



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
en Architecture

Option : Architecture et environnement

Thème :

L'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le
confort thermique
-Cas d'étude habitat collectif à Tébessa-

Elaboré par :
KHELIF Abla

Encadré par :
Mr. AHRIZ Atef

Soutenu devant le jury

01- Mr. TADJINE Ibrahim
02- Mr. AHRIZ Atef
03- Mme. LACHEHEB Sara
04- Mme. CHELLOUG Fatima al Zahraa

Président
Rapporteur
Examineur
Co-encadreur

Année universitaire 2016/2017

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de mon cher père AMOR,

Ma chère mère MABROUKA,

Mes chers frères ZAKARIA et MOHAMMED,

Ma chère sœur ASMA,

Ma famille, et mes proches,

Mes collègues et amies et particulièrement ma sincère amie Meriem.

Remerciement

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu le tout puissant, pour son aide, courage et la chance qu'il m'a donné afin de mener à ce modeste travail.

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire :

A mon encadreur de mémoire Mr. AHRIZ Atef pour ses orientations, son aide, ses encouragements patients.

A Mme CHALOUGUE Fatma de m'apporter des conseils et des encouragements.

Mes remerciements vont aussi aux membres du jury : Mr. TADJINE Ibrahim, et Mme. LACHEHEB Sara, d'avoir accepté évaluer le travail du présent mémoire.

Je tiens à remercier tous les enseignants soit qui ont participé à ma formation, ou tous ce que je les ai rencontré pendant le parcours de mes études.

Je tiens à remercier mes collègues de la promotion 2012, qui j'ai passé de bons moments.

J'exprime mes chaleureux remerciements à chaque membre de ma famille : ma mère, ma sœur et mes frères, de leurs encouragements soit pendant ma formation ou l'élaboration de ce travail

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont soutenu, qui m'ont supporté pendant réalisation du présent mémoire.

Table des matières

Dédicace

Remerciement

Chapitre introductif : Introduction générale.....I

Introduction.....I

Description du problème.....II

Hypothèses.....II

Objectifs.....III

Méthodologie de la recherche.....III

Structure du mémoire III

Partie Théorique

Chapitre 01 : Architecture et climat.....1

Introduction.....1

1. Le climat.....1

1.1. La classification du climat du monde.....2

1.1.1. Une classification basée sur la végétation (Köppen).....2

1.1.2. Une classification basée sur la géo-climatique (Rosali Mignon)2

1.1.3. Une classification pour la conception architecturale3

1.2. Les éléments du climat.....3

1.2.1. Rayonnement solaire.....3

1.2.2. La température.....4

1.2.3. L'ensoleillement.....4

1.2.4. L'humidité.....4

1.2.5. Mouvement de l'air.....4

1.2.6. Précipitation.....4

1.2.7. La couverture nuageuse.....4

1.3. La conception climatique.....5

1.3.1. L'architecture vernaculaire.....5

1.3.2. L'architecture bioclimatique.....5

1.3.3. La conception solaire passive.....6

2.	Le confort thermique	6
2.1.	Les paramètres du confort thermique.....	7
2.1.1.	Les paramètres liés à l’homme.....	7
•	Le métabolisme.....	7
•	L'habillement	7
2.1.2.	Les paramètres liés à son environnement.....	7
•	La température.....	7
•	L'humidité relative de l'air.....	8
•	La vitesse ou le mouvement de l'air.....	9
2.2.	Outils d’évaluation du confort thermique.....	9
2.2.1.	Les indices PMV et PPD.....	10
•	Le vote moyen prévisible PMV.....	10
•	Le pourcentage prévisible d’insatisfaits PPD.....	10
2.2.2.	Les graphiques psychométriques et bioclimatiques.....	10
3.	Les techniques bioclimatiques et le confort thermique.....	12
3.1.	La stratégie du chaud	12
3.2.	Stratégie du froid	12
3.3.	Liées à l’environnement du bâtiment	13
3.4.	Les techniques liées à l’environnement du bâtiment.....	13
3.4.1.	La forme et volumétrie.....	13
3.4.2.	Les parois de l’enveloppe.....	13
3.4.3.	L’organisation intérieure et les espaces tampon.....	14
3.4.4.	La ventilation.....	14
	Conclusion.....	14
	Chapitre 02 : L’enveloppe du bâtiment : fonctions et performances thermiques	16
	Introduction.....	16
1.	La chaleur dans le bâtiment.....	16
1.1.	Les apports thermiques.....	17
1.1.1.	Les apports internes.....	17
1.1.2.	Les apports externes.....	17

a.	Les radiations solaires.....	17
b.	Renouvellement d'air.....	19
1.2.	Les échanges thermiques.....	19
1.2.1.	Transfert de chaleur par conduction.....	20
a.	La conductivité thermique λ	20
b.	La résistance thermique R.....	20
c.	Le coefficient de transmission.....	21
1.2.2.	Transfert de chaleur par convection.....	21
1.2.3.	Transfert de chaleur par Rayonnement ou radiation.....	22
a.	Principe de rayonnement.....	22
b.	Coefficient d'absorption.....	22
c.	Rayons solaires incidents sur les parois opaques.....	23
d.	Rayons solaires incidents sur paroi vitrée.....	24
2.	La forme de l'enveloppe et son impact sur le confort thermique.....	24
2.1.	Performance thermique de la forme.....	24
2.2.	Le coefficient de forme.....	25
2.2.1.	L'effet de la forme géométrique (à volume constant).....	26
2.2.2.	L'effet de la taille (à forme constante).....	27
2.2.3.	Mode de contact (à forme et volume constants).....	28
2.3.	La forme de l'enveloppe de l'isolé au compacte.....	29
2.3.1.	Forme pavillonnaire (ponctuelle).....	29
2.3.2.	Forme répétitives linéaire (en rangée).....	30
2.3.3.	Forme compacte (massif).....	30
2.4.	Le coefficient forme et le climat.....	31
2.5.	L'orientation du bâtiment et l'intensité des rayonnements solaires.....	32
2.5.1.	Orientation Nord.....	33
2.5.2.	Orientation Est.....	33
2.5.3.	Orientation Ouest.....	33
2.5.4.	Orientation Sud.....	33
2.5.5.	Face horizontale.....	33

Conclusion.....	34
Chapitre 03 : Recherches antérieures.....	35
Introduction.....	35
1. Les Méthodes d'analyse.....	36
1.1. Simulation.....	36
1.2. Enquête par questionnaire.....	36
1.3. Les compagnes de mesure.....	36
1.4. Analyse bioclimatique.....	36
2. Simulation.....	37
3. Les logiciels de la simulation thermique.....	37
4. Présentation du logiciel Ecotect Analysis.....	39
4.1. les Fonctions et limite du logiciel.....	39
4.2. L'analyse thermique par Ecotect.....	40
4.3. Le déroulement de la simulation thermique par Ecotect analysis.....	42
Conclusion.....	44
Partie Analytique	
Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle.....	45
Introduction.....	45
Motivation de choix de la zone d'étude.....	45
1. Présentation de zone d'étude.....	45
2. Les données climatiques.....	46
2.1. La température de l'air et précipitation.....	47
2.2. La vitesse de l'air.....	48
3. Le coefficient forme dans le climat chaud et sec.....	48
4. l'habitat collectif à Tébessa.....	49
4.1. Motivation de choix de l'habitat collectif.....	49
4.2. Présentation et localisation de l'habitat collectif à Tébessa.....	49
5. Classification de l'habitat collectif à Tébessa.....	50
5.1. Forme et Morphologie.....	50
5.2. Proportions.....	52

5.3.	La position du bâtiment et le mode de contact.....	52
5.4.	Orientation.....	53
6.	Vérification du coefficient de forme des Variantes A, B, et C :.....	55
7.	Les scénarios de l'analyse.....	55
	Conclusion.....	57
	Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique.....	58
	Introduction	58
1.	Protocole de simulation	58
1.1.	Préparation de l'interface de modélisation.....	58
1.2.	La modélisation et l'analyse.....	59
2.	Les résultats de l'analyse	61
2.1.	Variante A.....	61
2.1.1.	Scénario A1.....	61
2.1.2.	Scénario A2.....	61
2.1.3.	Scénario A3.....	62
2.1.4.	Scénario A4.....	63
2.2.	Variante B.....	63
2.2.1.	Scénario B1.....	63
2.2.2.	Scénario B2.....	64
2.2.3.	Scénario B3.....	65
2.2.4.	Scénario B4.....	66
2.3.	Variante C.....	66
2.3.1.	Scénario C1.....	66
2.3.2.	Scénario C2.....	67
2.3.3.	Scénario C3.....	68
2.3.4.	Scénario C4.....	68
2.4.	Comparaison des résultats.....	69
2.4.1.	Classification des scénarios selon leurs pourcentages de confort thermique.....	70
3.	Analyse et interprétation des résultats.....	70
	Conclusion	73

Conclusion générale	74
Liste des figures	i
Liste des graphes	iv
Liste des tableaux	v
Nomenclatures	vi
Résumé en Français et en Arabe	viii

CHAPITRE INTRODUCTIF :
INTRODUCTION GENERALE

Chapitre introductif

Introduction

« Économiser l'énergie, c'est obtenir le même confort en utilisant moins d'énergie. C'est également rejeter moins de polluants dans l'atmosphère. » (Liebard and Herbe, 2005)

La croissance de la consommation énergétique dans le monde a engendré des soucis sur le plan environnemental plus que le plan économique, ou le secteur résidentiel est le plus énergivore. (Abderrahmane, 2013) Qui présente plus de 42% de la consommation finale en Algérie.(Algérie)

Le secteur d'habitat en Algérie a connu une crise due à une forte demande de logements (Fezzioui et al., 2010), alors les autorités algériennes avaient le besoin de construire beaucoup, vite et pas chère, ou la quantité a pris la priorité que la qualité des logements, et en tant que résultat, il apparait le modèle de l'habitat collectif.

Malgré les efforts appliqués dans le but d'améliorer la qualité de ce type des logements, ils restent inconfortables surtout au niveau de confort thermique, qui justifie la grande quantité de combustible consommé en termes de chauffage et climatisation. Cette situation est due à cause du problème de l'adaptation du logement avec les conditions climatiques. (Mohammed, 2012) On notant que le climat chaud et sec caractérise une grande partie de l'Algérie (au sud), ce dernier s'étale en deux régions semi-arides et arides, ainsi que le paramètre important dans ce climat c'est la forte intensité des rayonnements solaires car il influence sur la valeur de température ambiante (augmentation) et le niveau de confort thermique et particulièrement pendant la période estivale.

Liebard and Herbe (2005) ont montré, qu'on peut consommer moins d'énergie et avoir un milieu confortable qu'elle que soit le type de climat dont il suffit de concevoir avec lui, ou ce qu'on appelle la conception climatique. La conception climatique en générale et l'architecture bioclimatique en particulier s'intéresse beaucoup par le confort thermique, elle vise à réaliser un enveloppe compétent de faire d'un climat chaud ou froid à l'extérieure, une ambiance confortable à l'intérieure, tout en utilisant les éléments favorables du climat et de l'environnement et avec des moyens spécifiquement architecturaux. Ces technique et stratégie sont classifiée en trois catégorie : actifs (technologie intégrés), les techniques passives qui présente la conception architectural tel que l'orientation, les ouvertures, végétation,

l'enveloppe, les matériaux et l'isolation thermique, ... et enfin la technique hybride qui combine entre les deux techniques précédentes.(Liebard and Herbe, 2005)

Notre recherche va spécifier pour étudier un facteur important dans la notion du confort en générale et le confort thermique en particulier, c'est l'enveloppe du l'habitation collective qui joue plusieurs rôle d'une protection contre les effets du climat, en plus que l'esthétique ou l'apparence de la construction... ou des simulations ont été réalisées pour étudier les différentes formes (enveloppe), montre que 20% des consommations de chauffage / climatisation uniquement due à a forme du bâtiment.(Gratia and Herde, 2006)

Description du problème

Notre zone d'étude c'est la ville de l'Algérie orientale Tébessa, une région à climat chaud et sec en précisant la zone semi-aride, ou une simple observation exploratoire concernant l'habitat collectif à cette ville permet de constater qu'il y a un problèmes d'intégration du bâtiment collectif avec le climat sur tous avec les rayonnements solaires , ce problème se présente comme la suite : la localisation et la position non étudié des bloc d'habitat (la plus part son dispersée) avec des orientations arbitraires, les façades comprennent des baies vitrées non étudié, le choix inadapté des matériaux de construction, l'exposition des bâtiments aux contraintes solaires (inutilisation des brises soleil)... etc. (Fezzioui et al., 2010) cela permet d'avoir difficulté dans le contrôle les gains thermiques et le rayonnement solaire pénétré à l'intérieure de l'habitation sur tout en saison d'été.

Une augmentation de la température ambiante, face à une sensation de l'inconfort (trop chaud) ce qui implique une augmentation de la consommation énergétique sous forme de climatisation.

Notre problématique s'articule autour l'interrogation suivante :

- Quelle est l'impact de l'enveloppe d'habitation collective sur confort thermique dans la région semi-aride Tébessa?

Hypothèses

On propose les hypothèses de notre problématique:

- L'enveloppe de l'habitation collective à Tébessa a un impact sur le confort thermique, ou plus on minimise les surfaces d'exposition à l'extérieur plus que le bâtiment aura moins des gains solaires et en obtenant le confort thermique à l'intérieure.

- L'orientation de l'habitation collective à Tébessa présente un paramètre influent sur le degré du confort thermique.

Objectifs

- Notre étude vise principalement à évaluer l'impact de l'enveloppe de l'habitation collective sur le confort thermique, dans la ville de Tébessa sous un climat chaud et sec.
- Ensuite, Déterminer les caractéristiques d'une enveloppe favorable pour obtenir le confort thermique dans ce type de logement et dans ce climat, en allégeant la facture énergétique du logement pour la climatisation.

Méthodologie de la recherche

Dans le but d'évaluer l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique, qui présente une notion importante dans l'habitat en générale et l'habitat collectif en particulier, nous avons fait une lecture concernant les recherches antérieures inscrite dans notre axe de recherche (le confort thermique), qui nous permet de choisir l'approche et la méthode pour notre recherche.

Alors notre choix pour le déroulement de la phase analytique du mémoire était l'approche expérimentale à l'aide de l'outil de simulation et par le logiciel *Ecotect Analysis (version 2011)*, c'est une analyse comparative entre les différents scénarios selon leurs niveau de confort, ou la synthèse de résultats se présentera sous forme recommandations.

