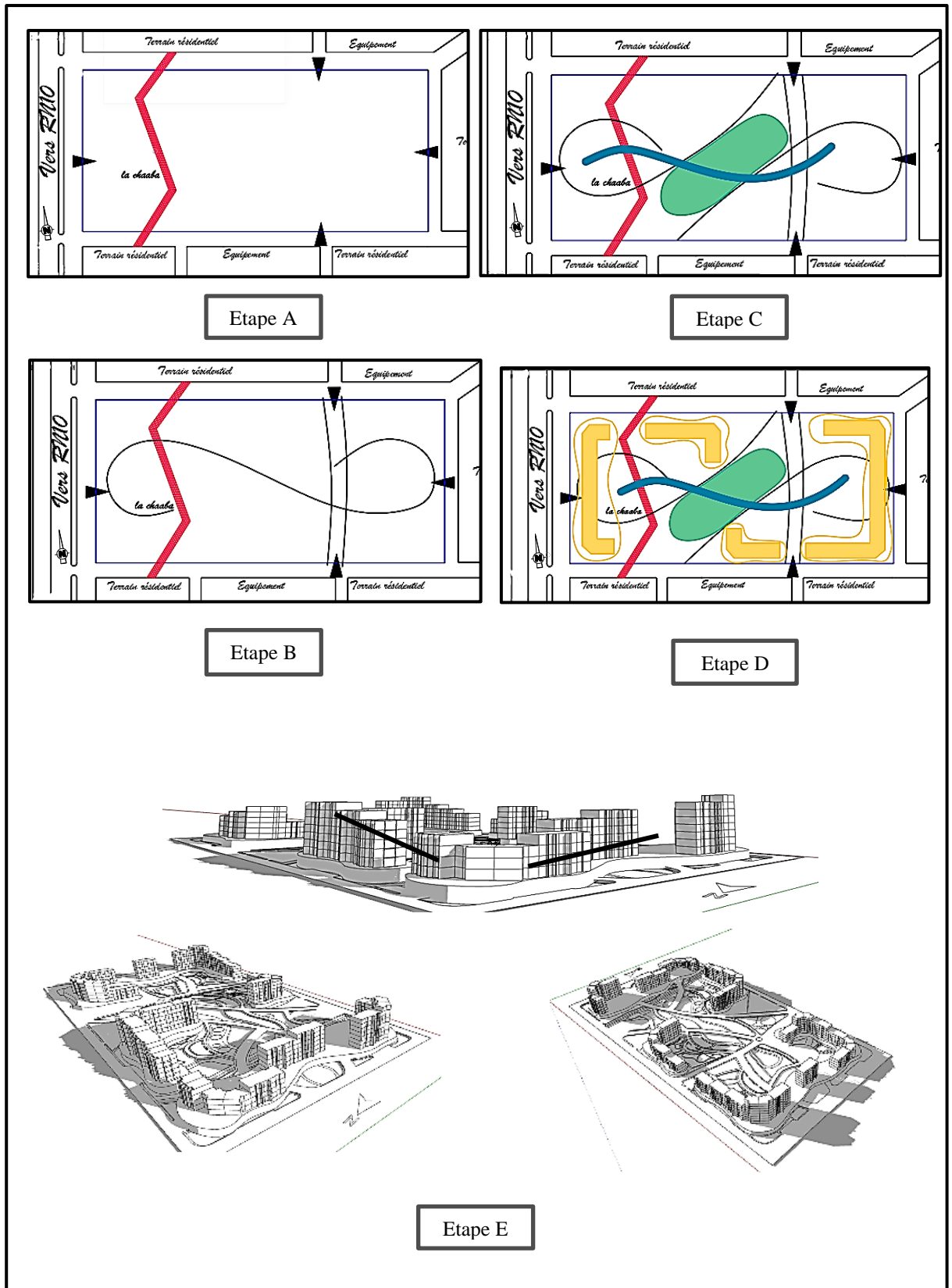


Figure30:les étape de l'idée de l'implantation du projet (auteur,2021).

6. Les cibles de l'écoquartier :

On a pu atteindre les cibles de l'écoquartier dans ce projet comme suit :

6.1 L'intégration urbaine :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- L'ouverture sur le POS.
- La création d'une structure viaire en continuité avec les zones voisines.
- L'implantation des équipements de fonctions complémentaire selon le besoin du POS.
- L'équilibre des hauteurs des blocs du projet avec les blocs du POS.

6.2 La cohérence du projet :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- La hiérarchisation de l'extérieur du projet à l'intérieur du projet.
- La création des groupements et des sous groupements.
- L'équilibre entre les fonctions.
- La fluidité de la structure viaire.

6.3 La gestion des déplacements :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- L'implantation des parkings des déplacements mécaniques dans les extrémités.
- La structure viaire a l'intérieur du projet est sous forme de piste pour les déplacements alternatifs.
- La distribution aux sous groupement avec un système d'arboissance .

6.4 La gestion des eaux :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- La récupération des eaux pluviales pour alimenter les chasses d'eaux et les machines à laver.
- La création d'un lac au milieu du projet pour la récupération des eaux pluviales pour l'arrosage des espaces verts.

6.5 La gestion des déchets :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- L'implantation des bacs de collecte sélectifs.

- L'implantation des bacs de compostage.

6.6 La mixité fonctionnelle :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- La programmation d'une multitude de fonctions.
- L'intégration des équipements de différentes fonctions.
- L'intégration du commerce.

6.7 La mixité sociale :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- L'intégration de différentes typologies d'habitations.
- Des équipements destinés à des différentes catégories d'âge
- L'esplanade comme un espace de rencontre en plein air.

6.8 La biodiversité :

Nous avons pu atteindre cet objectif à travers :

- L'esplanade comme un lieu d'implantation des essences locale attractives pour la faune de la ville.
- Les sous regroupements comme des espaces végétalisés avec des arbres à feuille caduques et à feuillage persistants.
- La création d'un lac d'eau pour un microclimat agréable.
- L'intégration de multiples genres de végétations pour les effets bioclimatiques tel que l'effet de vaporisation pour humidifier l'atmosphère sèche et l'effet de l'ombrage pour se protéger du soleil.

6.9 La réduction de la consommation de l'énergie :

Nous avons pu atteindre cet objectif, des plus importants, qui est pris en charge dans les cibles de l'écoquartier et qui ressort dans la maison écologique à travers :

- L'assurance de la bonne orientation des espaces habitables, vu, qu'on a pu s'assurer que plus de 70% des espaces sont dans leurs orientations favorables. En effet, Nous avons orienté les espaces nocturnes comme les chambres d'une façon qu'elles profitent au maximum du soleil matinal ainsi que les espaces diurnes qui doivent profiter de la lumière du jour et de la bonne aération. En plus, nous avons prévu l'intégration de la végétation à l'intérieur du bâtiment selon les concepts de la construction biophilic.

- L'injection du type de mur avec des matériaux adéquats afin d'économiser la consommation d'énergie dans le bâtiment.

7. Analyse et expérimentation :

Après avoir fait les différentes analyses et prédéfini le projet sur le quel on va lancer l'expérimentation, nous allons créer un plan factoriel, afin de tester la performance des matériaux de construction en termes de réduction de la consommation énergétique. Donc notre modèle d'analyse va être projeté dans un projet d'écoquartier de 315 logements au nouveau pôle l'Aanba-Tebessa selon des paramètres fixes et variables conformément à un plan factoriel qu'on va appliquer à travers une méthode de calcul numérique qui est la simulation à l'aide du logiciel ECOTECT.

7.1 Les paramètres du site :

Les paramètres sont déterminés par le fichier climatique de la région d'étude, et, sont utilisés dans la simulation, telles que : l'orientation, la direction, la vitesse du vent et la température.

7.2 Les paramètres fixes du modèle de l'analyse :

Les paramètres fixes du modèle sont :

- a) L'orientation : ouest et sud
- b) La fonction : habitation
- c) La taille des fenêtres : 150cm/200cm
- d) Le taux d'occupation par pièce : maximum 2 occupants par pièce
- e) Le climat
- f) La composition et les dimensions de la dalle : dalle poutrelle /hourdie de 20 cm + 4 cm.

7.3 Les paramètres variables du modèle d'analyse :

Afin de créer notre plan factoriel, pour tester les matériaux de construction en terme de réduction de la consommation d'énergie dans un écoquartier de 315 logements au nouveau pôle l'Aanba- Tébessa, nous avons prédéfini les paramètres variables pour cela nous avons opté pour trois matériaux de remplissages, avec leurs dimensions, et deux matériaux d'isolation. Voir tableau2.

Tableau 2: les paramètres variables du model de l'analyse.(Auteur,2021).

Les paramètres variables	
Matériaux de remplissages	Les dimensions
La brique silico calcaire	20cm
Le béton de chanvre	10cm-15cm-20cm
Le parpaing	10cm-15cm-20cm
Les matériaux d'isolation	Les dimensions
La laine de chanvre	15cm
La ouate de cellulose	15cm

7.4 La codification des scenarios :

Selon les données precedentes ,on a obtenu 22 scénarios avec le materiaux de remplissage ,leurs dimenssions et les isolants .

7.4.1 La codification des scénarios de la brique silicocalcaire :

Pour le 1^{er} materiau de remplissage on a opté pour une dimenssion de 20cm sans et avec isolant de l'interieur et de l'exterieur .Voir tableau 3.

Tableau 3:tableau des scénarios avec la codification du 1er matériau de remplissage. (Auteur,2021).

Le matériau	La brique silico-calcaire		
Les dimensions	20 cm		
L'isolant	0	1	
Les scénarios	0	in	Ex

7.4.2 La codification des scénarios du béton de chanvre :

Pour le 2eme materiau de remplissage, on a opté pour 3 dimenssions differentes les deux premieres avec et sans isolant au milieu et la 3eme dimenssion avec isolant de l'interieur et de l'exterieur .Voir tableau 4.

Tableau 4:tableau des scenarios avec codification du 2eme matériau de remplissage. (Auteur,2021).

Le matériau	Béton de chanvre							
Les dimensions	ab			ba			c	
Les scénarios	a0b	a1b	a2b	b0a	b0a	b1a	b2a	c1
								c1in c1ex

7.4.3 La codification des scénarios du parpaing :

Pour le 3eme matériau de remplissage, on a opté pour 3 dimensions différentes, les deux première avec et sans isolant au milieu, et la 3eme dimension avec isolant de l'intérieur et de l'extérieur. Voir tableau 5.

Tableau 5:tableau des scenarios avec codification du 3eme matériau de remplissage. (Auteur,2021).

Le matériau	Le parpaing						
	de			ed			f
Les dimensions							
Les scénarios	d0e	d1e	d2e	e0d	e1d	e2d	f1
							flex
							f1in

8. Préparation du modèle à l'application expérimentale :

Le logiciel utilisé pour élaborer la simulation numérique est Autodesk Ecotect analysis 2011. Lors de la simulation sur ce logiciel, on commence par la localisation et l'intégration des données climatiques de la ville étudiée, sur l'icône « projet » puis l'option « weather datafile ». Apres avoir insérer les données climatiques de la ville étudiée, sur la même fenêtre on précise le type du projet, l'orientation et le type de terrain. Voir figure31.