Structure du mémoire

La structuration de notre mémoire s'organise d'une façon permet de répondre aux objectifs de cette recherche et vérifier ses hypothèses, elle s'articule autour des deux parties :

La partie théorique présentant la recherche bibliographique et documentaire distribué en trois chapitres, le premier chapitre définir les notions de base concernant le climat, la conception climatique et le confort thermique, afin de sortir avec des techniques conceptuelles vise à obtenir le confort thermique dans le bâtiment. Le deuxième chapitre présente plus de détaille touchant le sujet en commençant par la chaleur dans bâtiment qui résume les différents échanges à travers l'enveloppe, jusqu'on arrive à la compréhension profondément des fonctions et performance thermique de l'enveloppe. Alors pour le troisième chapitre, il vise à choisir et définir l'outil utilisé pour l'analyse.

La partie analytique, commençant par le quatrième chapitre, c'est la présentation du cas d'étude qui est l'habitat collectif à Tébessa sous le climat chaud et sec, dans la deuxième partie de ce chapitre, elle est consacrée pour la création du modèle de l'analyse et ses variantes. Le cinquième chapitre présente l'analyse de nos variantes par l'outil de simulation afin de vérifier les hypothèses (affirmer ou confirmer).

En notant que ces chapitres sont initiés d'une introduction générale et finalisés par une conclusion générale.

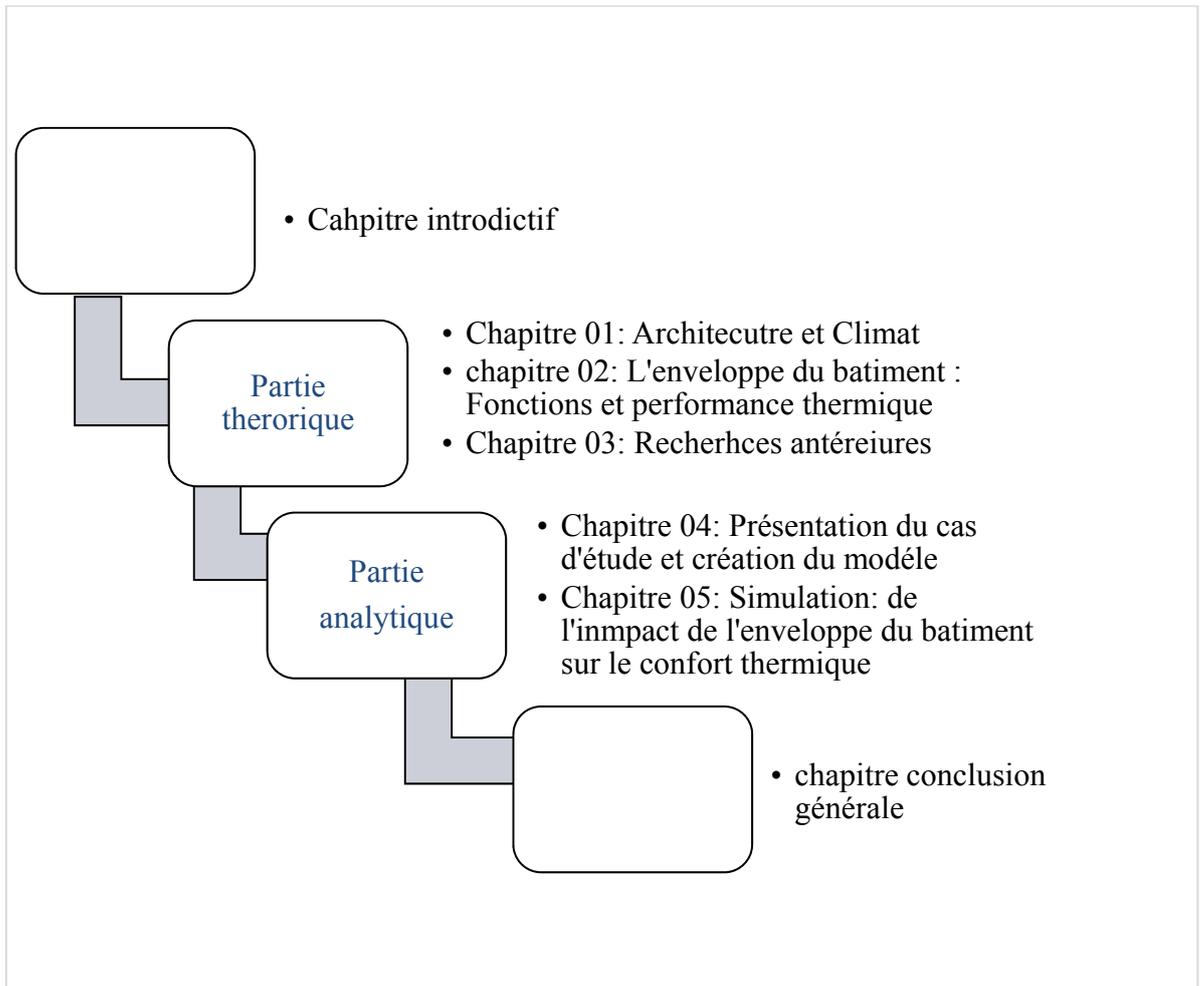


Figure I : Structure du mémoire

Source : Auteur, 2017

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE 01 :
ARCHITECTURE ET CLIMAT

Chapitre 01 : Architecture et climat

Introduction

A cause de l'importance de dimension climat dans le monde de construction, plusieurs recherches sont établit par les architectes pour étudier l'influence de climat sur l'individu et les ambiances intérieures dans le bâtiment. (Alix and J.L, 1980)

« S'agit-il de construire une ville? La première chose à faire est de choisir un endroit sain. Il doit être élevé, à l'abri des brouillards et du givre, situé sous la douce température d'un ciel pur, sans avoir à souffrir ni d'une trop grande chaleur ni d'un trop grand froid ». Vitruve (traité De Architectura) cité par Naim (2012)

Vitruve dans son célèbre traité « De architectura » a essayé de présenter les premiers principes de l'architecture en prenant l'influence des paramètres climatiques et de l'environnement afin de réaliser des constructions confortables.(Naim, 2012)

Vitruve à partir de cette citation présente les différentes conditions pour une implantation adéquate d'une construction, et il montre l'importance du confort thermique en architecture qui dépend essentiellement de garantir l'absence de perception de trop chaud ou trop froid dans le milieu ambiant.

Dans ce chapitre introductif, on va prendre des connaissances sur le climat, les célèbres classifications et les éléments identifiants un climatGrace à des recherche et travaux dans le domaine de climatologie et architecture, ensuite on va expliquer la notion de conception climatique et des exemples de cette architecture. Puis la définition des notions fondamentales du confort thermique (définition, ces paramètres, l'outil d'évaluation du confort thermique....) et enfin présenter des technique bioclimatique pour obtenir le confort thermique dans une construction.

1. Le climat

Parmi les principales données de la morphologie des systèmes en architecture et urbanisme c'est le climat, ce facteur est résulté de l'interaction de plusieurs paramètres climatiques dans un lieu défini et à travers une période du temps.(Samira, 2005)

Le climat selon Gérard Guyot (2004), c'est l'ensemble des caractéristiques climatiques relativement constants mesurés sur trente ans, dont la science de climatologie s'intéresse plus à l'impact des facteurs géographiques dans la classification de climat.(DAOUD, 2006)

1.1. La classification du climat du monde

Il existe plusieurs classifications des zones climatiques selon leurs buts et leurs paramètres intervenants : Certaines sont basées sur la végétation, et d'autres sur l'évaporation.

1.1.1. Une classification basée sur la végétation (Köppen)

La classification du **Köppen**, distingue 25 types de climats, dont elle est basée sur un zonage en utilisant la distribution de cinq différents types de végétation, ces climats sont : Climats tropicaux humides, climats secs, climats tempérés humides chauds, climats tempérés humides froids, et climats polaires. (Voir la figure 1-1)(Oussama)

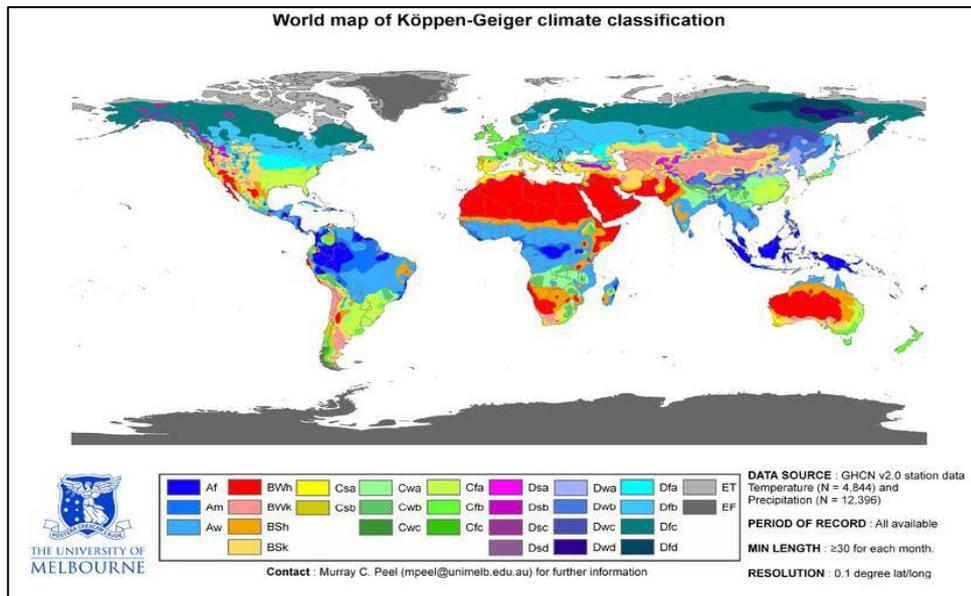


Figure 1.1: La classification de Köppen. Peel M. C. et al (2007)

Source : (Oussama)

1.1.2. Une classification basée sur la géo-climatique (Rosali Mignon)

Selon (Oussama), cette classification distingue les climats généraux cités dans le traité de Rosali Mignon qui considère comme un géographe général. Il comprend huit climats fondamentaux : Climat polaire, climat continental, climat continental sec, climat océanique, climat méditerranéen, climat aride chaud, climat tropical, climat équatorial (Voir la figure 1-2).

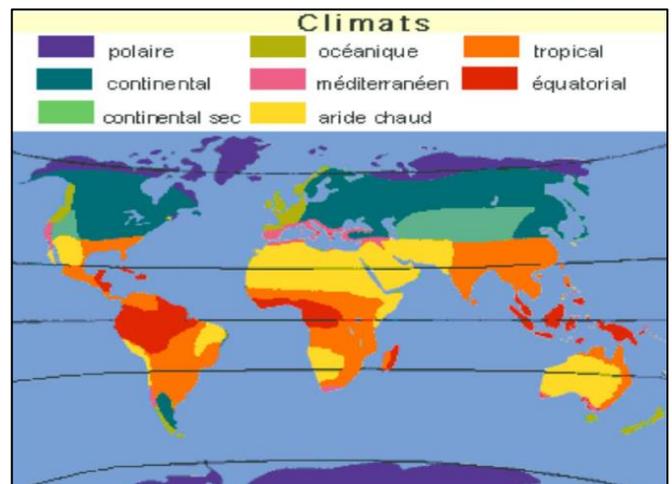


Figure 1.2 : Carte des climats de monde (Rosali Mignon ; 1998)

Source : (Oussama)

Chapitre 01 : L'architecture et le climat

1.1.3. Une classification pour la conception architecturale

Selon Szokolay (2004) Akinston (1953) a proposé un système simple basé sur la nature du problème thermique humain dans un emplacement particulier, en distinguant quatre types de climat (Voir Tabl 1.1).

Tab. 1.1 : Classification d'Akinston
Source : (Szokolay, 2004) D'après l'Auteur

Classification du climat			
Froid	Tempéré (modéré)	Chaud et sec	Chaud et humide
Le problème principal de ces climats est le manque de la chaleur pour toute ou la majorité de l'année.	Ces climats se caractérisent par une variation saisonnière entre l'hypothermie et la surchauffe, mais ni l'un ni l'autre est grave.	Ils sont les climats dont l'air est sec et le problème principal est le surchauffe ainsi que le mécanisme du refroidissement par évaporation du corps n'est pas restreint. Ils se caractérisent par un écart thermique important entre le jour et la nuit.	Ces climats se caractérisent par une variation de température diurne est petite et des taux d'humidité très élevés qui agissent négativement sur le potentiel d'évaporation.

1.2. Les éléments du climat

Il existe plusieurs éléments qui déterminent le climat d'une région, dont il est nécessaire que le concepteur connait et prend en considération ces paramètres dans l'analyse climatique, afin de créer une ambiance intérieure confortable.

Les principaux éléments climatiques sont les suivants: la température, le rayonnement solaire ; l'ensoleillement et couverture nuageuse, l'humidité, le vent, et précipitation. (Szokolay, 2004)

1.2.1. Rayonnement solaire

Selon Liebard and Herbe (2005), L'atmosphère est abordée des variations de rayonnement solaire (environ 1300 W/m²), où 15% est sous la forme d'un rayonnement diffus dans l'espace, et 6% est de rayonnement réfléchi vers l'espace, et la partie restante 79% va abordée vers le sol. (LAMY et al., 2012) la figure ci-dessous présente que le rayonnement solaire

consiste à une composante directe et autre diffusé, dont leur somme constitue le rayonnement solaire global G. (Liebard and Herbe, 2005)

1.2.2. La température

Les variations de température sont dépendent directement à la quantité d'énergie solaire qui est transmise par un rayonnement à travers l'atmosphère et arrive au sol. (Weber, 1991) Ce facteur est mesuré à l'ombre de 1.2-1.8m au-dessus du niveau du sol. (Szokolay, 2004)

1.2.3. L'ensoleillement

On peut définir la position du soleil par sa hauteur par rapport à l'horizontale et son azimut (direction par rapport au Nord) (Voir la figure 1.4). Grace au graphique ou l'enregistreur e soleil nous pouvons de représenter sa position pour les différentes heures et mois. (Weber, 1991)

1.2.4. L'humidité

Selon Gratia and Herde (2006), L'humidité ou l'hygrométrie de l'air : C'est le rapport entre la quantité d'eau contenue dans l'air à une température défini, et la quantité maximal d'eau de la même température. Ce rapport est exprimé en %.

1.2.5. Mouvement de l'air

Ce facteur mesuré à 10m au-dessus sol en rase campagne, mais plus élevé dans les zones bâties, en évitant les obstructions.

1.2.6. Précipitation

Elle est mesurée en pluviomètres et exprimée en mm par unité de temps (Jour, mois, année).