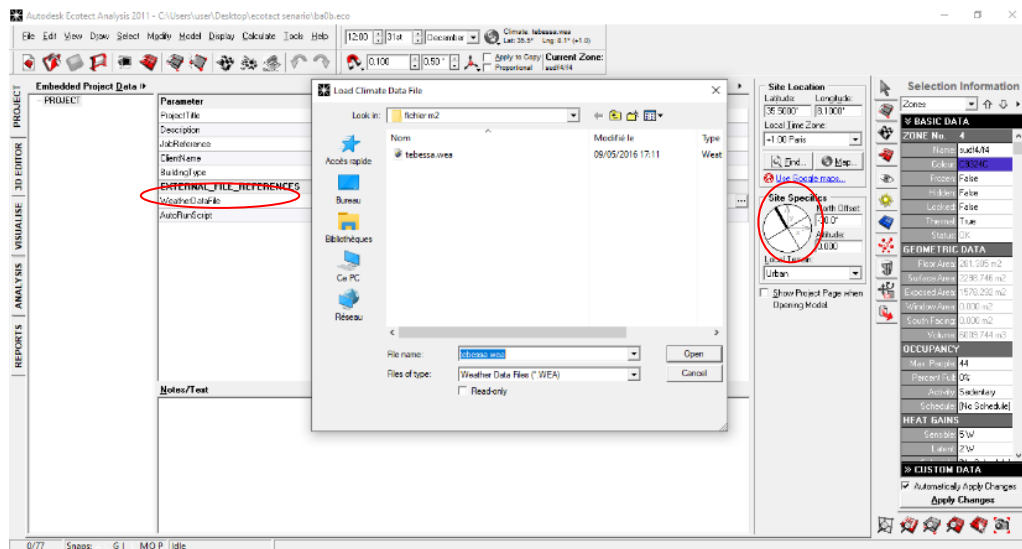


Figure31:l'insertion des données climatique de la région de Tébessa sur ECOTECT.(auteur,2021).

8.1 La préparation du dessin :

L'étape qui suit les étapes précédentes, est d'avoir à dessiner les modèles de l'analyse sur le logiciel ,ou, l'importer sous forme d'un fichier « dxf »,et le modeler dans l'icône « 3d editor » avec l'option « zone » ; dans notre cas on a trois Modelés d'analyse qui diffèrent dans l'orientation et le nombre de logement. Voir figure 32.

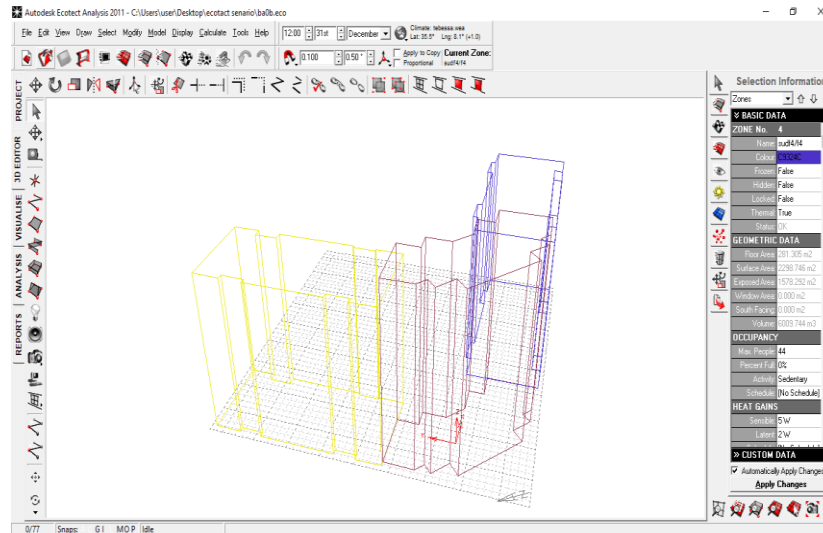


Figure32:le model de l'expérimentation sur ECOTECT. (Auteur,2021).

Ensuite, nous précisons pour chaque zone le type de HVAC system (full air-conditioning), les propriétés thermiques et l'intervalle de la température du confort pour l'utilisateur entre 18° et 26°C. Ainsi que pour les conditions intérieures de l'espace. Cette étape se fait en cliquant un clique a droite sur la zone dans l'icône « zone management » puis l'option « zone properties ». Comme une dernière étape, avant que les modèles soient prêts pour la simulation , on doit calculer le volume de la zone a fin de préparer toutes les informations de chaque zone à la simulation. Voir figure 33.

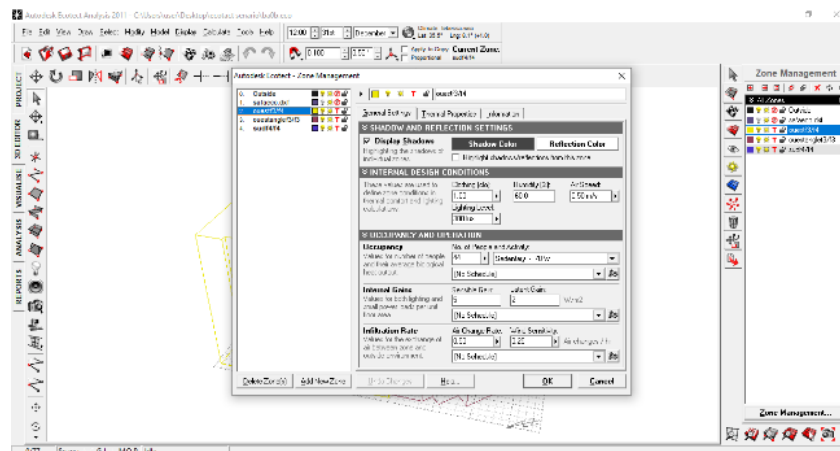


Figure33:les étapes de réglage des informations du model de l'analyse sur ECOTECT. (Auteur,2021).

8.2 Préparation des matériaux :

Afin de pouvoir confirmer ou infirmer notre hypothèse, et pour pouvoir achever l'application expérimentale, nous devons créer les 22 modèles de murs, selon les codes cités dans le tableau des scénarios précédents et sur lesquels se fera le déroulement de l'expérimentation avec leurs matériaux, leurs dimensions et leurs propriétés dans la bibliothèque du logiciel. Cette étape se fait en suivant un enchaînement de plusieurs sous étapes comme suit :

- Double clic sur un matériau dans l'icône « material assignment », option « wall ».
- Changer le nom selon la codification des scénarios et cliquer sur « add new élément » pour la création d'un nouveau type de murs. Voir figure 47
- Après la création du mur, on change les propriétés dans la sous option « layers », pour préparer les types de murs selon les scénarios à l'application expérimentale. Voir figure 34.

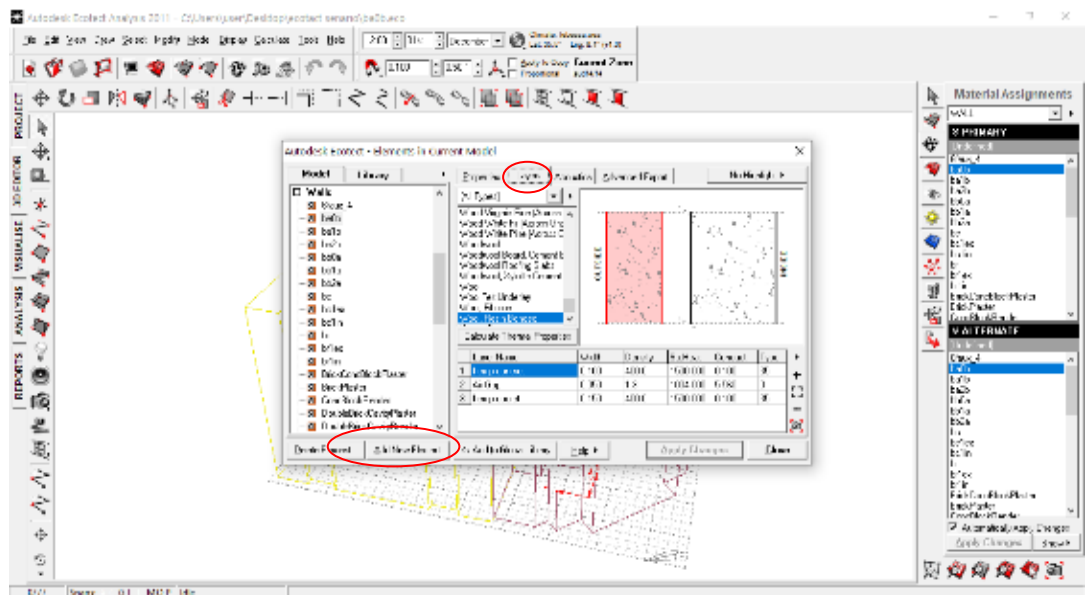


Figure34:les étapes de la création du scénarios.(auteur,2021).

9. Les étapes de l'expérimentation (la simulation) :

Après la création du modèle sur logiciel ECOTECT ANALYSIS, on a commencé l'étape suivante de la simulation, en cliquant sur l'icône «analysis» pour démarrer le calcul de la consommation énergétique, on sélectionne la zone de l'analyse dans l'option « thermal analysis »(Voir figure 35),on sélectionne « Resource consumption » et on cache, seulement, « Heating/Cooling loads »,et on clique sur « calculate ».Voir figure 35 et figure 36.

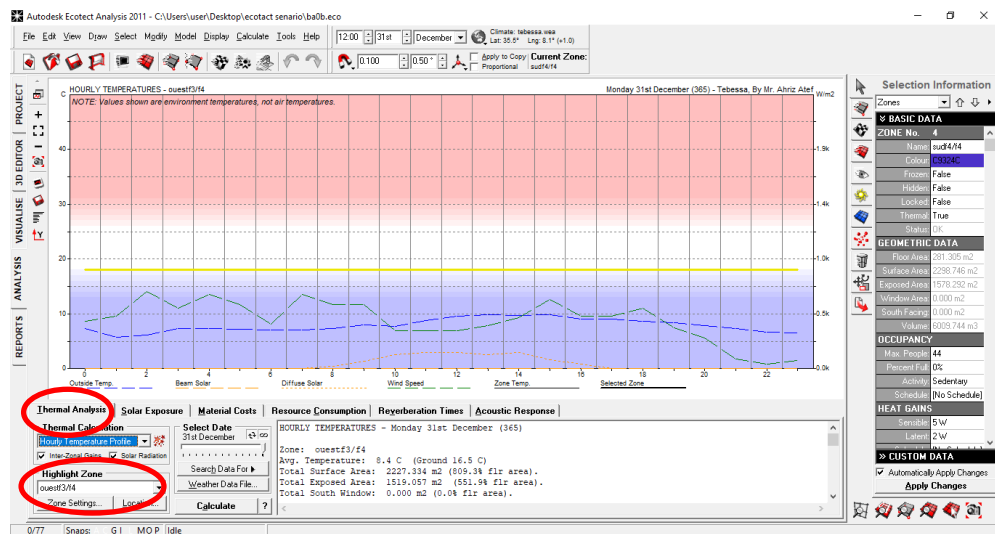


Figure35:La 1er étape de l'analyse.(Auteur,2021).