1.2.7. La couverture nuageuse

Elle est basée sur l'observation visuelle, exprimée en fraction de l'hémisphère ciel couverts par les nuages.(Szokolay, 2004)

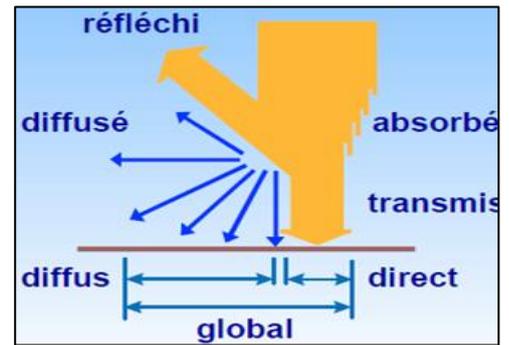


Figure 1.3: Composante de rayonnement globale G

Source : (Liebard and Herbe, 2005)

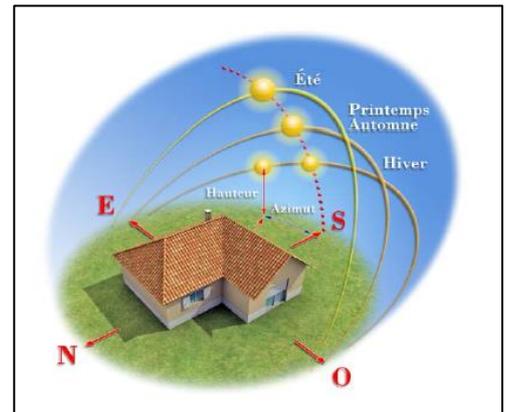


Figure 1.4: La position de soleil

Source : (LAMY et al., 2012)

1.3. La conception climatique

Plusieurs ouvrages sont établis pour traiter le sujet de l'influence de climat sur la conception architecturale, ou ce qu'on appelle la conception climatique. Qui permet de concevoir une enveloppe capable de faire d'un climat extérieur (froid ou chaud), un climat intérieur confortable et contrôlable, (Weber, 1991) on peut citer quelque exemples des conceptions climatique tel que :

1.3.1. L'architecture vernaculaire

La notion de l'architecture vernaculaire se vari d'un pays à l'autre, dans les pays d'Afrique et les Etats unis (Mexique), on peut s'appeler architecture de terre ou le matériau de construction est principalement la terre. (Unesco, 1986)

D'une façon générale, l'architecture vernaculaire ou l'architecture savante vise à s'intégrer au climat local et utilisé des techniques et des matériaux locaux, en plus elle fait intervenir des facteurs culturels, économiques, sociaux....etc. (Liebard and Herbe, 2005)

C'est une architecture qui témoigne un exemple profonde sur les conditions locale de construire et d'habiter. (Liebard and Herbe, 2005)

La figure (1-5) présente l'un de ces constructions vernaculaire c'est la construction en terre.

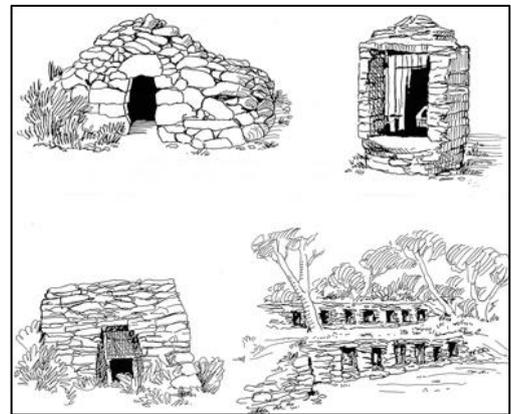


Figure 1.5 : La construction en terre
Source : (CERAV, 2009) (site web)

1.3.2. L'architecture bioclimatique

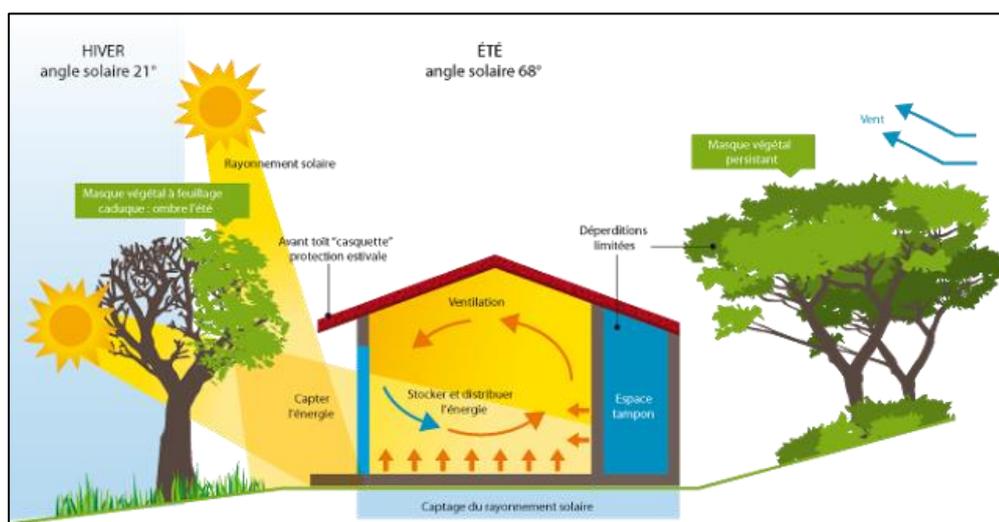


Figure 1.6: Principe de base de la conception bioclimatique

Source : (eRT2012, 2016)

Chapitre 01 : L'architecture et le climat

Cet architecture assure cet adaptation au climat tout on maintenu des conditions confortable (thermique, visuel...) par des moyens naturelle ou passifs qui s'intervenaient dans l'enveloppe du bâtiment.(Alix and J.L, 1980)

Comme (la figure 1.6) montre, la conception bioclimatique, c'est une conception qui apporte à la construction la garantie de profiter au maximum des apports solaires, en même temps, elle permet se protéger du froid, de capter la chaleur, de la stocker, de la distribuer et de se protéger des surchauffes. (BEGUIN, 2006)

1.3.3. La conception solaire passive

Cette architecture vise à assurer une intégration avec son environnement, ainsi qu'elle tient compte de son rapport physique avec le soleil, dont le but principal est de limiter les pertes thermique d'une part et d'autre part d'exploiter l'énergie solaire, qui est manqué dans l'architecture normalisé.(Huber, 2006)

2. Le confort thermique

Un bâtiment quel que soit sa fonction, lorsque ses occupants ressentent le confort est bien sûr il est un lieu confortable (voir figure1-7).

Le sentiment de confort thermique est produit d'un équilibre de l'ensemble des conditions physiologique (la température intérieure des pièces, sa répartition harmonieuse dans l'espace et la qualité de l'air ambiant...) et psychologique (de son sexe, son âge, son mode de vie, ses habitudes...).(Blin and Eveillard, 2007)



Figure 1.7 : La sensation du confort thermique

Source : (Blin and Eveillard, 2007)

Selon Liebard and Herbe (2005), Le confort thermique définit l'état d'équilibre fait grâce à des échanges thermiques entre le corps humain et son environnement, en assurant le maintien de sa température corporelle qui est de 36.7°C. Jedid and Benjeddou (2016) a le définit comme l'état de satisfaction ou de bien-être du corps dans son environnement thermique.

Un confort thermique se présente lorsqu'on sente alaise dans le milieu ambiant grâce aux trois conditions suivantes : maintenir la stabilité de température du corps interne, plus que la température de la peau doit être confortable et la sueur ne doit pas trop abondante et enfin assurer un équilibre thermique entre toutes les parties du corps.(Charbonneau, 2004)

2.1. Les paramètres du confort thermique

On peut classer ces paramètres en deux catégories : celle liée à l'homme et l'autre liée à son environnement.

2.1.1. Les paramètres liés à l'homme

Grace à ces paramètres, on peut déterminer la température de confort : (Weber, 1991)

- **Le métabolisme**

C'est possibilité de maintenir la température du corps humaine autour de $36,7^{\circ}\text{C}$, grâce à sa production de chaleur interne. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.

- **L'habillement**

Elle représente une couche résistante qui couvre le corps humain (peau) et diminue la surface de contact et les échanges de chaleur avec son environnement. La valeur relative de l'unité d'habillement exprimée en « clo ». (Jedid and Benjeddou, 2016)

Le graphe suivant présente les différentes activités du corps humaine (métabolisme), son habillement et le besoin en température: Ainsi une personne habillée et effectuant un travail assis a besoin d'une température ambiante de $21^{\circ} \pm 2,5^{\circ}\text{C}$. (Weber, 1991)

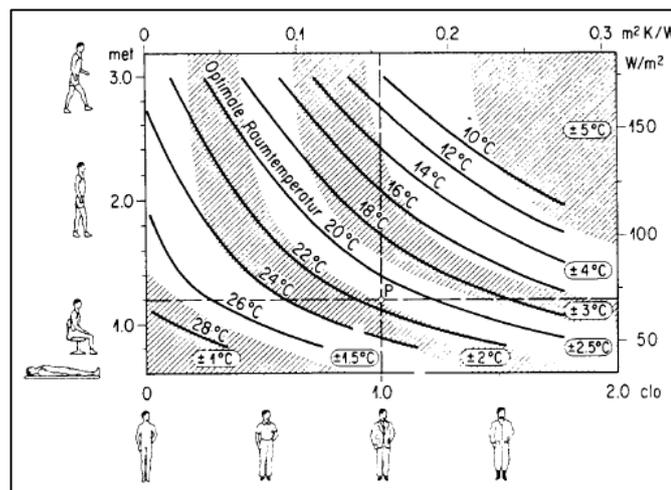


Figure 1.8: Graphe de métabolisme et l'habillement
Source : (Weber, 1991)

2.1.2. Les paramètres liés à son environnement

- **La température**

Chapitre 01 : L'architecture et le climat

A cause de l'importance de la température dans l'intensité des échanges de chaleur, il est naturel de s'intéresser à la température qui caractérise l'ambiance du logement. (ANAH) Dont les spécialistes ont défini plusieurs température tel que :

- **La température ambiante T_a** ou bien la température sèche de l'air, ce paramètre est mesuré par un thermomètre dans une pièce, (Liebard and Herbe, 2005) à une hauteur d'environ 1,50 mètre du sol.
- **La température des parois T_p** est égale à la moyenne des températures des parois environnantes le corps humain. (GUAY)
- **La température de confort ressentie**, selon Liebard and Herbe (2005) elle est appelé aussi la température résultante sèche, ou sa valeur est exprimé comme a formule suivante :

$$T_{rs} = (T_a + T_p) / 2 \dots \dots \dots (1)$$

T_{rs} : la température résultante sèche

T_a : La température ambiante

T_p : La température des parois

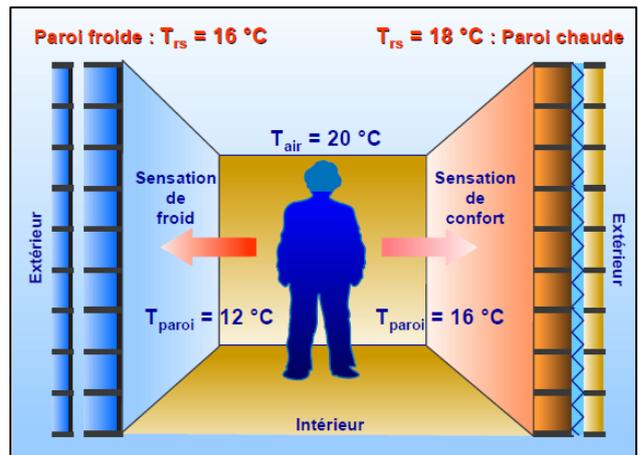


Figure 1.9 : La température de confort dépend à la température de l'air et de paroi
Source : (Liebard and Herbe, 2005)

La figure suivante illustre la notion de température résultante sèche (température de confort), selon la température des parois qui dépend à son type (isolé et non isolé). (Liebard and Herbe, 2005)

- **L'humidité relative de l'air**

Ce facteur influence sur la sensation du confort, et pour ressentir cette sensation, il doit garantir un pourcentage entre 30 % à 70 % d'humidité relative pour une température entre 18 à 26°C. La figure ci-dessous montre la plage de taux d'humidité ambiante optimale d'un point de vue hygiénique.

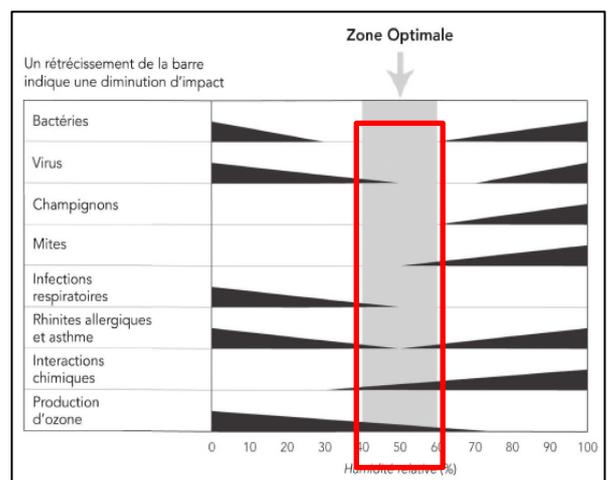


Figure 1.10 : Taux d'humidité ambiante optimale
Source : (Jedid and Benjeddou, 2016)

- **La vitesse ou le mouvement de l'air**

La vitesse de l'air est un paramètre important, puisqu'elle participe dans les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau, d'une part et d'autre part ce mouvement d'air permet d'abaisser la température du corps qui est préférable en été, mais gênant en hiver (courants d'air). (Jedid and Benjeddou, 2016)

Le tableau suivant illustre les réactions observées en fonction de la vitesse résiduelle de l'air pour plusieurs situations possibles.

Tab. 1.2 : Réactions observées en fonction de la vitesse résiduelle de l'air

Source : (Jedid and Benjeddou, 2016)

Vitesse résiduelle	Réaction	Situation
0 à 0,08 m/s	Plaintes quant à la stagnation de l'air	Aucune
0,13 m/s	Situation idéale	Installation de grand confort
0,13 à 0,25 m/s	Situation agréable, mais à la limite du confort pour les personnes assises en permanence	Installation de confort
0,33 m/s	Inconfortable, les papiers légers bougent sur les bureaux.	Grandes surfaces et magasins
0,38 m/s	Limite supérieure pour les personnes se déplaçant lentement	Grandes surfaces et magasins
0,38 à 0,5 m/s	Sensation de déplacement d'air important	Installations industrielles et usines où l'ouvrier est en mouvement

2.2. Outils d'évaluation du confort thermique:

Il existe pour chaque situation une plage du confort, grâce à un mécanisme autorégulation de corps humain, qui adapte ses pertes de chaleur aux conditions thermiques de l'ambiance. Cette plage se représente soit graphiquement, ou au moyen d'un indicateur unique regroupant les paramètres du confort thermique.

2.2.1. Les indices PMV et PPD

- **Le vote moyen prévisible PMV**

L'indice de vote moyen prévisible : c'est un vote de sensation de confort thermique d'un groupe important de personnes, et les résultats se présentent sous forme d'échelles. (Jedid and Benjeddou, 2016)

Le tableau ci-dessous présente les différentes sensations face à ces valeurs, ou la zone de confort s'étale entre -1 à +1.

Tab. 1-3 : Etalement de la zone de confort

Source : (Jedid and Benjeddou, 2016)

+3	Chaud
+2	Tiède
+1	Légèrement tiède
0	Neutre (confort thermique optimale)
-1	Légèrement frais
-2	Frais
-3	Froid

- **Le pourcentage prévisible d'insatisfaits PPD**

Le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD) donne, en fonction de l'indice PMV d'une situation thermique précise. Comme le graphe l'illustre (Voir la figure 1.11).

La valeur PPD est de 10 % de la population n'est pas satisfaite, est généralement l'objectif à atteindre dans un bâtiment, ou le PMV se situer entre -0,5 et +0,5.

Pour une valeur 0 de PMV, soit un état de confort thermique optimal, il y a encore 5 % d'insatisfaits. (Jedid and Benjeddou, 2016)

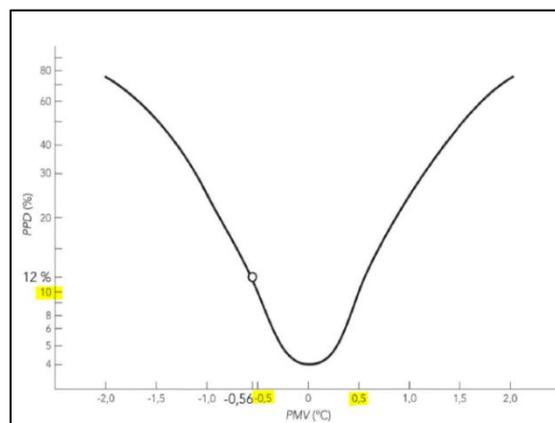


Figure 1.11 : Détermination de l'indice PPD
Source : (Jedid and Benjeddou, 2016)

2.2.2. Les graphiques psychométriques et bioclimatiques

L'outil graphique a combiné les facteurs environnementaux qui permettent de définir la zone de confort ou plus proches.

Chapitre 01 : L'architecture et le climat

- **V.OLGYAY** c'est le premier qui a proposé un diagramme bioclimatique, qui détermine une zone de confort avec des plages d'été et d'hiver, ce diagramme est basé sur des facteurs climatiques (l'humidité et la température), il a mis une importance de ces facteurs dans la conception. (voir la figure 1.12)

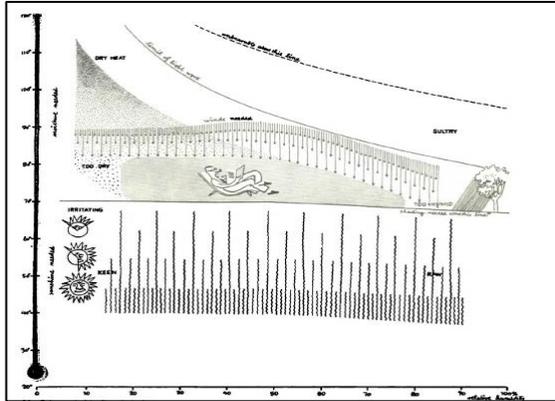


Figure 1.12 : Diagramme bioclimatique
V.OLGYAY
Source : (OLGYAY, 1962)

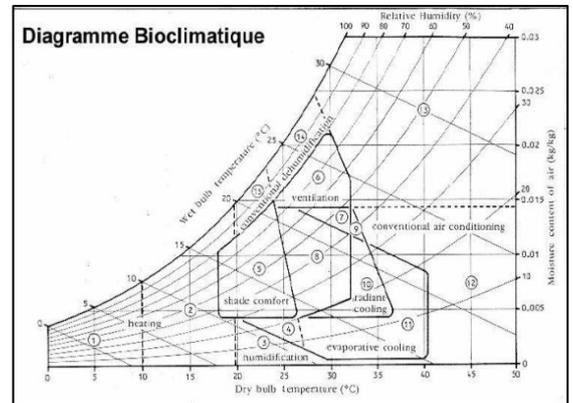


Figure 1.13 : Diagramme psychométrique de B
GIVONI
Source : (Naim, 2012)

- **B GIVONI** : Son étude se base sur l'étude antérieure d'Olgyay, mais le diagramme de Givoni est plus performante, il évalue les exigences physiologiques du confort (Samira, 2005)

Naim (2012) a décrit le principe de diagramme comme une méthode expérimentale, où il représente les limites des ambiances confortables. On notant que la zone de confort se situe au centre (la zone de confort universelle se situe entre les températures 20 et 26°C). Il propose des solutions pour les restes des zones (zones inconfortables) afin d'arriver à la zone du confort. (voir la figure 1.13)

- **Le diagramme psychométrique :**

Selon Auliciems and Szokolay (2007) La psychrométrie c'est la science qui visualise le mélange de l'air et d'eau vapeur (air humide), dont la représentation graphique de différentes caractéristiques de ce mélange définit le diagramme psychométrie ou le diagramme d'air humide (DAH).

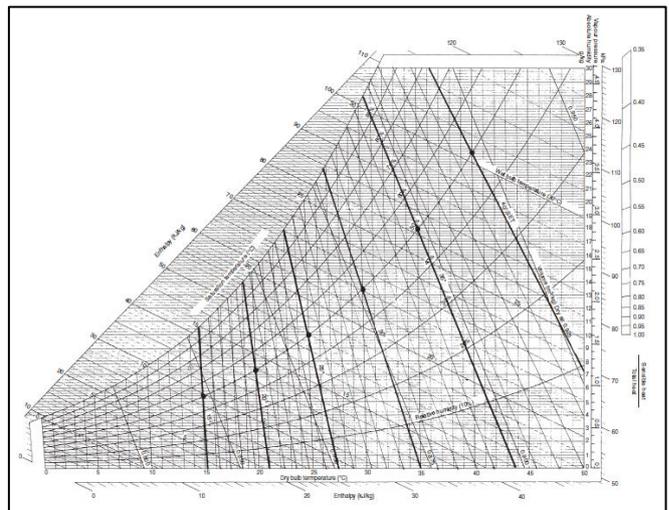


Figure 1.14 : Le diagramme psychométrique complet
Source : (Szokolay, 2004)

- L'axe horizontal présente la température, elle est appelée bulbe sec température (TCD), mesuré en °C.
- L'axe vertical est la teneur en humidité ou de l'humidité absolue (AH), mesurée en g/kg.
- La courbe supérieure du graphique montre la saturation d'humidité (SH).
- D'autres courbes sont produites par subdiviser les ordonnées. (Auliciems and Szokolay, 2007)

3. Les techniques bioclimatiques et le confort thermique

L'architecture bioclimatique est une architecture qui profite au maximum des apports naturels du climat et l'environnement principalement le soleil, dont ses stratégies pour confort thermique sont les suivantes :

3.1. La stratégie du chaud

C'est la stratégie appliquée pendant la période hivernale, qui vise à capter la chaleur des rayonnements solaires, de la stocker dans le bâtiment, ensuite de la distribuer et la conserver par une bonne isolation (Voir la figure 1.15)

3.2. Stratégie du froid :

Elle est appliquée en saison estivale, et comme la figure ci-dessous illustre cette stratégie permet de capter moins des rayonnements solaires, de minimiser les apports thermiques (jour) et d'aérer ou ventiler (nuit) afin de se protéger des surchauffes, tout ça en utilisant des aménagements simples et une conception adéquate. (BEGUIN, 2006)

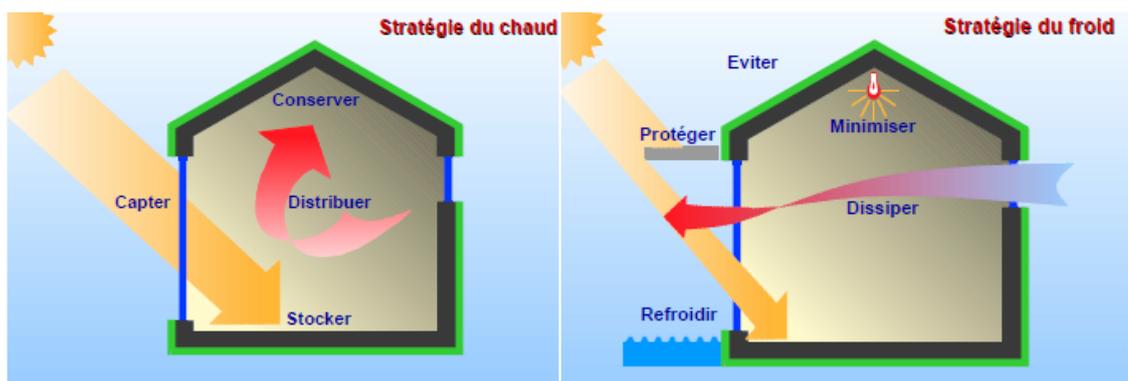


Figure 1.15: Le principe de stratégie du chaud et de froid
Source : (Liebard and Herbe, 2005)

Alors, il existe des différentes techniques qui participent dans la réalisation des objectifs précédentes : des techniques actives (technologie intégrée) tel que les panneaux photovoltaïques, les capteurs solaires à eau et à air, et la géothermie..., passif (conception architecturale intégrée), on cite l'orientation, topographie, végétation, le coefficient forme, les

fenestrations, protection solaire, les espaces tampons..., et d'autre hybride qui présente la combinaison entre les deux systèmes actif et passif. (Liebard and Herbe, 2005)

La conception bioclimatique (passive) qui vise à assurer le confort thermique consiste à utiliser des stratégies suivantes : (Voir la figure 1.16):

3.3. Liées à l'environnement du bâtiment :

- L'implantation et l'orientation : Planter et orienter les bâtiments en privilégiant la répartition des pièces de vie au sud et des pièces techniques au nord. (BEGUIN, 2006)
- La topographie : Les bâtiments seront implantés de préférence dans les zones à bonne potentialité de ventilation naturelle.
- La végétation : On l'utilise comme un écran de protection du vent et du soleil plus qu'elle va créer l'ombrage. (Liebard and Herbe, 2005)

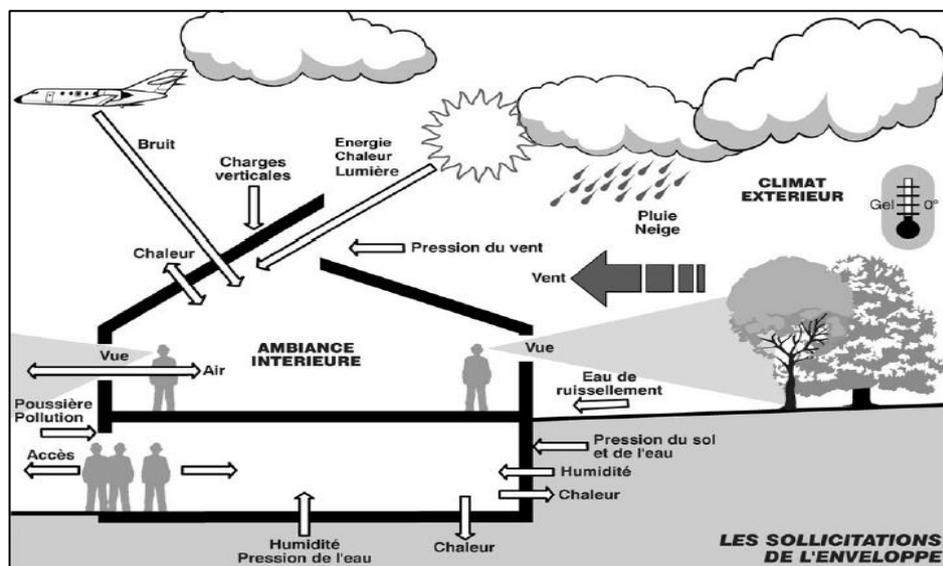


Figure 1.16: Les principales sollicitations de l'enveloppe extérieure

Source : (HAUGLUSTAINÉ and SIMON, 2007)

3.4. Les techniques liées à l'environnement du bâtiment

3.4.1. La forme et volumétrie

La forme de l'enveloppe doit être relativement compacte et s'adapter aux conditions extérieures, il est conseillé d'éviter les éléments de prises au vent comme les balcons ou les décrochements puisqu'ils constituent d'importants ponts thermiques et engendrent des déperditions thermiques. (BEGUIN, 2006)

3.4.2. Les parois de l'enveloppe

Quel que soit le type de paroi (opaque et vitré), ils participent dans les déperditions thermiques et énergétiques dans le bâtiment (non isolé) par 75% qui est divisé de 16% pour les

sols, 16% pour les murs et 30% pour les toiture et le reste pour les fenestrations.(Blin and Eveillard, 2007) Alors qu'il doit : Capter le rayonnement solaire tout en se protégeant des surchauffes, utilisation des protections solaires pour minimiser les apports de chaleurs à travers les différentes parois de l'enveloppe, et augmenter l'inertie et l'isolation thermique.(SAME)

3.4.3. L'organisation intérieure et les espaces tampon

L'organisation des espaces intérieur se fait selon un zonage thermique ou l'orientation c'est l'un paramètre pilote dans cette répartition : l'orientation Nord va regrouper les pièces à faibles besoins thermiques et lumineux (entrées, circulations sanitaires...), l'orientation Sud pour les pièces plus utilisées pendant la journée (séjour, cuisine...) et l'orientation Est et Ouest sont les plus adaptées à des grands appartements traversant avec séparation jour, nuit.(Weber, 1991) Pour L'espace tampon c'est un régulateur de température dans le bâtiment : au nord va ralentir le froid (préférable en hiver), soit au sud qui va protéger le mur de fond contre le rayonnement solaire (préférable en été). (Liebard and Herbe, 2005)

3.4.4. La ventilation

Elle permet d'évacuer des locaux, les apports de chaleur interne et les apports solaires. Où une double orientation des locaux aura un impact positif sur la ventilation.(ANME)

Conclusion

À travers ce chapitre, on a pris une vision globale sur la relation entre climat, architecture et confort thermique. D'abord, Le climat présente un ensemble des caractéristiques climatiques dans une période du temps déterminé et un lieu précis. Selon Köppen, on peut le classer en utilisant la distribution de types de végétation en cinq climats, par contre la classification de Rosali Mignon basée sur la géo-climatique qui distingue huit climats fondamentaux...