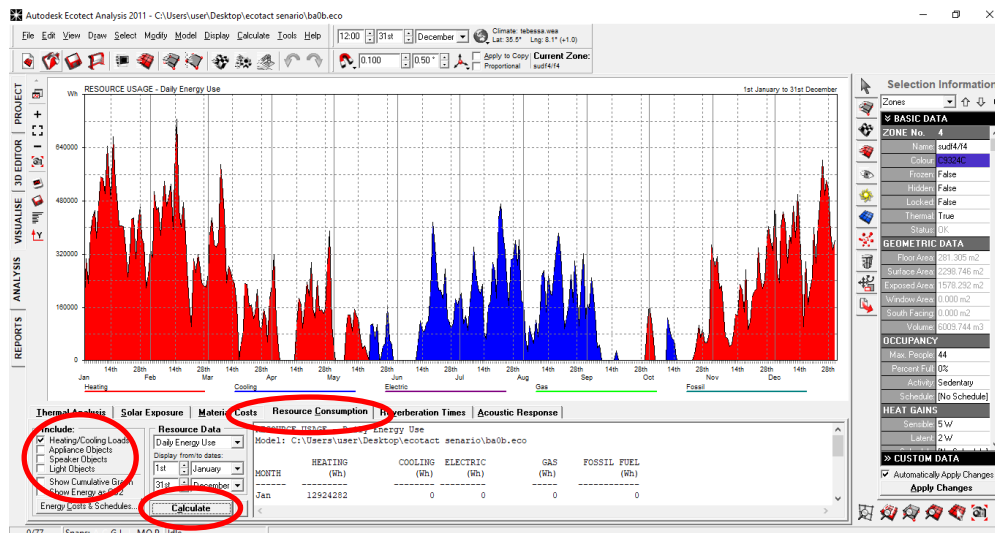
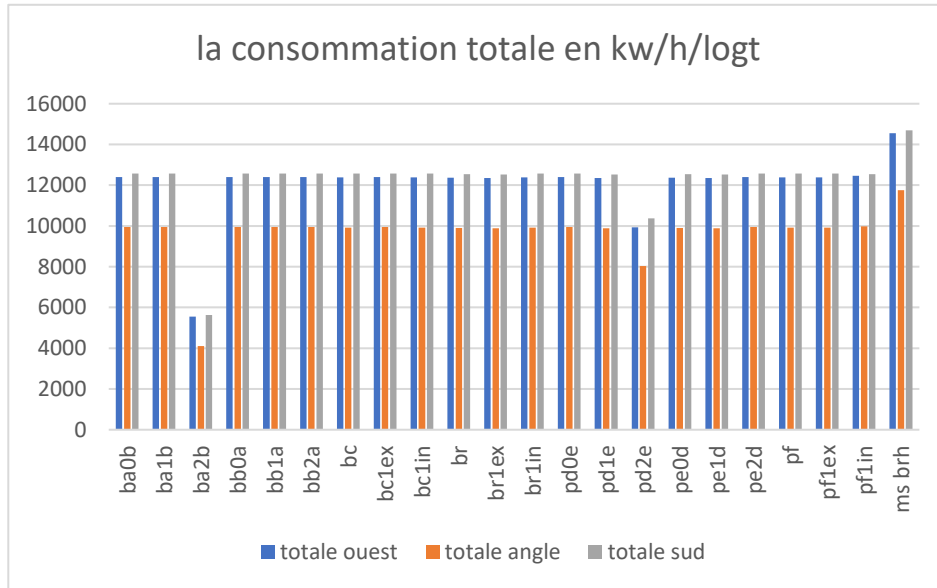
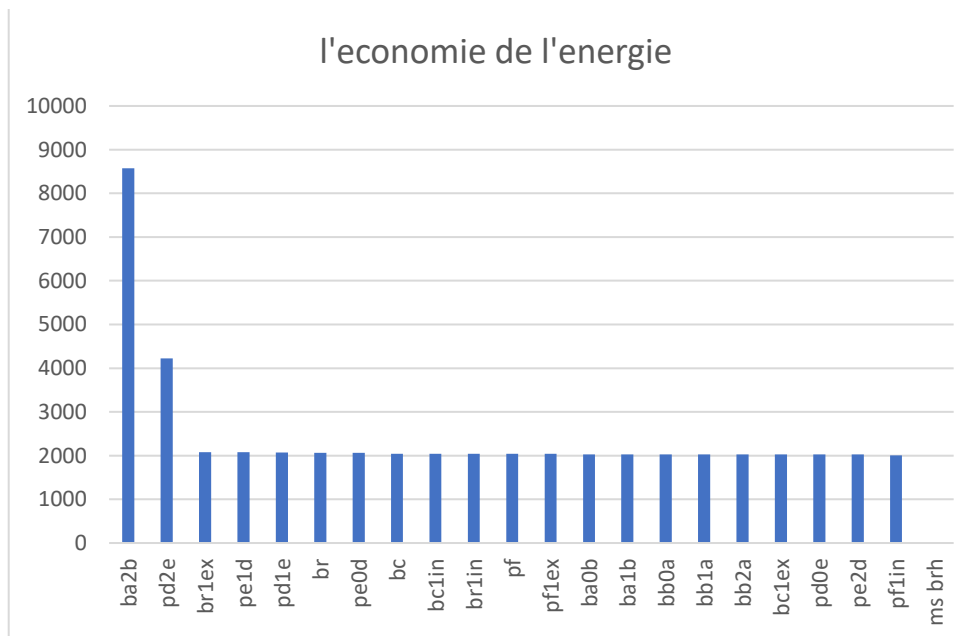


Figure36:la 2eme étape de l'analyse. (Auteur,2021).

A la fin du calcul, l'écran affiche les résultats obtenus en graphe ,et en un tableau qui contient les valeurs de la consommation d'énergie du scénario en climatisation et en chauffage, pendant les 12 mois en KW/h/logts . On sélectionne ces dernières données et on les importe en tableaux numériques sur logiciel MICROSOFT Excel. Ensuite, pour plus de cohérence, on va interpréter les résultats en graphes ; deux graphes saisonniers (climatisation et chauffage) en KW/h/logts, à travers ces derniers nous nous apercevons la dégradation de la consommation énergétique pour chaque scénario. Voir graphe1 et graphe2.



Graphe 1:la consommation totale de l'énergie de chaque zone en kw/h/logt.(Auteur,2021).



Graphe 2:l'économie en énergie totale des scénarios . (Auteur,2021).

Conclusion

L'interprétation des résultats obtenus en graphes à l'aide du logiciel EXCEL, nous a aidée à évaluer :

- La consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation KW/h/logts.
- L'économie d'énergie pour le chauffage et de la climatisation en KW/h/logts.
- Le classement de performance énergétique pour le chauffage et la climatisation.
- Le Classement totale de performance énergétique plus économie d'énergie pour (chauffage/climatisation).
- Le classement finale de performance énergétique plus économie d'énergie pour (chauffage/climatisation).

Toutes ces évaluations vont être discutées et interprétées dans le chapitre qui se suit.

CHAPITRE N°05:
ANALYSE ET
INTERPRETATION DES
RESULTATS DE LA
SIMULATION

Introduction

Après avoir créé le modèle et préparé toutes les données dont on a besoin pour effectuer l'expérimentation par une simulation numérique sur un îlot qui se compose de trois blocs dont le nombre de logement est 44 logements, nous allons faire les interprétations des résultats obtenus afin d'atteindre notre objectif qui est l'obtention d'un genre de mur adéquat pour une consommation énergétique réduite.

1. Vérification générale de la consommation énergétique et l'économie de l'énergie :

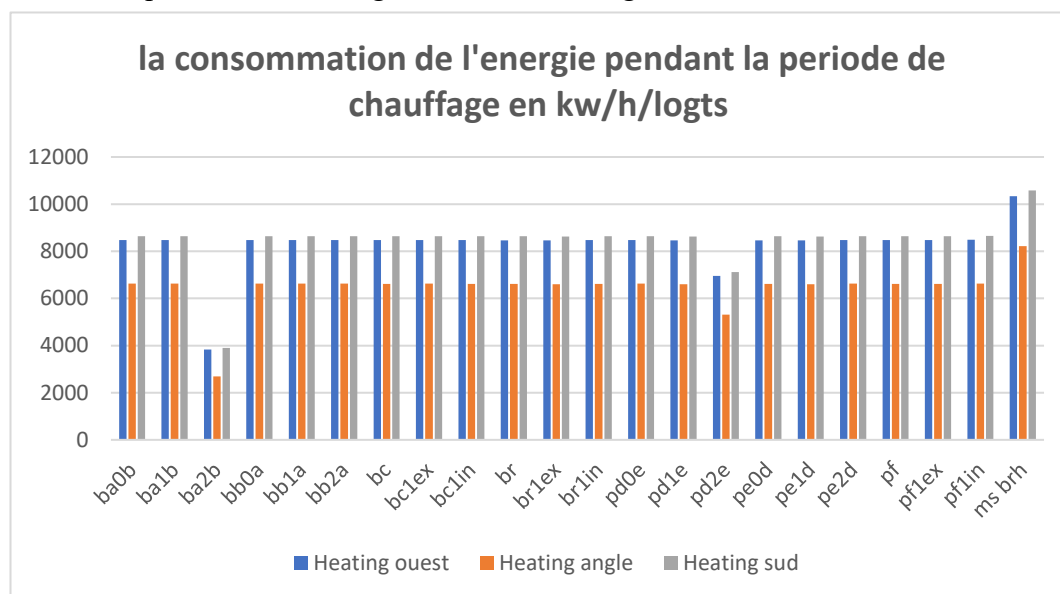
La consommation énergétique obtenue est analysée grâce à plusieurs graphes indiquant les fluctuations de la consommation tout au long des deux périodes estivale et hivernale de chaque logement, dans chaque bloc, plus la consommation moyenne de chaque logement dans tout l'îlot. Les graphes, de la consommation énergétique, affichent la consommation annuelle des deux saisons de chaque scénario en kw/h/logement. L'axe des scénarios est en abscisse en bas du graphe, alors que les consommations sont indiquées dans l'axe des ordonnées à gauche en KW/h/logts.

1.1 La consommation de l'énergie pendant la période de chauffage :

Dans ce cas, selon les données climatiques et les résultats acquis, par le logiciel Ecotect, présenté dans le graphe 03 et le tableau 6, on constate que les scénarios de l'utilisation de chauffage enregistrée pour le confort d'hiver sont divisés en 04 groupes comme suit :

- Groupe n°1 : scénario 0 (ms brh) c'est le cas le plus consommateur ou la consommation est de plus que 10000 kw/h/logt dans les deux blocs ouest et sud, alors qu'elle est presque à 8000 kw/h/logt dans le bloc d'angle.
- Groupe n°2 : scénario (Ba0b , Ba1b , Bb0a , Bb1a , Bb2a , Bc , Bc1ex , Bc1in , BR , BR1ex , BR1in , Pd0e , Pd1e , Pe0d , Pe1d , Pe2d , Pf , Pf1ex , Pf1in) l'intervalle de la consommation en énergie varie entre 8000 kw/h/logt et 9000 kw/h/logt dans les deux blocs ouest et sud alors qu'elle ne dépasse que de peu 6000 kw/h/logt dans le bloc d'angle.
- Groupe n°3: scénario (Pd2e) ou la consommation de l'énergie ne dépasse pas 6700 kw/h/logt dans les deux bloc ouest et sud alors qu'elle n'est qu'à 5000 kw/h/logt dans le bloc d'angle.