Un climat se définit par ses éléments constituant qui sont le rayonnement solaire, ensoleillement, la température, l'humidité relative, vent et précipitation, et la conception climatique tente à prendre en considération ces différents éléments et leurs influences dans la conception afin de répondre aux exigences de l'occupant on cite : l'architecture vernaculaire, bioclimatique et la conception solaire passive. On peut conclure pour cette partie l'importance

Chapitre 01 : L'architecture et le climat

de prendre en considération le facteur climatique et de l'environnement dans la conception architectural afin d'assure le confort de ses occupant.

La deuxième partie présente le confort thermique, qui est une sensation subjectif lié aux plusieurs paramètres soit celui lié à l'individu ou à son environnement (température de l'air et paroi, l'humidité, la vitesse de l'air.), par conséquence lorsqu'on a une perturbation d'un de ces paramètres, on peut avoir un risque de sensation d'inconfort. D'autre part il existe plusieurs outils pour évaluer le niveau de confort thermique dans un milieu ambiant, soit des outils graphiques tel que le graphe bioclimatique de Givoni et celle d'Olgay...etc ou des indices subjectifs tel que : PMD et le PPD...

Pour réaliser le confort thermique dans nos bâtiments, il existe plusieurs stratégies et techniques, celle lié à l'environnement du bâtiment tel que : l'implantation, l'orientation, topographie et végétation... et d'autre lié à la conception elle-même à travers la forme de l'enveloppe et ses constituants (les parois), la distribution et l'organisation intérieure plus que l'espace tampon et ventilation...

Dans le chapitre suivant, on va continuer l'étude pour définir l'un de ces techniques bioclimatiques qui est l'impact de l'enveloppe sur l'obtention de ce confort (forme, proportion, position du bâtiment, et orientation...) en définissant les paramètres influent sur le confort d'été tel que les échange de chaleurs et les sources de gain thermique.

CHAPITRE 02:
L'ENVELOPPE DU BATIMENT :
FONCTIONS ET PERFORMANCE
THERMIQUES

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : fonctions et performances thermiques

Introduction

« Concevoir mieux pour économiser l'énergie », c'est l'enjeu actuel des concepteurs qui vise à atteindre une construction confortable avec le moins d'énergie, et pour atteindre cet objectif on trouve que les études précédentes ont donné une importance partie concernant les trois points suivants: une étanchéité à l'air la plus parfaite possible pour donner son efficacité à l'isolation, ensuite il s'agit de tirer le meilleur parti des apports naturels en énergie du site qui dépend à l'orientation du projet de façon à profiter et protéger des rayonnements solaires et les vents dominants, enfin la forme du bâtiment (BATAILLE and BIRRAUX, 2009). Ou l'intérêt de cette partie c'est les deux derniers points.

Pour que notre étude soit efficace, cela commence par une analyse des sollicitations thermiques telles que les échanges et les apports thermique qui s'exercent sur le bâtiment. (IZARD and VLEMINCX, 2006)

1. La chaleur dans le bâtiment

Selon Szokolay (2004), La chaleur c'est une forme d'énergie, contenue dans des substances comme des molécule mouvantes ou elle apparait sous forme des rayonnements électromagnétique dans l'espace. Elle présente aussi la quantité d'énergie thermique contenue dans un corps, dont cette quantité se mesure par l'unité légale de l'énergie : le Joule. (science, 2013)



Figure 2.1 : Les sources de chaleurs dans un bâtiment
Source : (Blin and Eveillard, 2007)

Les sources de chaleur dans un bâtiment : sont due de l'extérieur : les rayonnements solaires principalement et de l'intérieur : les appareils électriques. (Voir la figure 2.1)

On peut distinguer deux types de chaleur, le premier type c'est la chaleur sensible : qui aboutit une modification de la température d'un corps en conservant son état, par contre la chaleur lente provoque une modification d'état du corps en conservant sa température. (Jedid and Benjeddou, 2016)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

La loi fondamentale de Fourier, permet d'exprimer le flux de chaleur φ (phi) dans une paroi homogène par la formule suivante : (Blin and Eveillard, 2007)

$$\varphi = \lambda * \frac{\Delta T}{e} \text{ (W/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

1.1. Les apports thermiques

L'occupation d'un local, ses équipages, et l'ensoleillement ou le gain solaire sont les différentes sources de chaleur dans un bâtiment. (HAUGLUSTAINE and SIMON, 2007) En définissant la source de chaleur, on peut classer les apports thermique en deux catégories : les apports internes et les apports externe ou solaire. (Voir la figure 2.2)

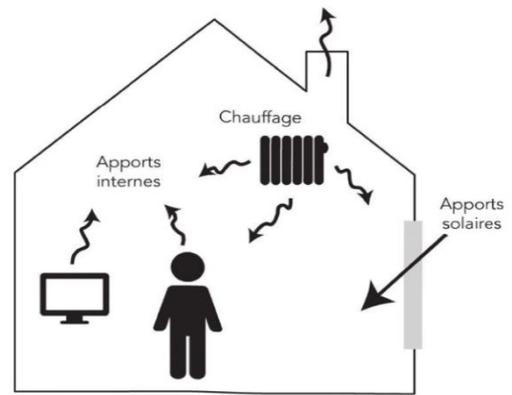


Figure 2.2 : Les apports d'énergie dans les bâtiments
Source : (Weber, 1991)

1.1.1. Les apports internes

Ce sont tous les apports de chaleur fournis par :

- Les appareils électriques et surtout de l'éclairage : ils ont estimé que de 85 à 95 % de l'énergie électrique utilisée est convertie en chaleur. (HAUGLUSTAINE and SIMON, 2007)

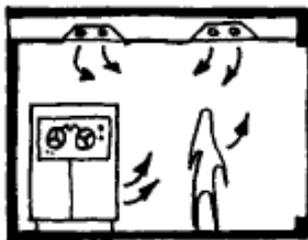


Figure 2.3 : Les apports internes
Source : (Weber, 1991)

- Les apports de chaleur dégagés par une personne : qui se varient selon le métabolisme de personne (repos, ou assis, travail...) : Plus que le nombre des occupants est important pour définir la quantité d'énergie métabolique. Par exemple le métabolisme de base d'une personne a les valeurs suivantes:

- en sommeil ou en repos : 70 W
- en activité modérée: 100 W
- en activité moyenne : de 200 à 250 W. (ANGIOLETTI and DESPRETZ)

1.1.2. Les apports externes

a. Les radiations solaires

Les rayonnements solaires sont divisé en trois parties : d'abord, une partie direct, c'est la partie qui n'est ni absorbée ni réfléchié par l'atmosphère, puis une partie diffus qui est

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

absorbée par l'atmosphère et diffuser dans toutes les directions et enfin une partie réfléchi (des rayonnements direct) et diffus par le sol. (LAMY et al., 2012) (Voir la figure 2.4)

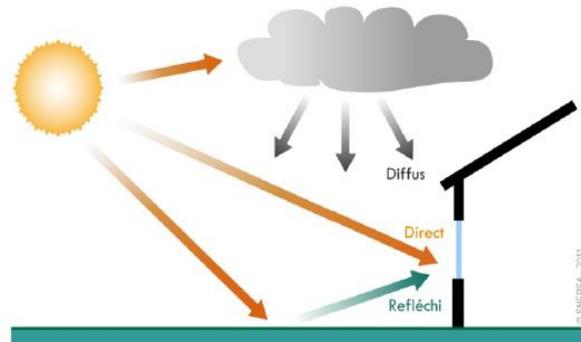


Figure 2.4 : Les parties incidentes des rayonnements solaires
Source : (LAMY et al., 2012)

Selon Atef et al. (2015) Les apports solaires ce sont les apports thermiques dus aux radiations solaires (radiation à ondes courtes) plus que les apports chaleur du milieu ambiant (radiation à ondes longues) :

- Radiations à ondes courtes

Ces radiations solaires est une source importante d'apport énergétique, ou les choix de l'orientation et des menuiseries deviennent primordiaux dans la dynamique énergétique. (Voir la figure 2-5)

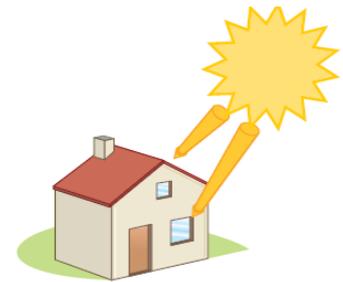


Figure 2.5 : Les apports solaires
Source : (Blin and Eveillard, 2007)

Selon le type des parois on peut classer les apports solaires de cette manière :

- Les apports solaires directs : sont les gains solaires qui proviennent des baies vitrées. ou 1,5 m² de surface au soleil équivalent à un radiateur. (Jedid and Benjeddou, 2016)

La figure (2.6) illustre un graphe de variation de la température annuelle c'est-à-dire l'évaluation de température pendant les différents mois : la courbe (a) présente l'énergie solaire incidente par m² d'ouverture, par contre la courbe (b) présente l'apport solaire après le vitrage ou les valeurs de température sont inférieures de courbe (a). Donc la disposition du vitrage permet d'abaisser la température et les apports de chaleur aussi. (Weber, 1991)

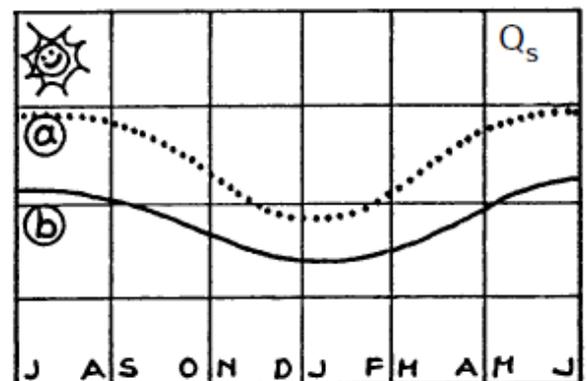


Figure 2.6 : Les apports solaires directs
Source : (Weber, 1991)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

– Les apports solaires indirects : ils correspondent les apports solaires qui proviennent des murs opaques extérieurs et par les autres éléments constructifs du logement. (Jedid and Benjeddou, 2016)

- Radiations à ondes longues (radiations terrestres)

Ce sont les rayonnements atmosphériques émis par le ciel et rayonnements au sol émis par le milieu ambiant. (Atef et al., 2015)

Note : le rayonnement solaire peut produire des surchauffes si la régulation usuelle (orientation, menuiserie...) est mal maîtrisée. Donc le contrôle des apports solaire est indispensable, ou les protections solaires sont parmi les solutions essentielles pour ce problème. (HAUGLUSTAINE and SIMON, 2007)

b. Renouvellement d'air

selon (BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM) Les apports thermiques dus au renouvellement d'air sont les suivantes:

- Gains sensibles par renouvellement d'air

$$Q_{sr} = Qv \cdot (T_e - T_i) \cdot 0.33 \quad [w] \dots \dots \dots (2)$$

- Gains latent par renouvellement d'air

$$Q_{lr} = Qv \cdot (\omega_e - \omega_i) \cdot 0.84 \quad [w] \dots \dots \dots (3)$$

Avec

Qv : Débit d'air extérieur de renouvellement [m³/h]

T_e et T_i : température extérieur et intérieur basse

$\omega_e - \omega_i$: Teneur en eau d'air extérieur et intérieur g/kg

1.2. Les échanges thermiques

La qualité du confort thermique d'un bâtiment dépend essentiellement de ses échanges avec l'environnement extérieur et de la gestion de ces échanges. (BEGUIN, 2006)

Un bâtiment quel qu'en soit l'usage, il se compose de plusieurs éléments sont liés entre eux, pour former l'enveloppe du bâtiment, et comme la figure (2.7) montre : Dans n'importe quelle construction, il déroule des phénomènes thermiques principalement le transfert de chaleur

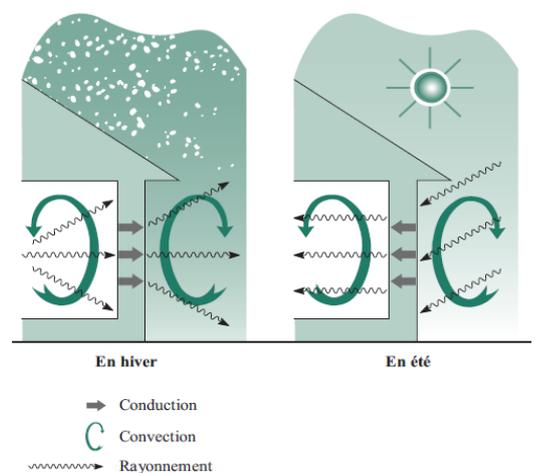


Figure 2.7 : Transfer de chaleur
Source : (Fuchs and Raymond, 2010)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

sous forme de trois modes : conduction, convection ou rayonnement.(Samia)

1.2.1. Transfert de chaleur par conduction

Une conduction de chaleur se présente lorsqu'on a une différence de température entre deux points d'une paroi, plus qu'elle se caractérise par la propagation directe de la chaleur au sein des matériaux. (PAULE, 1995) (Voir la figure 2.8)

- Selon (BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM), la valeur du flux de chaleur transmis par conduction Q_c est donnée par la formule suivante :

$$Q_c = k S \Delta T \quad [w] \dots \dots \dots (4)$$

Avec :

k = coefficient de transmission thermique de la paroi ou du vitrage considéré en $W/m^2 \cdot ^\circ C$

S = surface de la paroi ou de la fenêtre considérée (m^2)

ΔT = différence de température entre les deux faces de la paroi considérée [$^\circ C$]

- La quantité de chaleur qui se propager par conduction est directement proportionnelle à :

a. La conductivité thermique λ

La conductivité thermique d'un matériau définit la quantité de chaleur qui traverse un mètre d'épaisseur par seconde et par $1m^2$ de surface, quand il y a une différence de température de $1^\circ C$ (entre les deux faces du matériau, son unité de mesure est [$W/m \cdot ^\circ C$]).

On notant que plus la valeur de λ d'un matériau est faible, plus que le matériau est thermiquement isolant. (Liebard and Herbe, 2005)

b. La résistance thermique R

C'est la capacité d'un matériau pour diminuer le flux de chaleur à travers lui, elle se mesure à partir de la formule suivante:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad [m^2 \cdot ^\circ C / w] \dots \dots \dots (5)$$

Par conséquence la résistance superficielle se mesure avec le même principe mais au niveau de différentes couches constituant la paroi, elle est donnée par l'équation suivante: (PAULE, 1995)

$$R = R_{si} + \sum i \frac{e_i}{\lambda_i} + R_{se} \quad [m^2 \cdot ^\circ C / W] \dots \dots \dots (6)$$

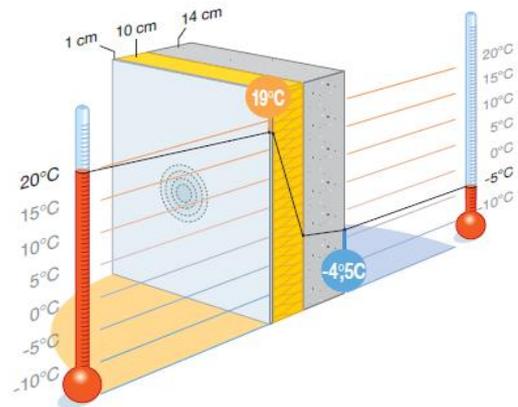


Figure 2.8 : Transfert de chaleur par conduction
Source : (Blin and Eveillard, 2007)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

Avec :

e_i : Épaisseur de la paroi de transmission. (m)

λ_i : Coefficient de conductivité de la paroi, [W/m²°C]

R_{si} et R_{se} : Résistances superficielles d'échange de la paroi intérieur et extérieur [m².°C /W]

c. Le coefficient de transmission

Le coefficient de transmission de la chaleur U ou K représente une perte d'énergie en hiver et un gain d'énergie en été. (SMIR, 2008)

En règle générale, le coefficient de transmission thermique surfacique U, se calcule en tenant compte des transmissions de chaleur de chaque couche d'une paroi non homogène.

Ce coefficient est donné par la formule suivantes : (Penu, 2015)

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{si} + R_{mur} + R_{se}} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_e}} \quad [w/m^2.°C] \dots \dots \dots (7)$$

1.2.2. Transfert de chaleur par convection

Cette transmission de la chaleur concerne principalement les fluides (l'air). Ou l'air chaud monte et la chaleur se dissipe en « frottant sur les parois ». Sachant que plus l'air est immobile, on a moins de transfert de chaleur par conduction. (Blin and Eveillard, 2007)

La figure à droite montre, La convection dans un bâtiment se caractérise par les déplacements d'air, qui permettent généralement d'extraire de la chaleur du bâtiment. Le moteur de la convection naturelle est la différence de densité de l'air en fonction de sa température. (PAULE, 1995)

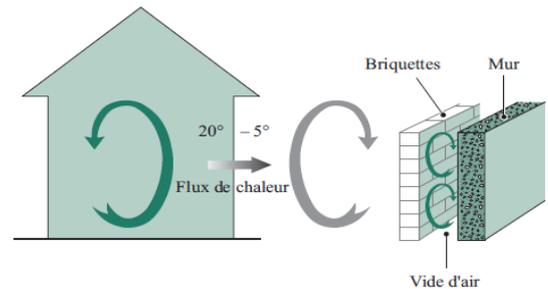


Figure 2.9 : Transfer de chaleur par convection

Source : (Fuchs and Raymond, 2010)

Ce mécanisme de transfert est régi par la loi de Newton : (JANNOT, 2012)

$$Q_{c'} = h S (T_{\infty} - T_p) \quad [w] \dots \dots \dots (8)$$

Avec :

Q_c : Flux de chaleur transmis par convection (W)

h : Coefficient de transfert de chaleur par convection (W/ m²°C)

T_p : Température de surface du solide (°C)

T_{∞} : Température du fluide loin de la surface du solide (°C)

S : Aire de la surface de contact solide/fluide (m²)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

L'action de mouvement d'air (produire une circulation ou un courant d'air ou de renouveler l'air et sa répartition) dans le milieu considéré (voir la figure 2.10), représente sous phénomène de la ventilation ou le renouvellement d'air afin d'assurer que le débit est adéquat, suffisant mais pas inconfortable. (Mulé, 2011)

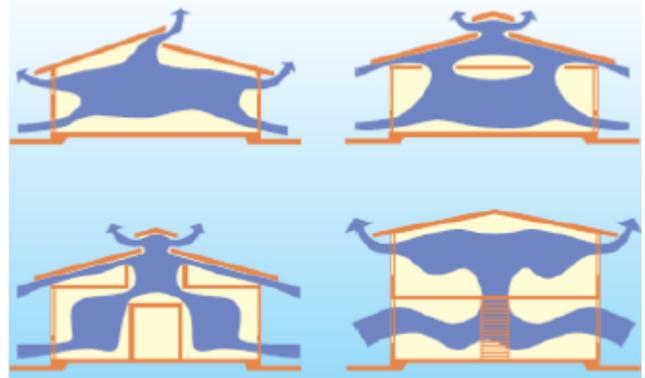


Figure 2.10 : Composition spatiale du bâtiment et écoulements d'air
Source : (Mulé, 2011)

1.2.3. Transfert de chaleur par Rayonnement ou radiation

Ce transfert de chaleur se caractérise par l'intermédiaire d'ondes

électromagnétiques, sans transfert de masse ni contact thermique. (PAULE, 1995)

La transmission des radiations est en fonction de l'émissivité et de la température de surface du corps récepteur, alors que grâce à la capacité de transmission on peut définir la quantité de chaleur. (HAUGLUSTAINE and SIMON, 2007)

a. Principe de rayonnement

Lorsqu'un rayonnement incident arrive sur un corps opaque, celui-ci se divise en trois parties (voir figure): Transmis, absorbée et réfléchi, dans des proportions variables selon la nature du corps.

(PERROT, 2011) (Voir figure 2-11)

De sorte que : $\tau + \rho + \alpha = 100\%$(10)

Avec :

τ : ratio du flux transmis sur le flux incident

α : le facteur d'absorption

ρ : ratio du flux réfléchi sur le flux incident (LAMY et al., 2012)

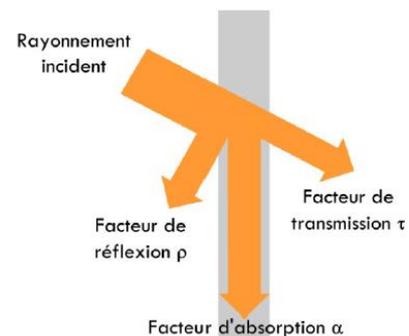


Figure 2.11 : Composants du rayonnement au contact d'un matériau
Source : (LAMY et al., 2012)

b. Coefficient d'absorption

Le coefficient α est important en thermique du bâtiment, ce facteur permet d'exprimer la proportion de conversion du rayonnement électromagnétique incident en énergie thermique. Ou il supérieur pour les corps noirs. (PERROT, 2011). Le coefficient « α » dépend de la couleur et de la nature du mur, le tableau suivant montre les différentes valeurs de ce coefficient suivant la couleur et nature de la paroi. (BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

Tab. 2.1: Coefficient d'absorption « α » pour murs, toits et fenêtres

Source : (BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM)

Couleurs et nature de la surface		α
Surfaces très claires	Pierre blanche - surface blanche, claire ou crème ciment très clair	0.4
Surfaces foncées	Fibrociment - bois non peint - pierre brune - brique rouge - ciment foncé - staff rouge, vert ou gris	0.7
Surfaces très foncées	Toitures en ardoises foncées - cartons bitumés très sombre	0.9
Verres (fenêtres ou lanterneaux)	Vitrage simple	1
	Vitrage double	0.9
	Vitrage triple	0.8

c. Rayons solaires incidents sur les parois opaques

La quantité de chaleur traversant le mur [Qm] :

$$Q_{srm} = \alpha \cdot F \cdot S \cdot R_m \quad [w] \dots \dots \dots (11)$$

Avec :

α = coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement

S = surface de la paroi en m²

F = facteur de rayonnement solaire

R_m = rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur en W/m²

La valeur du rayonnement solaire «R_m» sur un mur dépend aux paramètres suivants : la latitude (du local), l'orientation et dans un temps donné.

Le facteur de rayonnement «F» indique la part de chaleur absorbée par la surface et transmise à travers le mur du local (tableau). (BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM)

Tab. 2.2: Facteur de rayonnement solaire
Source : (BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM)

K coefficient de transmission thermique de la paroi considérée [W/m ² °C]	F coefficient du Rayonnement solaire
0	0
1	0.05
2	0.1
3	0.15
4	0.20

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

d. Rayons solaires incidents sur paroi vitrée

Les apports solaires à travers d'un élément transparent, sont en fonction de l'angle d'incidence des rayons du soleil avec le vitrage. Plus que des autres paramètres tel que la latitude et la saison ; l'orientation et l'inclinaison de la paroi. (Architecture et climat, 2017 : site web)

La figure ci-dessous montre les caractéristiques énergétiques du simple vitrage : la quantité d'énergie incidente directement, la partie réfléchi et absorbés.

La quantité de chaleur traversant le vitrage (Q_v) :

$$Q_{sv} = \alpha \cdot g \cdot S \cdot R_v \quad [w] \dots \dots \dots (12)$$

Avec :

α : coefficient d'absorption du vitrage (Voir le tableau 2.1)

g : facteur de réduction est fonction du mode de protection de la fenêtre contre le rayonnement solaire.

S : surface vitrée (m^2)

R_v : intensité du rayonnement solaire sur les vitrages W/m^2 ; elle est définie de la même manière que R_m . (BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM)

SIMPLE VITRAGE CLAIR

CARACTERISTIQUES ENERGETIQUES

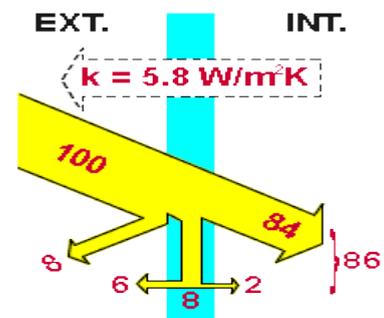


Figure 2.12 : Caractéristique énergétique du simple vitrage
Source : (Gratia, 2000) (site web)

2. La forme de l'enveloppe et son impact sur le confort thermique

2.1. Performance thermique de la forme

Pour l'obtention de confort thermique dans un bâtiment avec le moins d'énergie, l'agi des concepteurs et des architectes au niveau de l'épaisseur des matériaux, le type des isolants et le traitement des ponts thermique sont les solutions les plus connues. (Jean-Louis IZARD, 2006)

Pierre Lavigne a dit : « La fonction de l'architecte est de composer des formes et des espaces auxquels il doit nécessairement donner des limites, et que c'est essentiellement le traitement de ces limites qui va conditionner les transferts énergétiques et générer les ambiances dans la construction » (Samia)

Donc l'architecte ne doit pas réfléchir uniquement à la composition des parois (matériaux, et isolants) mais aussi aux autres facteurs, on vise la forme de bâtiment elle-même.

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

À partir de l'étude comparative faite par ZEROUAL DAOUD concernant le sujet de l'influence du climat sur la forme des constructions, on a trouvé qu'il y a une variation morphologique, afin d'assurer l'adaptation du bâtiment avec les conditions climatiques environnantes : dans le climat chaud et humide qui est connues par une forte précipitation et un pourcentage d'humidité important, on a appris que la morphologie des bâtiments est caractérisé par des groupements dispersés, une enveloppe du bâtiment longue, étroite et ouvert, plus que le sol est généralement élevé par rapport à la terre, par contre dans le climat chaud et aride qui est défini par les hautes températures et l'intensité de la radiation solaire , on observe que les bâtiment sont compactes avec un maximum de volume et le minimum des surfaces exposées, qui favorise l'utilisation des cours intérieures protégées, concernant l'enveloppe dans le climat froid, sont compactes aussi, avec des matériaux lourds, un minimum de surfaces exposées, ou les petits formes demi sphérique sont le plus courants, enfin les caractéristiques climat tempéré (pluvieux et venteux) a fait que l'organisation des groupements sera libre diversifiée et dispersée, ou la forme de la maison est conique et construite généralement avec des matériaux légers.(DAOUD, 2006)

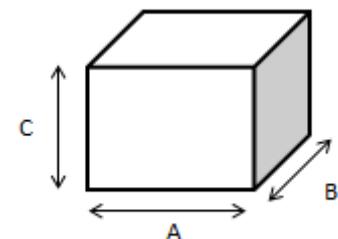
La performance thermique et énergétique de la forme est exprimé par le coefficient forme ou le facteur de compacité qui regroupe les deux variables qui sont le volume et la surface de l'enveloppe, afin d'assure une enveloppe minimise les échanges énergétique soit les déperditions de chaleur en hiver ou les gains thermique en été, en exploitant le maximum des énergies renouvelables (principalement les radiations solaires). (Catalina et al., 2008)

2.2.Le coefficient de forme

L'architecture bioclimatique expérimente la relation entre les surfaces exposées à l'extérieur et le volume du bâtiment, par ce qu'en appelle le coefficient forme (S/V). (ANME)

Il existe deux expressions qui expriment ce ratio: la première, elle signifie le rapport entre le volume chauffé du bâtiment et la somme de surfaces extérieures (V/S). (Catalina et al., 2008)

Par contre, la deuxième définition qui est la courante, elle exprime l'inverse du premier rapport, c'est-à-dire (S/V), son unité est (m^2/m^3), (IZARD, 2006) qui permet de présenter le degré d'exposition du bâtiment à l'environnement ambiante. (Liebard and Herbe, 2005)



Donc pour calculer le coefficient de forme ou le facteur

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

forme de n'importe quel bâtiment il suffit de d'appliquer la formule suivante :

$$C_f = \frac{\sum \text{surfaces extérieures}}{\text{volume}} \dots \dots \dots (13)$$

Par exemple si on adopte que le volume montré c'est un bâtiment, son coefficient de forme donc est égale :

$$C_f = \frac{\text{Aires des 4 faces latérales} + \text{aire du toiture}}{\text{volume}}$$

- Selon (W. Weber, 1991) Ce facteur peut varier de > 1 à $< 0,2$, relativisant pour les grands bâtiments l'importance d'une bonne isolation de façade. (Weber, 1991)
- En hiver : Plus ce coefficient est petit, plus les déperditions énergétiques durant l'hiver sont faibles, dont il est conseillé d'avoir un coefficient de forme inférieur à 0,70.
- En été : Durant les journées d'été, l'enveloppe du bâtiment tend à faire pénétrer de la chaleur à l'intérieur. Dans ce cas, un coefficient de forme faible est favorable comme pour l'hiver. (ANME)

Le facteur forme est un critère d'évaluation thermique intéressant qui se varie par rapport à : la forme en fixant le volume, la taille pour la même forme et au mode de contact pour une forme et volume constants.

La figure suivante présente la variation de coefficient de forme selon les paramètres précédents (Liebard and Herbe, 2005) et par la suite en va détailler l'effet de chaque facteurs.