- Groupe n°4 : scénario (Ba2b) ou la consommation la plus basse de l'énergie qui est à moins de 4000 kw/h/logt dans les deux bloc ouest et sud alors qu'elle n'est qu'à 2000 kw/h/logt dans le bloc d'angle.



Graphe 3: la consommation de l'énergie par logement de chaque bloc pendant la période de chauffage (Auteur, 2021)

Tableau 6: la consommation de l'énergie de chaque scénario pendant la période de chauffage dans les trois blocs (Auteur, 2021).

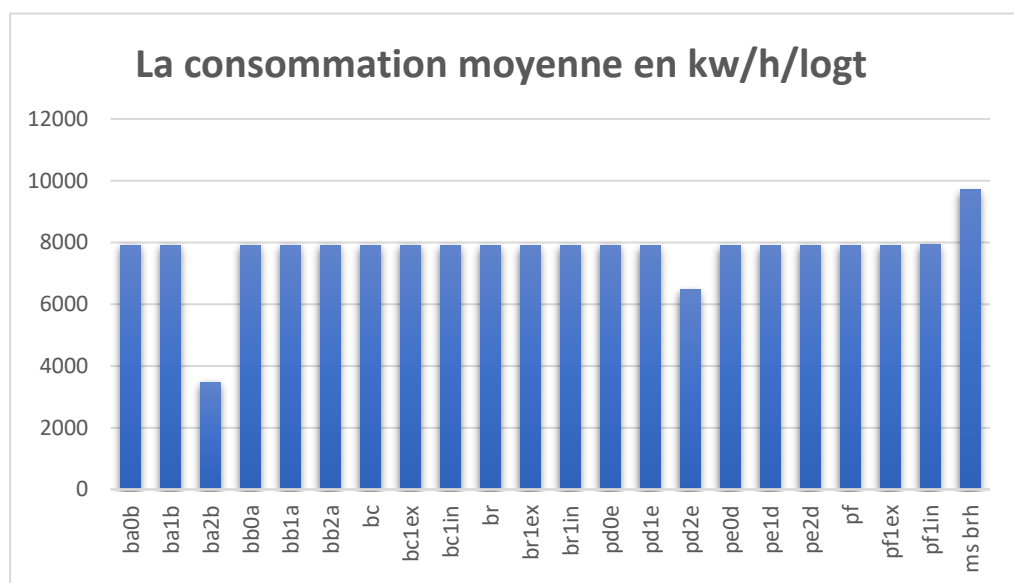
num	code scénario	Chauffage ouest	Chauffage angle	Chauffage sud
1	ba0b	8472	6631	8639
2	ba1b	8472	6631	8639
3	ba2b	3826	2689	3897
4	bb0a	8472	6631	8639
5	bb1a	8472	6631	8639
6	bb2a	8472	6631	8639
7	bc	8470	6619	8639
8	bc1ex	8472	6631	8639
9	bc1in	8470	6619	8639
10	br	8463	6610	8634
11	br1ex	8459	6605	8626
12	br1in	8470	6619	8639
13	pd0e	8472	6631	8639
14	pd1e	8460	6606	8626
15	pd2e	6954	5305	7122
16	pe0d	8463	6610	8634
17	pe1d	8459	6605	8626
18	pe2d	8472	6631	8639
19	pf	8470	6619	8639
20	pf1ex	8470	6619	8639
21	pf1in	8487	6629	8652
22	ms brh	10341	8215	10577

On constate, d'après le graphe et le tableau précédent que la consommation de l'énergie varie entre 4000 kw/h/logt et 10000 kw/h/logt dans les deux blocs ouest et sud ,d'un scenario à un autre ; alors qu'elle varie de 8000 kw/h/logt à 2000 kw/h/logt dans les blocs d'angle et cela c'est du au fait que le bloc d'angle est protégé.

1.1.1 La consommation moyenne pendant la période de chauffage :

Après avoir détaillé dans les résultats de la consommation de l'énergie, nous avons calculer la consommation moyenne de chaque scénario dans tout l'ilot ; ce qui veut dire la consommation moyenne de chaque logement dans tout l'ilot, on constate que la consommation moyenne de d'énergie minimale est de 3471 kw/h/logt et que la consommation moyenne d'énergie maximale est de 9711kw/h/logt .D'après le graphe 4 et le tableau 7 les scénarios sont divisés en 4 groupes comme suit :

- Groupe n°1 : scénario 0 (ms brh) c'est le cas le plus consommateur ou la consommation moyenne est de plus de 9000 kw/h/logt .
- Groupe n°2 : scénario (Ba0b , Ba1b , Bb0a , Bb1a ,Bb2a , Bc , Bc1ex, Bc1in , BR, BR1ex ,BR1in, Pd0e, Pd1e, Pe0d, Pe1d, Pe2d , Pf, Pf1ex, Pf1in) d'où la consommation moyenne en énergie est moins de 8000 kw/h/logt.
- Groupe n°3 : scénario (Pd2e) ou la consommation moyenne d'énergie dépasse 6000 kw/h/logt
- Groupe n°4: c'est les cas du scénario (Ba2b) avec la plus basse consommation moyenne d'énergie vu qu'elle est à moins de 4000 kw/h/logt.



Graphe 4 :la consommation moyenne de chaque logement dans tout l'ilot (Auteur, 2021).

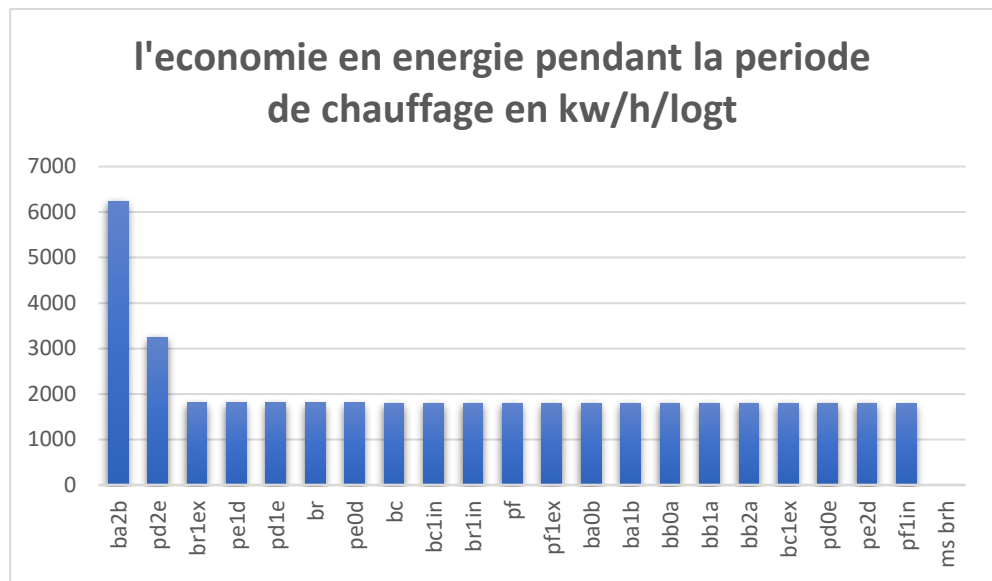
Tableau 7: la consommation moyenne de chaque scénario. (Auteur, 2021).

code scenario	La moyenne kw/h/logt	Code scenario	La moyenne kw/h/logt	code scenario	La moyenne kw/h/logt	code scenario	La moyenne kw/h/logt
ba2b	3471	br	7902	pf1ex	7909	bc1ex	7914
pd2e	6461	pe0d	7902	ba0b	7914	pd0e	7914
br1ex	7897	bc	7909	ba1b	7914	pe2d	7914
pe1d	7897	bc1in	7909	bb0a	7914	pf1in	7922
pd1e	7897	br1in	7909	bb1a	7914	ms brh	9711
br	7902	pf	7909	bb2a	7914		

1.1.2 L'économie d'énergie pendant la période de chauffage :

Après avoir calculer et interpréter la consommation d'énergie de chaque scénario, nous avons calculer l'économie de l'énergie afin de déterminer le scénario le moins consommateur d'énergie. Selon le graphe 5 et le tableau 8, nous constatons que les scénarios en terme d'économie d'énergie se divise en 4 groupes comme suit:

- Groupe n°1 : scénario 0 (ms brh) c'est le scénario le moins économique en énergie avec une économie nulle.
- Le 2eme groupe : scénario (Ba0b , Ba1b , Bb0a , Bb1a ,Bb2a , Bc , Bc1ex, Bc1in , BR, BR1ex ,BR1in, Pd0e, Pd1e, Pe0d, Pe1d, Pe2d , Pf, Pf1ex, Pf1in) ou l'économie en énergie varie de 1700 kw/h/logt à 1800 kw/h/logt.
- Le 3eme groupe : scénario (Pd2e) ou l'économie d'énergie est de 3251 kw/h/logt
- Le 4eme groupe : le scénario (Ba2b) c'est le cas du scénario le plus économique en énergie d'où son économie est de 6240 kw/h/logt.



Graph 5: l'économie en énergie des scénarios pendant la période de chauffage. (Auteur, 2021).

Tableau 8: l'économie et le % de l'économie de l'énergie des scénarios pendant la période de chauffage. (Auteur, 2021).

code scenario	L'économie en énergie en kw/h/logt	Le % de l'économie de l'énergie
ba2b	6240	64
pd2e	3251	33
br1ex	1814	19
pe1d	1814	19
pd1e	1814	19
br	1809	19
pe0d	1809	19
bc	1802	19
bc1in	1802	19
br1in	1802	19
pf	1802	19
pf1ex	1802	19
ba0b	1797	19
ba1b	1797	19
bb0a	1797	19
bb1a	1797	19
bb2a	1797	19
bc1ex	1797	19
pd0e	1797	19
pe2d	1797	19
pf1in	1789	18
ms brh	0	0

1.1.3 Le classement et la discussion des scénarios pendant la période du chauffage :

D'après les vérifications et les analyses précédentes des résultats obtenus, nous allons faire le classement des scénarios par consommation d'énergie et économie d'énergie, pendant la période de chauffage. On constate que le scénario proposé dont le type de mur est composé du matériau de remplissage le béton de chanvre et du matériau isolant la laine de chanvre avec les dimensions 10cm-15cm-15cm est le type le moins consommateur d'énergie et le plus économiques en termes d'énergie avec une consommation de 3471 kw/h/logt et une économie de 6240 kw/h/logt, cela c'est du a la performance énergétique des matériaux et à leurs faibles conductivités thermiques. Le second est le scénarios du type de mur qui se compose du matériau de remplissage ,le parpaing et le matériau d'isolation la laine de chanvre avec les dimensions 10cm-15cm-15cm avec une consommation énergétique de 6451 kw/h/logt et une économie d'énergie de 3251 kw/h/logt .Les autres scénarios leurs consommation de l'énergie est presque proches vu qu'elles se varies de 7000 kw/h/logt jusqu'à 7897 kw/h/logt ,ainsi que leurs économies en énergie qui varie de 1814kw/h/logt à 1789 kw/h/logt pour des types de murs avec les matériaux de remplissage le parpaing , le béton de chanvre , la brique silico-calcaire et les matériaux d'isolation la ouate de cellulose et la laine de chanvre avec les dimensions 10cm-15cm-15cm, 15cm-15cm-10cm,20cm,20cm-15cm et 15cm-20cm , en dernier le scénario le plus consommateur d'énergie c'est le cas d'un type de mur ordinaire avec un matériau de remplissage la brique et isolation en air avec les dimension 10cm5cm-15cm dont se consommation en énergie est de 9711 kw/h/logt et son économie en énergie est nulle. Voir tableau 9.