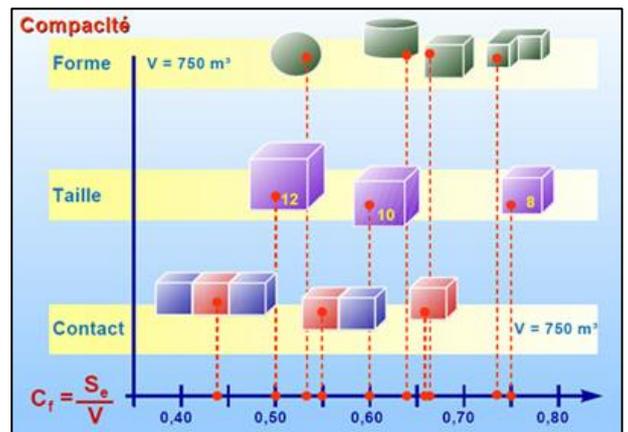


Figure 2.13 : le coefficient de forme varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits.

Source : (Liebard and Herbe, 2005)

2.2.1. L'effet de la forme géométrique (à volume constant) La manière la plus directe de décrire la forme d'un bâtiment paramétré consiste à décrire son empreinte au sol. Tandis que la connaissance de la géométrie du bâtiment permet de calculer analytiquement la surface d'enveloppe et les apports solaires. (Vermeulen, 2014) Il existe plusieurs classifications concernant les formes géométriques, selon la fonction, selon la structure du bâtiment et autre classification dépend au style.... Les formes architecturales sont classé en deux catégories : des forme régulières (voir la figure 2.14) tel que : La sphère, le cylindre, le cône, le cube, et la pyramide et des formes irrégulières qui sont généralement asymétriques et plus dynamiques

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

que les formes régulières. Ces formes sont définies par leurs dimensions : longueur, largeur, profondeur ou hauteur... si on change l'un de ces paramètres, il va influencer sur les formes géométriques, c'est la transformation dimensionnelle. (Samia)

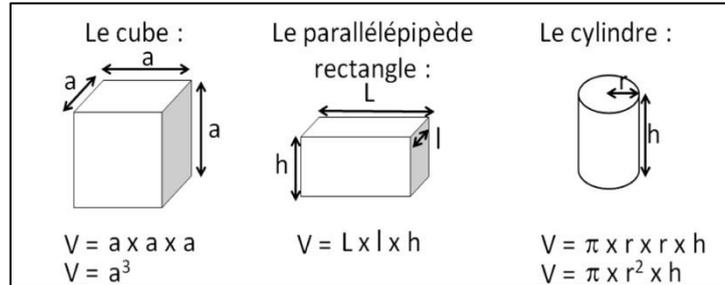


Figure 2.14: Quelques formes régulières
Source : (web, 2009) (site web)

Plusieurs études ont été établies dans le but de déterminer des formules pour calculer le C_f en fonction des dimensions caractéristiques de la forme, en même temps trouver les formes favorables pour une valeur minimale du coefficient de forme. « *Il faut savoir qu'il y a des formes géométriques plus favorables que d'autres.* » (IZARD, 2006)

selon IZARD (2006) La figure à gauche présente le résultat d'une de ces études, l'étude présente la hiérarchie des formes pour deux cas de contact avec le sol ou posées au sol (série du haut) et sur pilotis (série du bas), et avec un volume constant. On notant que la forme la plus favorable série du haut est la calotte sphérique, et pour série du bas, c'est la sphère qui s'avère la forme la plus efficace. Ces formes étant des formes peu usitées en architecture (sauf partiellement pour les dômes). Donc il est nécessaire de déterminer les caractéristiques géométriques pour les autres formes plus répandues.

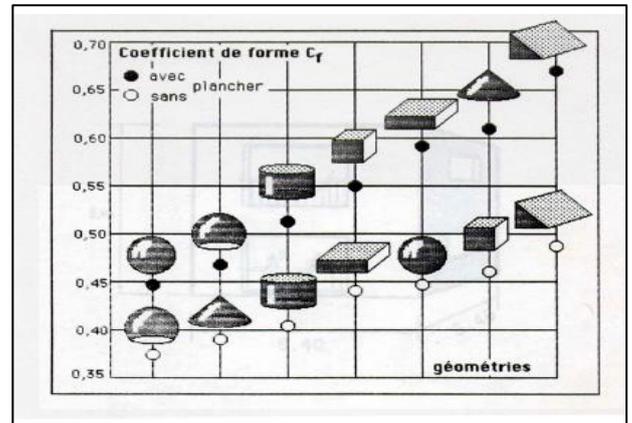


Figure 2.15 : Hiérarchie des formes après optimisation de leur Coefficient de forme C_f à volume égal pour deux cas de contact avec le sol et sur pilotis
Source : (IZARD, 2006)

2.2.2. L'effet de la taille (à forme constante)

Pour la même forme, la taille du bâtiment conditionne en partie les besoins de chauffage. On notant que les bâtiments de grand volume auront moins de déperditions thermiques par transmission par rapport à des petites villas. (Voir la figure 2-16) (Weber, 1991)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

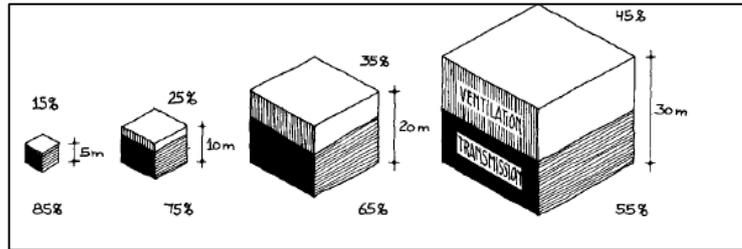


Figure 2.16: Pourcentage de déperdition thermique par ventilation et transmission en fonction du volume d'un cube.
Source : (Weber, 1991)

Le graphe ci-dessous (figure 2-17) illustre l'évolution de coefficient de forme selon la taille du bâtiment pour une forme constante (les mêmes cubes de la figure 2-16). On remarque que plus un bâtiment est grand plus son coefficient de forme est favorable (faible). (Liebard and Herbe, 2005)

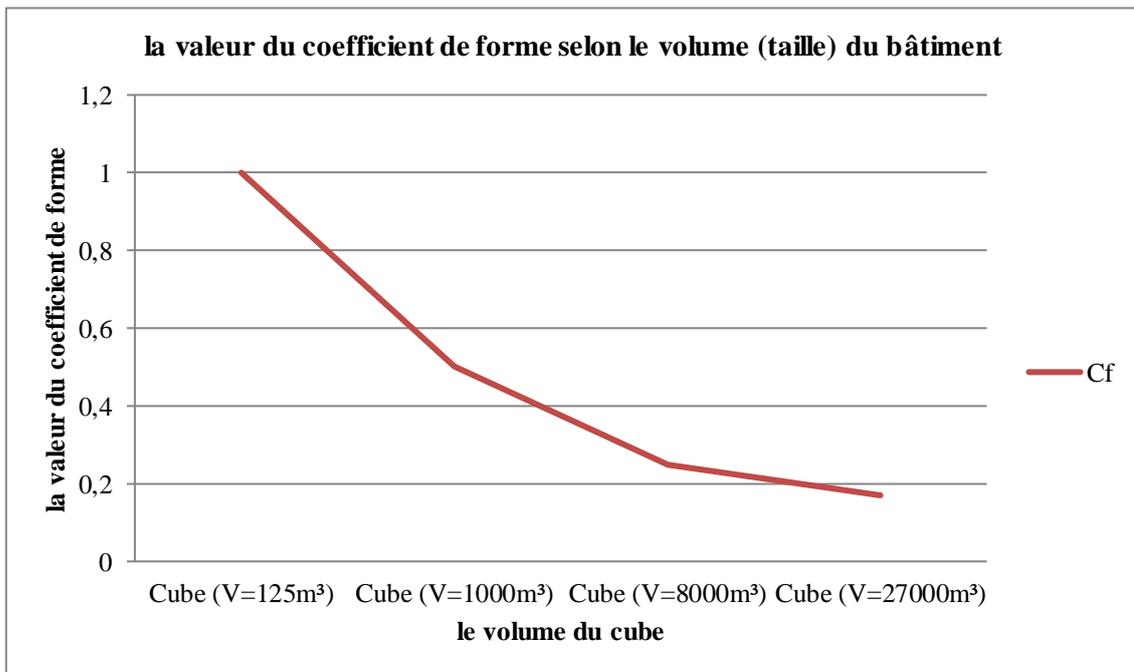


Figure 2.17 : la valeur du coefficient de forme selon la taille du bâtiment (cube)
Source : (Weber, 1991) d'après l'auteur

2.2.3. Mode de contact (à forme et volume constants)

Pour le mode de contact entre les différents bâtiments, le seul variable c'est le pourcentage de surfaces externes. (Athamena, 2012)

Weber (1991) a présenté dans (la figure 2.18), que la mitoyenneté influence directement sur le nombre de façades.

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

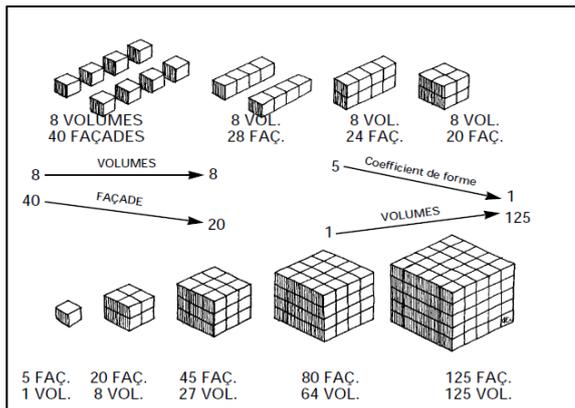


Figure 2.18: Evolution du facteur de forme pour différents types d'aggrégation et dimensions d'un cube.

Source : (Weber, 1991)

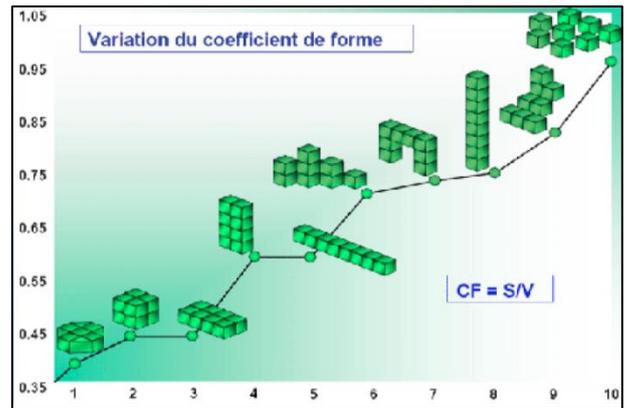


Figure 2.19 : Variation du coefficient de forme selon le mode de contact

Source : (Aymen, 2009)

Sachant que pour le même volume, plus le nombre des façades externes est plus, on obtenant une valeur supérieure du coefficient de forme, par conséquent ce facteur des maison mitoyennes est inférieur à celle d'un pavillon (Liebard and Herbe, 2005) (Voire la figure 2-19)

2.3. La forme de l'enveloppe de l'isolé au compacte

La configuration globale des différentes formes des bâtiments dans une densité connues, c'est la définition que les urbanistes, architectes et géographes ont donnée pour la terminologie des formes urbaines. Ainsi que la figure ci-dessus présente ces différentes formes urbaines. (Mégane, 2013) On peut les classer comme la suite :

2.3.1. Forme pavillonnaire (ponctuelle)

La forme pavillonnaire est caractérisée par une faible densité, et des propriétés personnelles. Les modèles qui définissent cette morphologie sont : les cités jardins, et les lotissements. (Voir la figure 2.20) (Athamena, 2012)

Comme on peut le classé cette catégorie en pavillonnaire isolé

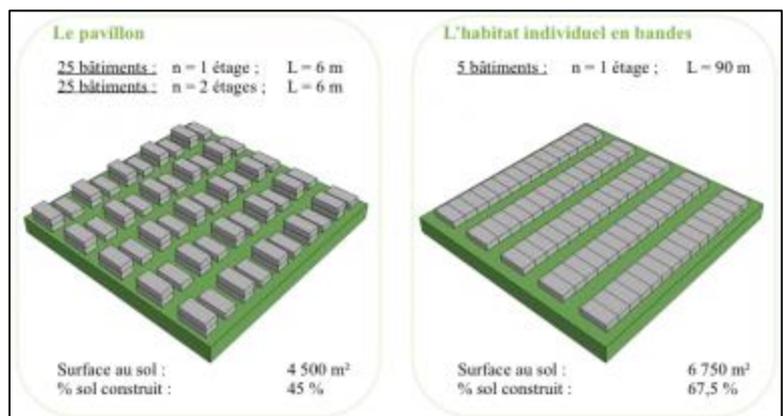


Figure 2.20 : La forme pavillonnaire isolé et en bande

Source : (Arantes et al., 2016)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

ou diffus qui constitue de maisons individuelles très espacées et pavillonnaire continu, qu'il s'agit des bâtiments mitoyens, généralement sur deux côtés et alignée sous forme d'une bande. (GAUTHIER, 2014)

2.3.2. Forme répétitives linéaire (en rangée)

Ce type constitue une forme particulièrement économe d'espace due à la continuité du bâti dans une seule direction de l'espace. (Elhadi, 2015)

Ces formes représentent la concrétisation parfaite des principes de l'architecture moderne. Ces derniers présentent une morphologie moins compacte et s'étalent verticalement en forme de tours et aussi horizontalement en forme de barres de grandes hauteurs, les deux modèles connus sont: l'îlot bâtiment, les grands ensembles. (Athamena, 2012)

La figure ci-dessous présente les quelques formes verticales répétitives, ou la variation c'est la densité urbaine.

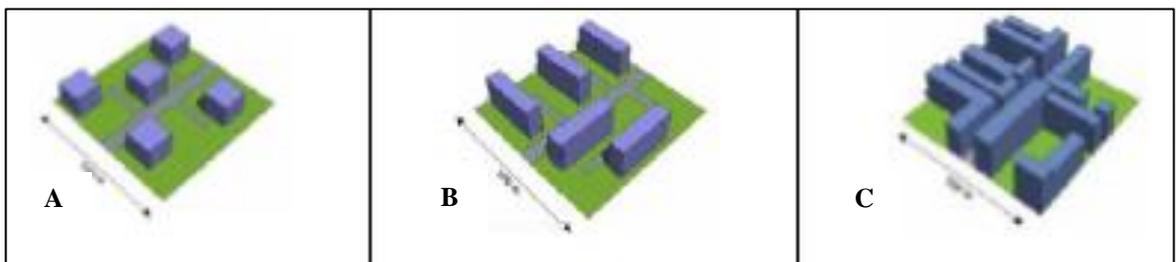


Figure 2.21 : La forme verticale répétitive de peu dense (A) à plus dense (C)
Source : (Mégane, 2013)

2.3.3. Forme compacte (massif) :

- ❖ La compacité linguistiquement dépend à la qualité de ce qui est compact, de ce qui tient dans un volume réduit. (Reverso, 2016)
- ❖ Cette terminologie au monde de construction signifie que Les constructions sont accolés les uns aux autres de manière à former une masse continue uniquement interrompue par les rues. (Elhadi, 2015) Cette configuration vise à minimiser les surfaces des parois externes afin de réduire les surfaces des échanges thermique avec l'extérieur (un faible coefficient de forme) pour un volume du bâtiment défini. (Abderrahmane, 2013) Mais d'autre part, on aura un problème en niveau de l'éclairage. (Gratia and Herde, 2006)

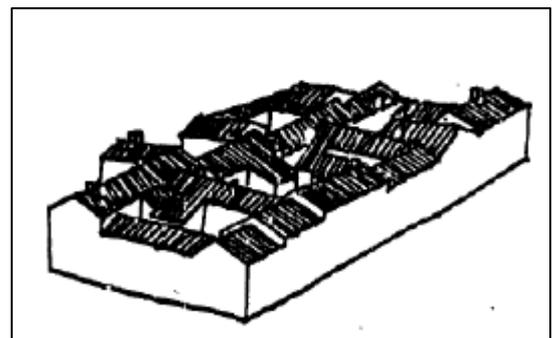


Figure 2.22 : Forme compacte
Source : (Elhadi, 2015)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

On conclut que quel que soit la typologie ou la forme du bâtiment, on cherche toujours que le coefficient de forme faible pour un minimum des surfaces externes, et la forme compacte est la plus répondue.