Tableau 9:classement des scénarios pendant la periode de chauffage.(Auteur,2021).

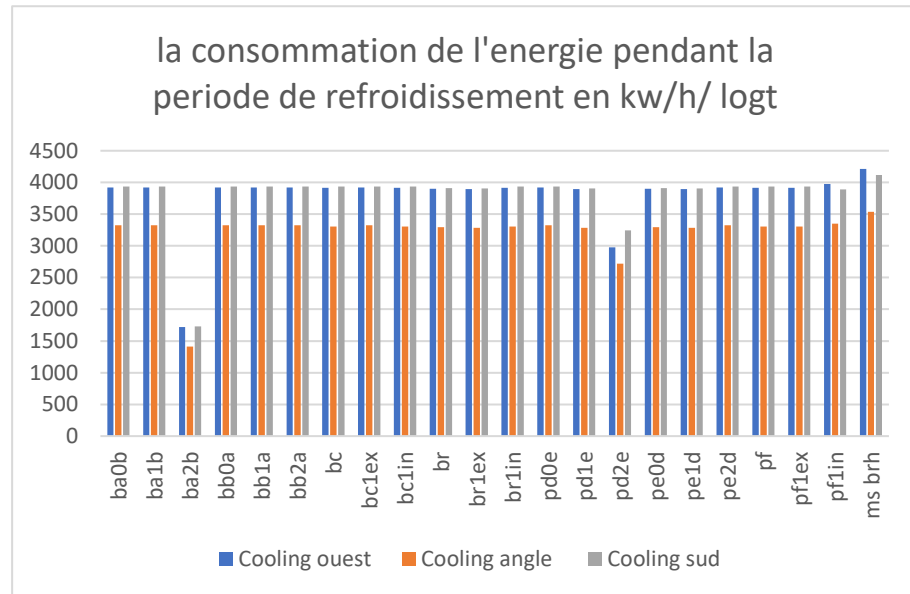
Le classement	code scenario	La consommation moyenne en kw/h/logt	L'economie en energie en kw/h/logt
1	ba2b	3471	6240
2	pd2e	6461	3251
3	br1ex	7897	1814
4	pe1d	7897	1814
5	pd1e	7897	1814
6	br	7902	1809
7	pe0d	7902	1809
8	bc	7909	1802
9	bc1in	7909	1802
10	br1in	7909	1802
11	pf	7909	1802
12	pf1ex	7909	1802
13	ba0b	7914	1797
14	ba1b	7914	1797
15	bb0a	7914	1797
16	bb1a	7914	1797
17	bb2a	7914	1797
18	bc1ex	7914	1797
19	pd0e	7914	1797
20	pe2d	7914	1797
21	pf1in	7922	1789
22	ms brh	9711	0

1.2 La consommation de l'énergie pendant la période de climatisation :

Dans ce cas, selon les données climatiques et les résultats acquis, par le logiciel Ecotect, présenté dans le graphe 06 et le tableau 10, on constate que les scénarios de l'utilisation de climatisation enregistrée pour le confort d'été sont divisés en 04 groupes comme suit :

- Groupe n°1 : scenario 0 (ms brh) ou la consommation de l'énergie est de plus que 4000 kw/h/logt pour les deux blocs ouest et sud alors qu'elle est de 3000 kw/h/logts pour le bloc d'angle à l'ouest .
- Groupe n°2 : scenario (Pa0b, Ba1b, Bb0a, Bb1a, Bb2a,Bc, Bc1ex, Bc1in,Br,Br1ex,Br1in, Pd0e,Pd1e ,Pe0d, Pe1d,Pe2d,Pf, Pf1ex, Pf1in) la consommation de l'énergie est supérieure à 3500 kw/h/logt pour les deux blocs ouest et sud alors qu'elle inférieure à 3500 kw/h/logts dans le bloc d'angle.
- Groupe n°3 : scénario (Pd2e) la consommation de l'énergie pendant la période de refroidissement dans ce cas est moins de 3000 kw/h/logt dans le bloc ouest alors qu'elle est supérieure 3000 kw/h/logt dans le bloc du sud et elle sa baisse jusqu'à presque 2500 kw/h/logt dans le bloc d'angle.

- Groupe n°4: scénario (Ba2b) la consommation la plus basse de tous les blocs est dans ce scenario d'où elle est à moins de 2000 kw/h/logt dans les deux blocs ouest et sud et à moins de 1500 kw/h/logt dans le bloc angle.



Graphe 6:la consommation de l'énergie par logement de chaque bloc pendant la période de refroidissement. (Auteur,2021).

On constate d'après le graphe et le tableau précédents que la consommation de l'énergie varie entre 3500 kw/h/logt et 4500 kw/h/logt dans les deux blocs ouest et sud, d'un scenario a un autre ; alors qu'elle varie entre 1500 kw/h/logt et 3000 kw/h/logt dans le bloc d'angle et cela est du à ce que le bloc d'angle est protégé. Voir graphe 5, tableau10.

Tableau 10:la consommation de l'énergie pendant la période de refroidissement de chaque bloc, dans chaque scenario.(Auteur,2021).

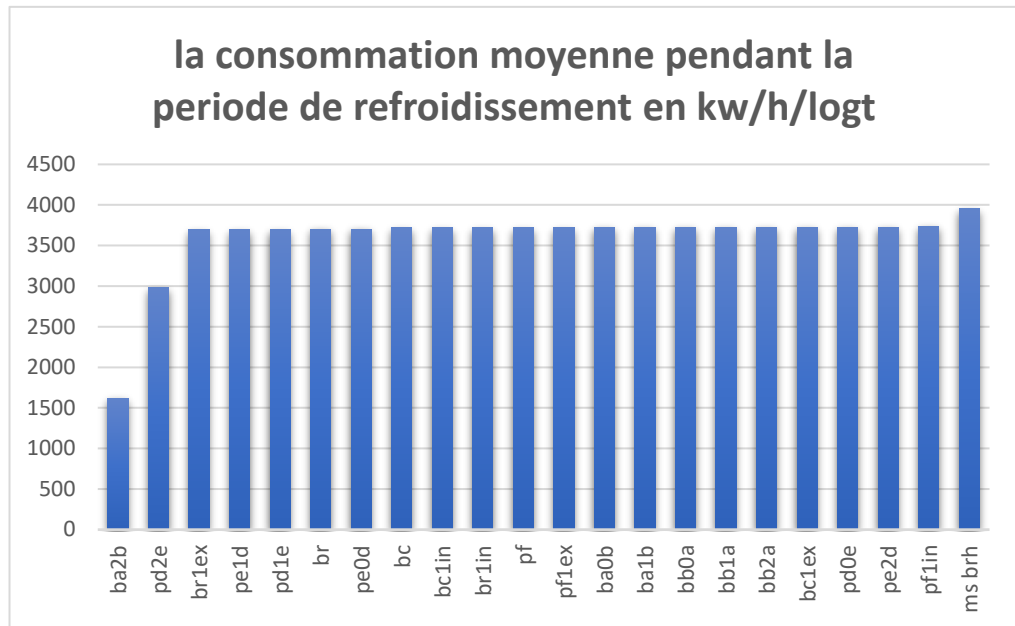
code scenario	Climatisation ouest	Climatisation angle	Climatisation sud
ba0b	3921	3324	3934
ba1b	3921	3324	3934
ba2b	1720	1411	1732
bb0a	3921	3324	3934
bb1a	3921	3324	3934
bb2a	3921	3324	3934
bc	3917	3303	3934
bclex	3921	3324	3934
bc1in	3917	3303	3934
br	3901	3292	3908
brlex	3896	3282	3905
br1in	3917	3303	3934
pd0e	3921	3324	3934
pd1e	3897	3283	3907

pd2e	2975	2721	3245
pe0d	3901	3292	3908
pe1d	3896	3282	3905
pe2d	3921	3324	3934
pf	3917	3303	3934
pflex	3917	3303	3934
pflin	3977	3349	3892
ms brh	4213	3536	4117

1.2.1 La consommation moyenne pendant la période de climatisation :

Après avoir détaillé dans les résultats de la consommation d'énergie, nous avons calculer la consommation moyenne de chaque scénario dans tout l'ilot, ce qui veut dire la consommation moyenne de chaque logement dans tout l'ilot. D'où on constate que la consommation moyenne de l'énergie minimale est de 1621 kw/h/logt et la consommation moyenne de l'énergie maximale est de 3955 kw/h/logt. Donc d'après le graphe 7 et le tableau 11 les scénarios sont divisés en 4 groupes comme suit :

- Groupe n°1 : scénario 0 (ms brh) c'est le cas le plus consommateur ou la consommation moyenne est presque de 4000 kw/h/logt .
- Groupe n°2 : scénario (Ba0b , Ba1b , Bb0a , Bb1a ,Bb2a , Bc , Bc1ex, Bc1in , BR, BR1ex ,BR1in, Pd0e, Pd1e, Pe0d, Pe1d, Pe2d , Pf, Pflex, Pflin) d'où la consommation moyenne en énergie est supérieur à 3500 kw/h/logt.
- Groupe n°3 : scénario (Pd2e) ou la consommation moyenne de l'énergie dépasse 2500 kw/h/logt
- Groupe n°4 : c'est les cas du scénario (Ba2b) avec la plus basse consommation moyenne d'énergie qui n'est que de 1500kw/h/logt.



Graph 7: la consommation moyenne de l'énergie des scenarios. (Auteur, 2021).

Tableau 11: la consommation moyenne d'énergie de chaque scénario pendant la période de climatisation. (Auteur, 2021).

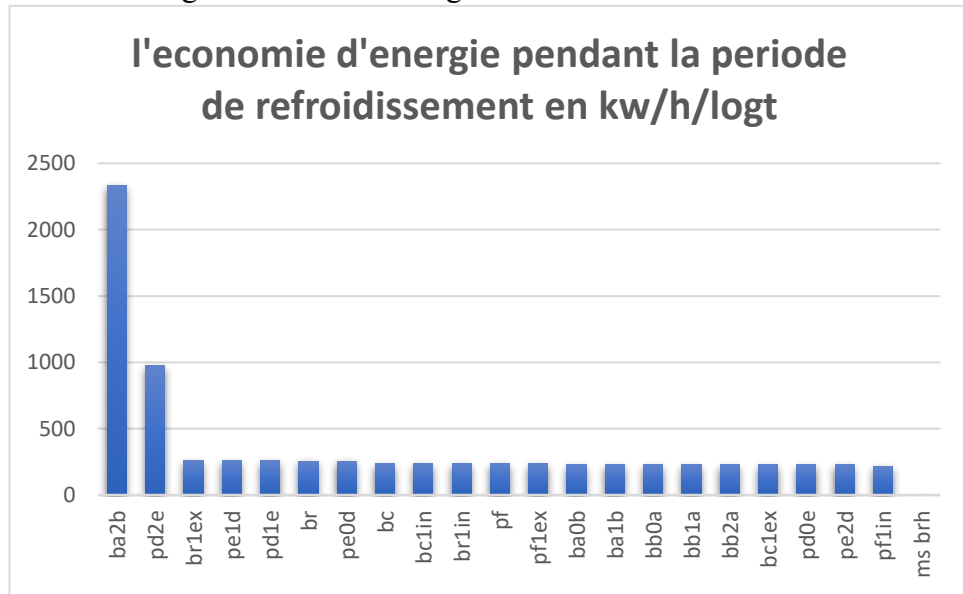
code scenario	La moyenne Kw/h/logt	code scenario	La moyenne Kw/h/logt	code scenario	La moyenne Kw/h/logt	code scenario	La moyenne Kw/h/logt
ba2b	1621	br	3700	pf1ex	3718	bc1ex	3726
pd2e	2981	pe0d	3700	ba0b	3726	pd0e	3726
br1ex	3694	bc	3718	ba1b	3726	pe2d	3726
pe1d	3694	bc1in	3718	bb0a	3726	pf1in	3739
pd1e	3696	br1in	3718	bb1a	3726	ms brh	3955
br	3700	pf	3718	bb2a	3726		

1.2.2 L'économie de l'énergie pendant la période de climatisation :

Après avoir calculé et interprété la consommation de l'énergie de chaque scénario, nous avons calculé l'économie de l'énergie afin de déterminer le scénario le moins consommateur en termes de la consommation de l'énergie. Donc, selon le graphe 8 et le tableau 12 ; nous constatons que l'économie de l'énergie des scénarios se divise en 4 groupes comme suite :

- Groupe n°1 : scénario 0 (ms brh) c'est le scénario le moins économique d'énergie avec une économie nulle.
- Groupe n°2 : scénario (Ba0b , Ba1b , Bb0a , Bb1a , Bb2a , Bc , Bc1ex, Bc1in , BR, BR1ex ,BR1in, Pd0e, Pd1e, Pe0d, Pe1d, Pe2d , Pf, Pf1ex, Pf1in) ou l'économie d'énergie varie de 216 kw/h/logt à 261 kw/h/logt.
- Groupe n°3 : scénario (Pd2e) ou l'économie de l'énergie est de 975 kw/h/logt

- Groupe n°4: scénario (Ba2b) le cas le plus économique en énergie avec 2334 kw/h/log d'économie d'énergie.



Graph 8:l'économie d'énergie des scénarios pendant la période de refroidissement.(Auteur,2021).

Tableau 12:l'économie et le % d'économie des scénarios pendant la période de refroidissement.(Auteur,2021).

code scenario	energy saving	%
ba2b	2334	59
pd2e	975	25
br1ex	261	7
pe1d	261	7
pd1e	260	7
br	255	6
pe0d	255	6
bc	238	6
bc1in	238	6
br1in	238	6
pf	238	6
pf1ex	238	6
ba0b	229	6
ba1b	229	6
bb0a	229	6
bb1a	229	6
bb2a	229	6
bc1ex	229	6
pd0e	229	6
pe2d	229	6
pf1in	216	5
ms brh	0	0

1.2.3 Le classement et la discussions des scénarios pendant la période de climatisation :

D'après les vérifications et les analyses précédentes des résultats obtenus , nous allons faire le classement des scenarios par consommation d'énergie et économie d'énergie pendant la période de climatisation .On constate que le scenario proposé dont le type de mur est composé du matériau de remplissage le béton de chanvre et du matériau isolant la laine de chanvre avec

les dimensions 10cm-15cm-15cm est le type le moins consommateur de l'énergie et le plus économiques en terme d'énergie avec une consommation de 1621kw/h/logt et une économie de 2334 kw/h/logt , cela est du a la performance énergétique des matériaux et a leurs faible conductivité thermique. Le second scénario est le type de mur qui se compose du matériau de remplissage le parpaing et le matériau d'isolation la laine de chanvre avec les dimensions 10cm-15cm-15cm avec une consommation énergétique de 2981 kw/h/logt et une économie d'énergie de 975 kw/h/logt . Les autres scénarios leurs consommation de l'énergie est presque proches vu qu'elle varie de 3694 kw/h/logt jusqu'à 3739kw/h/logt ,ainsi que leurs économie en énergie qui varie de 261 kw/h/logt jusqu'à 216 kw/h/logt pour des types de murs avec les matériaux de remplissage le parpaing , le béton de chanvre et la brique silico-calcaire et les matériaux d'isolation la ouat de cellulose et la laine de chanvre avec des dimensions 10cm-15cm-15cm, 15cm-15cm-10cm,20cm,20cm-15cm et 15cm-20cm. En dernier, le scénario le plus consommateur d'énergie et le moins économique en énergie est le cas du mur ordinaire avec un matériau de remplissage le brique et isolation en air avec les dimension 10cm-5cm-15cm vu que sa consommation en énergie est de 3955 kw/h/logt et son économie en énergie est nulle .Voir tableau 13.

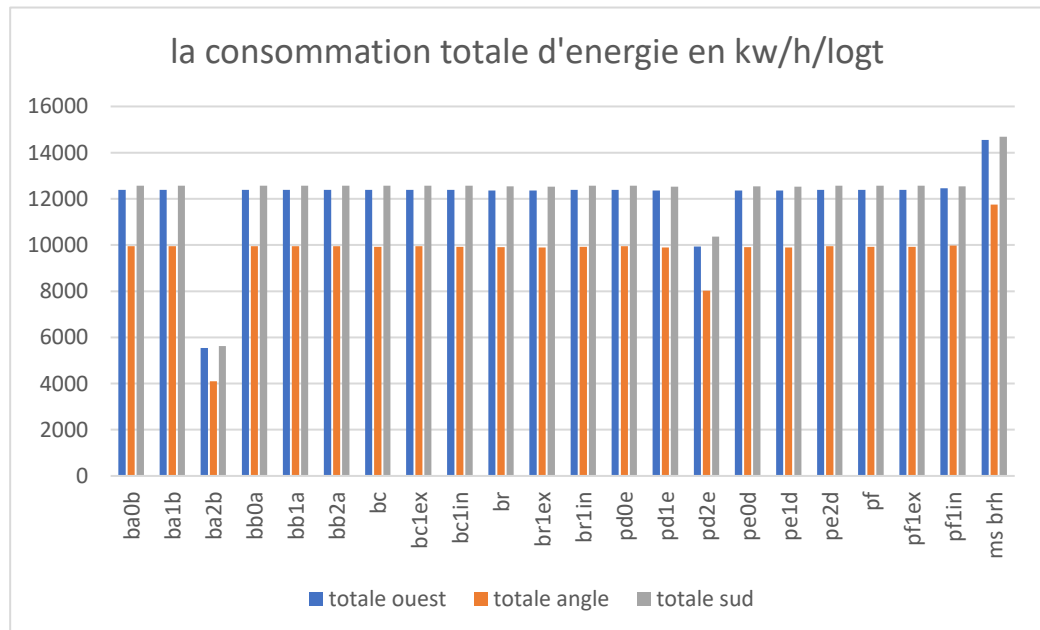
Tableau 13: le classement des scenarios pendant la période de refroidissement.(Auteur,2021).

Le classement	code scenario	La consommation moyenne en kw/h/logt	L'économie en énergie en kw/h/logt
1	ba2b	1621	2334
2	pd2e	2981	975
3	br1ex	3694	261
4	pe1d	3694	261
5	pd1e	3696	260
6	br	3700	255
7	pe0d	3700	255
8	bc	3718	238
9	bc1in	3718	238
10	br1in	3718	238
11	pf	3718	238
12	pf1ex	3718	238
13	ba0b	3726	229
14	ba1b	3726	229
15	bb0a	3726	229
16	bb1a	3726	229
17	bb2a	3726	229
18	bc1ex	3726	229
19	pd0e	3726	229
20	pe2d	3726	229
21	pf1in	3739	216
22	ms brh	3955	0

1.3 La consommation de l'énergie combiné des deux périodes estivales et hivernales :

La consommation de l'énergie totale de tous les scénarios est sur le même axe d'interprétation que les interprétations précédentes comme le montre le graphe 9 et le tableau 14. Donc le graphe se divise aussi en 4 groupes aussi comme suit:

- Groupe n° 1: le scénario 0 (mr brh) ou la consommation de l'énergie est plus que 14000 kw/h/logt pour les deux blocs ouest et sud et superieur que 10000 kw/h/logt pour bloc d'angle .
- Groupe n°2:les scénarios (Ba0b, Ba1b,Bb0a,Bb1a, Bb2a,Bc, Bc1ex, Bc1in,Br,Br1ex, Br1in,Pd0e,Pd1e,Pe0d,Pe1d,Pe2d,Pf,Pf1ex,Pf1in),dont la consommation de l'énergie dépasse 12000 kw/h/logt en ce qui concerne les deux blocs ouest et sud , par contre elle est plus basse dans le bloc d'angle vu qu'elle n'est que de 10000 kw/h/logt .
- Groupe n°3 : le scenario (Pd2e) ou la consommation de l'énergie est inferieur à 12000kw/h/logt ,pour les deux bloc sud et ouest ,et de 8000kw/h/logt pour le bloc d'angle.
- Groupe n°4: le scénario (Ba2b) d'où la consommation de l'énergie est entre 4000kw/h/logt et 5000kw/h/logt en ce qui concerne les deux blocs ouest et sud,et elle est de 4000kw/h/logt dans le bloc angle.



Graphe 9:la consommation combiner de chaque bloc.(Auteur,2021).

Tableau 14:la consommation combinée de chaque scénario en kw/h/logt.(Auteur,2021).

code scenario	totale ouest	totale angle	totale sud
ba0b	12393	9955	12573
ba1b	12393	9955	12573
ba2b	5546	4100	5629
bb0a	12393	9955	12573
bb1a	12393	9955	12573
bb2a	12393	9955	12573
bc	12387	9922	12573
bc1ex	12393	9955	12573
bc1in	12387	9922	12573
br	12364	9902	12542
br1ex	12355	9887	12532
br1in	12387	9922	12573
pd0e	12393	9955	12573
pd1e	12356	9889	12533
pd2e	9930	8027	10367
pe0d	12364	9902	12542
pe1d	12355	9887	12532
pe2d	12393	9955	12573
pf	12387	9922	12573
pf1ex	12387	9922	12573
pf1in	12463	9978	12544
ms brh	14554	11751	14694

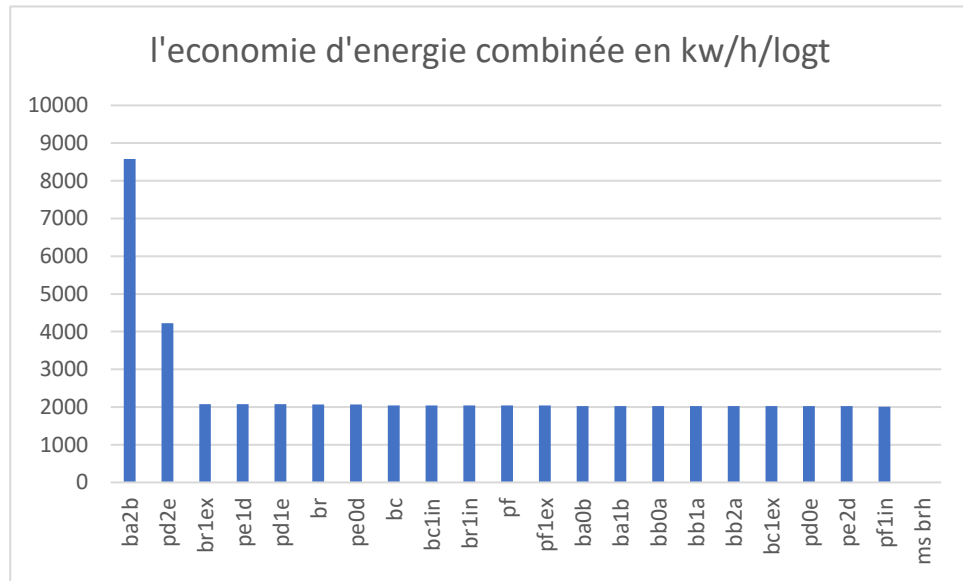
Donc , d'après le graphe et le tableau précédents la consommation combiné d'énergie des blocs elle varie entre 14000 kw/h/logt et 12000 kw/h/logt dans les deux blocs ouest et sud ,d'un scenario à un autre ; alors qu'elle varie entre moins de 12000 kw/h/logt et 4000 kw/h/logt dans le bloc d'angle et cela est du à ce que le bloc d'angle est protégé.

1.3.1 L'économie de l'énergie combinée des deux périodes de chauffage et de climatisation :

Après avoir calculé et interprété la consommation dénergie de chaque scénario , nous avons calculé l'économie d'énergie afin de savoir le scénario le moins consommateur en terme d'énergie. Donc, selon le graphe 10 et le tableau 15, nous constatons que l'économie de l'énergie des scénarios se divise en 4 groupes comme suit:

- Groupe n°1 : scénario 0 (ms brh) c'est le scénario le moins économique en énergie avec une économie nulle .
- Groupe n°2: scénario (Ba0b , Ba1b , Bb0a , Bb1a ,Bb2a , Bc , Bc1ex, Bc1in , BR, BR1ex ,BR1in, Pd0e, Pd1e, Pe0d, Pe1d, Pe2d , Pf, Pf1ex, Pf1in) ou l'économie en énergie varie de 2005 kw/h/logt à 2075 kw/h/logt.
- Groupe n°3: scénario (Pd2e) ou l'économie de l'énergie est de 4225 kw/h/logt.

- Groupe n°4 : scénario (Ba2b) le cas le plus économique en énergie avec 8575 kw/h/logt d'économie d'énergie.



Graph 10:l'économie de l'énergie combinée des deux périodes. (Auteur, 2021).

Tableau 15:l'économie et le % de l'économie de l'énergie combinée des deux périodes. (Auteur,2021)

code scenario	L'économie de l'énergie en kw/h/logt	Le % de l'économie
ba2b	8575	63
pd2e	4225	31
br1ex	2075	15
pe1d	2075	15
pd1e	2074	15
br	2064	15
pe0d	2064	15
bc	2039	15
bc1in	2039	15
br1in	2039	15
pf	2039	15
pf1ex	2039	15
ba0b	2026	15
ba1b	2026	15
bb0a	2026	15
bb1a	2026	15
bb2a	2026	15
bc1ex	2026	15
pd0e	2026	15
pe2d	2026	15
pf1in	2005	15
ms brh	0	0

1.3.2 Le classement et la discussion des scénarios pendant les deux périodes estivale et hivernale combiné :

Selon le classement général des scénarios par consommation d'énergie et économies d'énergie pendant les deux périodes de chauffage et de refroidissement présenté dans le tableau16, le scénario avec le mur qui est en béton de chanvre comme un matériau de remplissage et la laine de chanvre comme un matériau isolant avec les dimensions 10cm-15cm-15cm est le type le plus performant avec une économie d'énergie maximale qui est 8575 KW/h/logt avec une consommation énergétique de 5092 kw/h/logt . Voir tableau16.

Tableau 16:le classement des scénarios pendant les deux périodes. (Auteur,2021).

Le classement	code scenario	La consommation moyenne en kw/h/logt	L'economie de l'energie en kw/h/logt
1	ba2b	5092	8575
2	pd2e	9441	4225
3	brlex	11591	2075
4	pe1d	11591	2075
5	pd1e	11593	2074
6	br	11603	2064
7	pe0d	11603	2064
8	bc	11627	2039
9	bc1in	11627	2039
10	br1in	11627	2039
11	pf	11627	2039
12	pf1ex	11627	2039
13	ba0b	11640	2026
14	ba1b	11640	2026
15	bb0a	11640	2026
16	bb1a	11640	2026
17	bb2a	11640	2026
18	bc1ex	11640	2026
19	pd0e	11640	2026
20	pe2d	11640	2026
21	pf1in	11661	2005
22	ms brh	13667	0

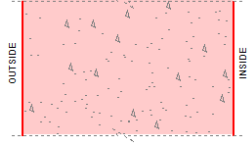
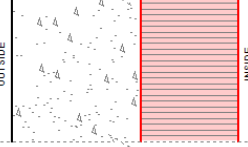
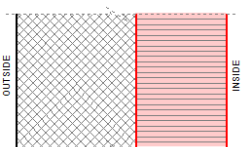
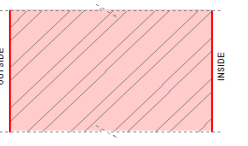
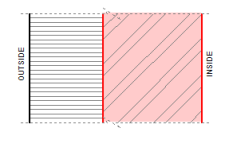
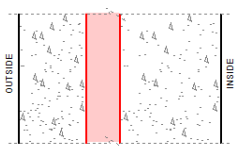
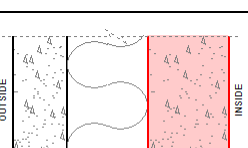
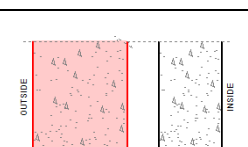


En conclusion, le modèle le plus performant est le scénario Ba2b un mur avec des matériaux a base de végétation ,le béton de chanvre comme un matériau de remplissage et la laine de chanvre comme un matériau isolant avec les dimensions 10cm-15cm-15cm ; alors que le scénario ms brh un mur ordinaire avec de la brique comme un matériau de remplissage et une lame d'air isolante avec les dimensions 10cm-5cm-15cm est le moins performant .

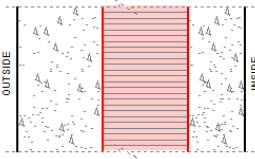
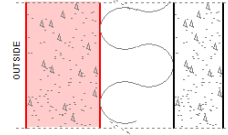
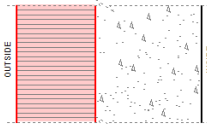
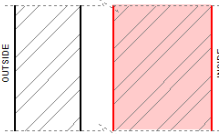
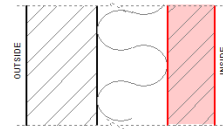
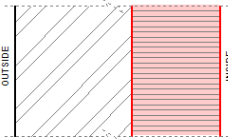
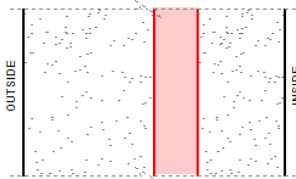
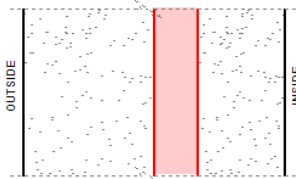
2. Décodification du classement final des scénarios :

Après avoir établi le processus de simulation des 22 différents scénarios et analysé leur rendement en termes de consommation d'énergie en période de chauffage et de refroidissement et leur potentiel d'économie d'énergie, nous avons réussi à classer les 22 scénarios du plus efficace au plus énergivore. Voir tableau 17.

Tableau 17: la décodification avec classement de scénarios. (Auteur, 2021).

	Classement	01
	Code	Ba2b
	Matériau de remplissage	Béton de chanvre
	Matériau isolant Dimension	La laine de chanvre 10cm-15cm-15cm
	Classement	02
	Code	Pd2e
	Matériau de remplissage	Parpaing
	Matériau isolant Dimension	La laine de chanvre 10cm-15cm-15cm
	Classement	03
	Code	Br1ex
	Matériau de remplissage	La brique silico-calcaire
	Matériau isolant Dimension	La ouate de cellulose 15cm-20cm
	Classement	04
	Code	Pe1d
	Matériau de remplissage	Le parpaing
	Matériau isolant Dimension	La ouate de cellulose 15cm-15cm-10cm
	Classement	05
	Code	Pd1e
	Matériau de remplissage	Le parpaing
	Matériau isolant Dimension	La ouate de cellulose 10cm-15cm-15cm
	Classement	06
	Code	Br
	Matériau de remplissage	La brique silico-calcaire
	Matériau isolant Dimension	Sans isolant 20cm
	Classement	07
	Code	Pe0d
	Matériau de remplissage	Le parpaing
	Matériau isolant Dimension	Sans isolant 15cm-5cm-10cm

	Classement	08
	Code	Bc
	Matériau de remplissage	Le béton de chanvre
	Classement	09
	Code	Bc lin
	Matériau de remplissage	Le béton de chanvre
	Classement	10
	Code	Br lin
	Matériau de remplissage	La brique silico-calcaire
	Classement	11
	Code	Pf
	Matériau de remplissage	Le parpaing
	Classement	12
	Code	Pf1ex
	Matériau de remplissage	Le parpaing
	Classement	13
	Code	Ba0b
	Matériau de remplissage	Le béton de chanvre
	Classement	14
	Code	Ba1b
	Matériau de remplissage	Le béton de chanvre
	Classement	15
	Code	Bb0a
	Matériau de remplissage	Le béton de chanvre
	Classement	15
	Code	Bb0a
	Matériau de remplissage	Le béton de chanvre
	Classement	15
	Code	Bb0a
	Matériau de remplissage	Le béton de chanvre

	Classement	16
	Code	Bb1a
	Classement	17
	Code	Bb2a
	Classement	18
	Code	Bc1ex
	Classement	19
	Code	Pd0e
	Classement	20
	Code	Pe2d
	Classement	21
	Code	Pflin
	Classement	22
	Code	Ms Brh
	Matériau de remplissage	La brique
	Matériau isolant Dimension	L'âme d'aire 10cm- 5cm-15cm

Conclusion

L'expérimentation du genre de mur comme un facteur d'élimination de déperditions thermiques, pour réduire la consommation énergétique, dans le logement dans un climat semi-aride, démontre que les matériaux de constructions avec leurs dimensions jouent un rôle important dans l'amélioration des performances du type de mur en termes de consommation et d'économies d'énergie du logement. A l'aide de cette recherche, nous sommes arrivés à un genre de mur avec des matériaux performants qui ont donné de bons résultats en termes de consommation et d'économie l'énergie.

Nous concluons que le genre de mur le moins énergivore est celui qui se compose du béton de chanvre comme un matériau de remplissage et la laine de chanvre comme isolant avec les dimensions 10cm-15cm-15cm, car ce genre a une capacité de réduire la consommation d'énergie de 64 % pendant la période de chauffage et de 59% pendant la période de refroidissement ce qui est très important.

Conclusion générale

L'économie d'énergie est l'une des priorités les plus importantes dans les pays. Pour cette raison à travers le monde, des mesures d'efficacité énergétique sont de plus en plus mises en œuvre dans tous les secteurs. Le secteur résidentiel prend en charge une part importante de la consommation d'énergie que l'on peut diminuer par la bonne élaboration des matériaux de construction afin de concevoir une habitation moins consommatrice d'énergie, en prenant en considération leurs impact sur l'environnement.

Cette recherche présente une étude sur l'application des matériaux de construction comme un facteur d'élimination des déperditions thermiques pour réduire la consommation d'énergie dans un écoquartier de 315 logements promotionnels dans un climat semi-aride au nouveau pôle l'Aanba-Tébessa.

Parmi les objectifs de la recherche, est de concevoir un écoquartier qui répond aux besoins de ces habitants, ainsi que d'atteindre tout ces indispensables, afin d'offrir un environnement sain, durable et une qualité de vie meilleurs à ses habitants. Plus l'objectif de tester la fiabilité du genre de construction de mur, afin d'avoir un type de mur performant en termes de réduction de la consommation d'énergie ; pour cela nous avons répartie la recherche en deux parties comme suit :

Une partie théorique, qui contient trois chapitres dont le premier chapitre intitulé l'habitat et l'habitation et qui consiste à faire un survol sur les notions de base sur l'habitat ,le deuxième chapitre intitulé les écoquartiers comme une projet urbain durable qui consiste en un aperçu sur les écoquartiers comme une planification urbaine durable et ses critères indispensables , plus l'analyse des exemples qui aident à mieux comprendre et élaborer ce type de projet et un dernier chapitre qui consiste à citer les recherches antérieures sur l'élaboration des matériaux de construction écologiques et locaux au niveau des parois avec leur efficacité en terme de la réduction de la consommation énergétique dans le bâtiment, plus un petit survol sur les matériaux de construction qu'on a tiré des recherches antérieures.

Une partie expérimentale, qui contient le 4eme chapitre intitulé présentation du cas d'étude et création du modèle de l'analyse ou on va faire la présentation du cas d'étude, le climat de la ville de Tébéssa et le programme acquis pour le projet, puis la création expérimentale du genre de mur , et le 5eme chapitre intitulé analyse et interprétation des résultat de la simulation , il vise l'interprétation et la discussion des résultat obtenus après avoir fait la simulation sur le genre de construction de murs avec leurs variables ; par cette partie on vise

l'objectif de tester la fiabilité du genre de construction de mur à travers deux variables qui sont les matériaux de constructions et leurs dimensions en termes d'élimination des déperditions thermiques, pour réduire la consommation de l'énergie dans un écoquartier en climat semi-aride au nouveau pôle L'Aanba –Tébessa.

Pour atteindre cet objectif, on a fait une expérimentation numérique ou on a créé un modèle d'analyse constitué d'un îlot composée de trois blocs, dont le nombre de logement est 44 logements. Ensuite, nous avons créé des murs selon les matériaux choisis afin d'évaluer leurs performances en termes de réduction de la consommation d'énergie. On a entamé une expérimentation avec 22 scénarios, à l'aide du logiciel de simulation ECOTECT ANALYSYS afin de faire une lecture de la consommation d'énergie pendant les saisons de chauffage et de refroidissement, ce qui va nous permettre de classer les scénarios du scénario le plus efficace au plus faible selon leurs économies d'énergie pendant les deux périodes combinées.

Les principales déductions des résultats de cette recherche sont :

- La bonne application et le bon choix des matériaux de construction sont importants pour la réduction de la consommation de l'énergie.
- Le genre de mur le plus performant dans notre cas est le mur avec le béton de chanvre comme un matériau de remplissage et la laine de chanvre comme un matériau isolant avec les dimensions 10cm-15cm-15cm.
- L'économie d'énergie de ce genre de mur de construction est de 8575 kw/h/logt avec un pourcentage de 36 % d'économie d'énergie par rapport au genre de mur standard.

Alors, l'hypothèse avancée au départ : « on peut réduire la consommation de l'énergie par l'élimination des déperditions thermiques en qualifiant le genre de construction de mur comme un facteur de réduction de la consommation énergétique dans un écoquartier au nouveau pôle L'Aanba-Tébessa-Algérie. » est bien confirmé.

Au final, les matériaux de construction à base végétale sont moins disponibles sur le plan local et coûteux, mais ils restent plus intéressants à long terme en ce qui concerne leurs impacts positifs sur l'environnement, et leurs efficacités en termes de réduction de la consommation d'énergie. Les recherches sur ce sujet doivent être poursuivies et à développer dans de nombreux secteurs et avec différents paramètres, afin de bien comprendre les défis et les effets de ce facteur. Rechercher le genre idéal de mur qui convient aux différents

changements climatiques, dans le but de créer un environnement plus écologique, confortable pour les usagers et surtout qui économise les ressources énergétiques du bâtiment .Si la recherche aurait être poursuivie , nous recommandons , de continuer la simulation au niveau de tout le cas d'étude, de tester d'autres matériaux de construction en changeant les paramètres variables de l'expérimentation , ainsi que de s'engagé a s'expérimenté sur d'autre facteurs de la réduction de la consommation d'énergie .

Bibliographie

- Abderrahmane, M. B. (2001). *Etude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation.*
- Actu—Tout savoir sur l'habitat individuel. (2018, septembre 25). *Actu.* <https://www.c-mam.fr/2018/09/25/savoir-lhabitat-individuel/>
- *Algérie—Consommation d'énergie (kg de pétrole par habitant—Équivalence) | Statistiques.* . Consulté 22 janvier 2021, à l'adresse <https://perspective.usherbrooke>.
- Amirat, M. (2010.). *Economies d'Energie dans le Secteur de l'Habitat Consommation Electrique des Ménages.pdf.*
- Asma, Z. M. K. (2017). *Bilan thermique de construction : Étude d'un cas et présentation de solutions.* thèse de doctorat.
- Ahriz ,Atef (2017).Cours d'introduction à l'habitat et l'habitation ; consulté (2021, mars 16).
- Beddiar, K., Amjahdi, M., & Lemale, J. (2015). *Solutions énergétiques dans les écoquartiers.* Dunod.
- Bellefontaine, L., Bottieau, V., & Leonard, F. (2011). *Sous la direction de Pierre VANDERSTRAETEN (LOCI-UCL).*
- Bensaada, S., & Bouziane, M. T. (2015.). *TRANSFERT DE CHALEUR.* pdf. consulté le 16/04/2021 à l'adresse <https://www.chaleuretenergie>.
- *Bouacida Nour El imen Mémoire fin d'étude.pdf.* Consulté 26 décembre 2020, à l'adresse<http://dspace.univguelma.dz>
- Boutaud, B. (2009). Quartier durable ou éco-quartier ? *Cybergeo : European Journal of Geography.* <http://journals.openedition.org>
- Derghazarian, A., Tagnit-Hamou, A., Cabana, H., & Potvin, A. (2009.). *LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DU BÂTIMENT ET DU CADRE BÂTI DURABLE.*
- Driss, S. (2013.). *Analyse physique et caractérisation hygrothermique des matériaux de construction : Approche expérimentale et modélisation numérique.*
- DRISSI LAMRHARI, M. el hadi. (2018). *Comportement thermique et économie d'énergie dans un appartement avec différentes mesures d'efficacité énergétique dans*

- les six zones climatiques du Maroc* [Theses, Université Cadi Ayyad Marrakech (Maroc)]. <https://hal.archives-ouvertes.fr>
- Driss, Samri, S. (2015). *Analyse physique et caractérisation hygrothermique des matériaux de construction : Approche expérimentale et modélisation numérique*. Écoquartier. (2020). In Wikipédia. <https://fr.wikipedia.org>
 - Fezzioui, N., Belkacem, D., Mebirika, B., & Larbi, S. (2008). *Influence des caractéristiques dynamiques de l'enveloppe d'un bâtiment sur le confort thermique au sud Algérien*.
 - fleekernowiki, 2021 *l'habitat collectif*. Consulté 4 avril 2021, à l'adresse http://labogcc.org/sigcle_2010
 - *Grenoble_2010.pdf*. (2010.).
 - Guichard, S. (s. d.). *Contribution à l'étude des parois complexes intégrant des matériaux à changements de phase : Modélisation, expérimentation, et évaluation de la performance énergétique globale*.
 - Hamouda, C. (2013.). *Analyse théorique et expérimentale de la consommation d'énergie d'une habitation individuelle dans la ville de Batna*.
 - Hichem, H., & Walid, M. B. (2015.). *VERS UN QUARTIER DURABLE LE CAS DE NOUVELLE EXTENTIONS " DOUKKANE " TEBESSA*. 124.
 - Jean, A. (2021). *Contribution à l'étude des parois complexes végétalisées : Évaluation de la performance énergétique globale en climat tropical humide*. 378.
 - karima boucida. (2001). *L'habitat suburbain*.
 - Mahjoubi. (2006.). Consulté 27 décembre 2020, à l'adresse <https://biblio.univ-annaba.dz/wp>
 - *Les matériaux de construction écologiques*. (2004.). Consulté 3 mars 2021, à l'adresse <https://www.m-habitat.fr>
 - Lessard, Y., Amor, M. M. B., Blanchet, M. P., Frenette, M. C., Lefebvre, M. D., & Gagnon, M. B. (2018.). *MODÉLISATION DE L'INFLUENCE DE LA SÉLECTION DES MATÉRIAUX SUR LE PROFIL ENVIRONNEMENTAL DU CYCLE DE VIE D'UN BÂTIMENT À BUREAUX : ÉVALUATION CRITIQUE DE LEED V4*.
 - Malek, D. H. (2015). *Essai sur l'Histoire de l'Architecture de l'Habitation*.
 - Meliouch, F., & Tabet Aoul, K. (2001). *L'HABITAT ESPACES ET REPERES CONCEPTUELS*.
 - Munaretto, F. (2010). *Spécialité « Énergétique »*.

- *Martin,2010_coh_rence___pertinence_du_programme_architectural.pdf*. Consulté 6 avril 2021, à l'adresse <https://solidarites-sante.gouv.fr>
- *Nadjimohamedamine,(2015)*. Consulté 27 décembre 2020, à l'adresse <https://theses.univ-oran1.dz>
- Piché, O. (2012). *Récupération de chaleur pour le système de ventilation d'un aréna Analyse thermique, environnementale et fianciere*.
- Roulet, C.-A., Heidt, F.-D., Pibiri, M.-C., & Foradini, F. (2001). *Rendement réel de la récupération de chaleur dans les installations de ventilation des bâtiments*. 423-430.
- Sami Sahli. (2009). *Affichage habitat* [Ingénierie]. <https://fr.slideshare.net/>
- Samri, D. (2008). *Analyse physique et caractérisation hygrothermique des matériaux de construction : Approche expérimentale et modélisation numérique.SIMULATION DES PARAMETRES ARCHITECTURAUX DU CONFORT D'HIVER EN ALGERIE*.
- Mamoun . (2011.). Consulté 23 mars 2021, à l'adresse <https://theses.univ-oran1.dz/document/>
- *Karima MEHAOUED* (2019.). Consulté 4 avril 2021, à l'adresse <http://thesis.univ-biskra.dz>
- Verhage, R., & Leroy, M. (2014). Développement urbain durable : Comment apprendre des expériences d'écoquartiers ?. consulté le 14/5/2021 à l'adresse <https://doi.org/10.4000/geocarrefour>.
- Véronique, C. (2004.). *Propriétés mécaniques, thermiques et acoustiques d'un matériau à base de particules végétales : Approche expérimentale et modélisation théorique*.
- zeghichi, sara. (2014). *Bien-être et santé dans les logements collectifs L'exemple de quelques cités de Batna*. 346.
- Zemmouri, H., & Boukemaya, L. (2018). *ARCHITECTURE ET TECHNOLOGIE*.