2.4. Le coefficient forme et le climat

OLGYAY, dans son livre *design with climate* a présenté le coefficient forme favorables pour chaque climat (Voire la figure 2.23). On notant que pour :

- Climat froid : de 1/1.3 à 1/1.1
- Climat tempéré : de 1/2.4 à 1/1.6
- Climat chaud et sec : de 1/1.6 à 1/1.3
- Climat chaud et humide : de 1/3 à 1/1.7 (OLGYAY, 1962)

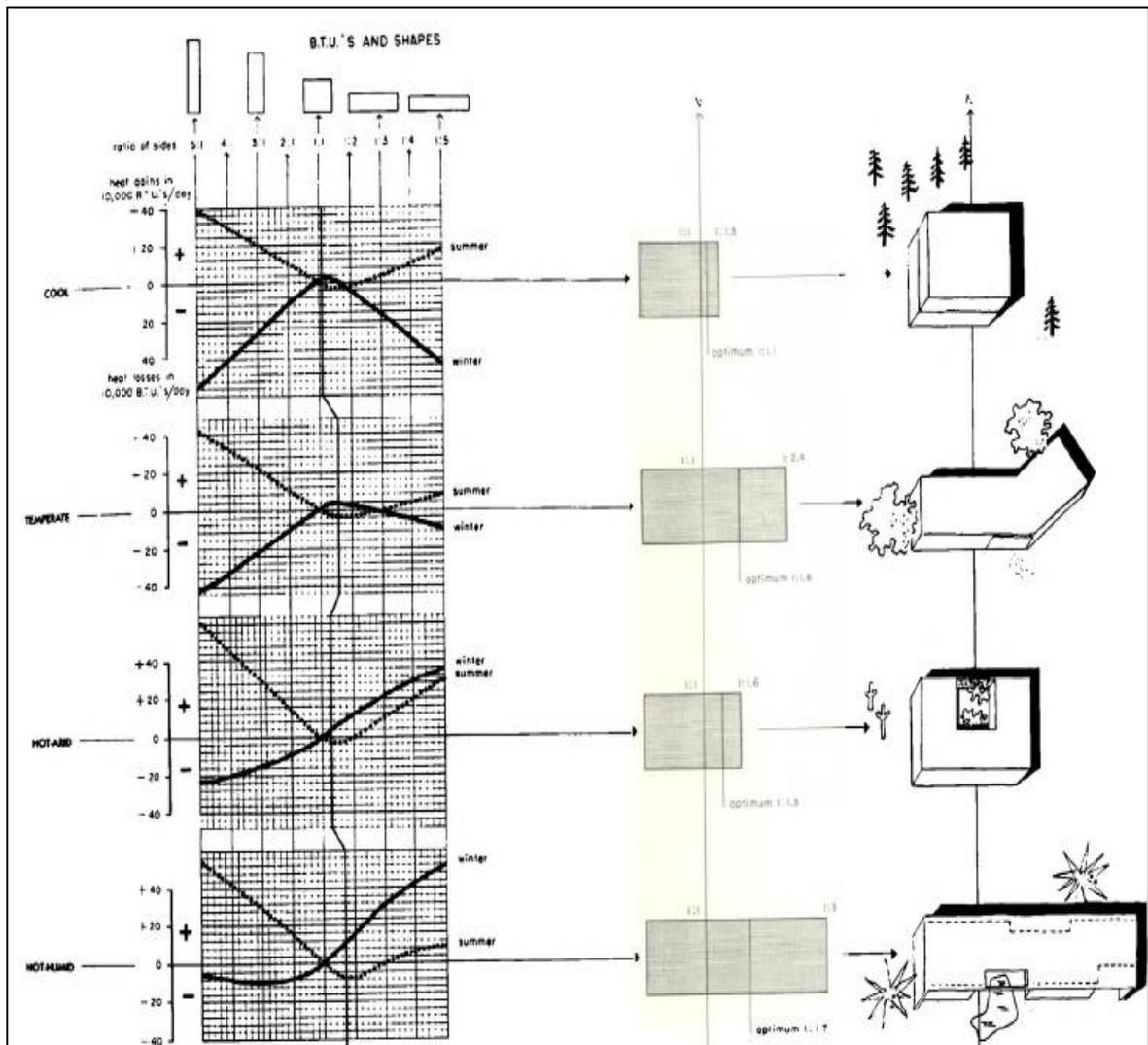


Figure 2-23 : Facteur forme pour les différentes régions (climat)
Source : (OLGYAY, 1962)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

2.5.L'orientation du bâtiment et l'intensité des rayonnements solaires

Chaque orientation est caractérisée par des heures et des puissances d'insolation précises. Le graphique suivant (Voir la figure 2.24) présente les puissances reçues sur des plans d'orientations différentes, le premier graphe sur l'insolation journalière pour l'orientation sud montre que plus le soleil est bas plus l'insolation sur un plan vertical sud augmente.

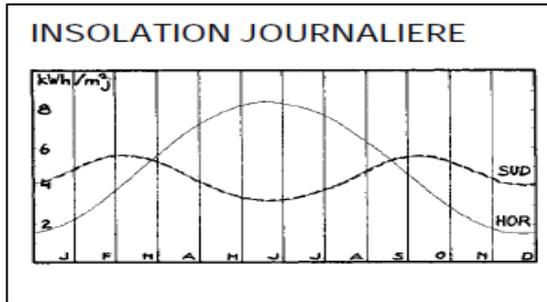


Figure 2.24: Insolation journalière
Source :(Weber, 1991)

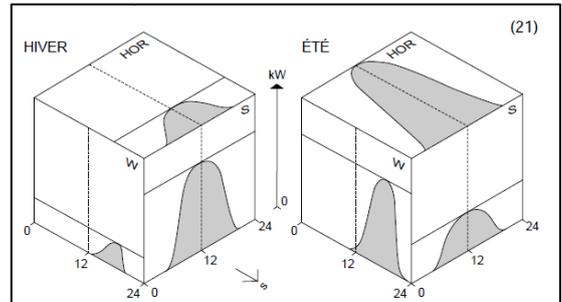


Figure 2.25: orientation et rayonnement solaire
Source :(Weber, 1991)

La figure 2.25 illustre qu'en période hivernal, la façade sud reçoit la plus grande quantité de rayonnement, contrairement aux orientations est et ouest. Ce processus est inversé pour la période estival. (Weber, 1991)

OLGYAY a expliqué qu'il doit pris en compte la quantité énergie solaire (rayonnement) dans notre construction, qui se varie notamment selon la position du soleil. Et de trouver une forme optimale qui perd le minimum de chaleur pendant la saison de chauffe et en gagnant le minimum pendant la saison de surchauffe. OLGYAY a montré que la forme optimale dans tous les climats est celle qui est allongée dans la direction EST-OUEST. (Samira, 2005), Tout en sachant que les façades Est, Ouest et la toiture sont les surfaces les plus exposées aux gains de chaleur par radiations solaires. (DAOUD, 2006)

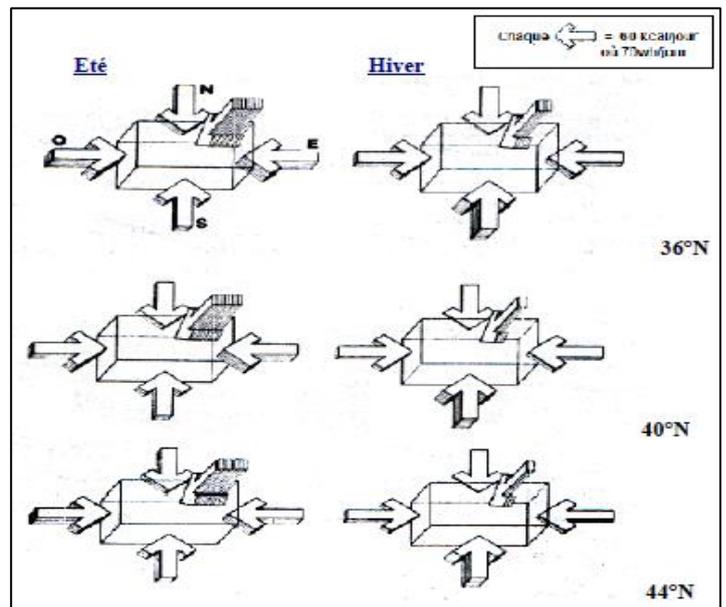


Figure 2.26: Intensité Du Rayonnement Solaire Sous Différentes Latitudes
Source :(Samira, 2005)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

En expliquant la figure ci-dessous (la figure 2.26) et selon (Samia) Intensité du rayonnement solaire se diffère selon la latitude et la saison. et d'après Liebard and Herbe (2005) il existe huit orientations possible pour des pièces de la construction : Nord, Sud, Est, Ouest, Nord-Est Nord-Ouest, Sud-Est et Sud-Ouest.

2.5.1. Orientation Nord

Cette orientation nous permettons de bénéficier pendant toute l'année de la lumière plus que du rayonnement solaire diffus, d'une part et d'autre part pendant la saison estivale on peut souffrir d'un rayonnement direct à cause de la position du soleil qui est bas surtout au petit matin et en soirée qui va créer des problèmes visuels difficiles à contrôler.

2.5.2. Orientation Est

Orientées les espaces à l'est permet de bénéficier du soleil pendant la tranche du matin par contre on aura un problème au niveau de la maîtrise de la lumière car les rayons sont bas sur l'horizon. Les faces orientées vers l'Est ont à faible exposition solaire en hiver, alors qu'en été, elle est supérieure à l'orientation sud, ce qui est peu intéressant.

2.5.3. Orientation Ouest

C'est l'orientation qui peut créer la sensation de l'inconfort en été (le surchauffe) à cause de l'intensité des rayons solaires en plus que les températures élevées à la fin de la journée. On a aussi le souci de l'inconfort visuel par éblouissement et surexposition.

2.5.4. Orientation Sud

Comme la figure (2.26) montre l'orientation sud possède un ensoleillement maximal en hiver et minimal en été c'est toujours dépend à la position du soleil : en hiver le soleil est bas avec une petite hauteur ce qui provoque une pénétration des rayons solaires dans la maison, par contre la hauteur de soleil en été est supérieure ce qui provoque une pénétration plus moins que l'hiver.

2.5.5. Face horizontale

On remarquant que en période estivale les parois horizontales sont les plus reçues des rayonnements c'est-à-dire ils présentent la partie la plus intense par contre en période hivernale la façade sud reçoit plus d'énergie solaire.(Samia)

Chapitre 02 : L'enveloppe du bâtiment : Fonctions et performances thermiques

Conclusion

Une bonne compréhension concernant le thermique du bâtiment qui définit l'intérêt de composante chaleur dans nos constructions, quel que soit son type lent ou sensible, elle va influencer sur l'enveloppe à travers les différents modes d'échanges : convection, conduction ou rayonnement. Ces échanges sont sous formes soit des déperditions thermiques en hivers ou des apports en été (internes et externes).

D'autre part les fonctions et performance thermique de l'enveloppe ou on a remarqué que la forme des bâtiments se varie d'une région (climat) à l'autre et le coefficient de forme c'est le facteur d'évaluation du niveau des surfaces externes des constructions par rapport leurs volumes. On notant que plus il est faible plus le bâtiment est moins déperditif.

Ce ratio dépend aux paramètres suivantes : la forme géométrique, la taille, et le mode de contact, ainsi que la position de ces formes tel que : les formes pavillonnaire ponctuel, répétitives linéaire et des forme compacte. Cette dernière c'est-à-dire la forme compacte présente la solution efficace pour la réalisation du confort thermique avec le moins d'énergie puis qu'elle favorise la mitoyenneté par conséquence moins des surfaces d'échange et un faible facteur forme. Et en fin on a définir le coefficient forme favorables pour chaque climat Grâce à OLGAY et à travers l'intervalle optimale pour chaque région qu'il est égale de $1/1.6$ à $1/1.3$ pour le bâtiment dans le climat chaud et sec. Et il est de $1/1.3$ à $1/1.1$ pour le climat froid par contre dans le climat tempéré, et de $1/2.4$ à $1/1.6$ et de $1/3$ à $1/1.7$ dans le climat chaud et humide.

On a aussi défini l'impact de l'orientation de bâtiment sur l'ambiance thermique, qui se dépend à la quantité d'énergie solaire reçue pour chaque ordination alors une bonne gestion de l'orientation peut être couteux, c'est-à-dire si le choix de l'orientation est gagnant la consommation énergétique diminue et le contraire et juste.

CHAPITRE 03 :
RECHERCHES ANTEREIURES

Chapitre 03 : Recherches antérieures

Introduction

Parmi les études antérieures qui inscrivent dans le domaine de l'architecture bioclimatique, plus particulièrement l'enveloppe du bâtiment et le confort thermique, nous avons : D'abord, L'étude de l'architecture et confort thermique dans les zones arides : Application au cas de la ville de Béchar, ou les chercheurs A. Mokhtari, K. Brahim et R. Benziada ont étudié l'influence des composantes de l'enveloppe sur l'évolution de la température intérieure du local considéré. L'approche utilisée dans cette étude c'est analytique qui est basée sur l'outil de la simulation thermique à l'aide de logiciel TRNSYS. (Mokhtari et al., 2008) Avec la même approche et outils d'évaluation, Tiberiu Catalina, et ses collègues ont fait une étude concernant l'effet de l'inertie thermique, de la surface vitrée et du coefficient de forme sur les besoins en chauffage d'une habitation. (Catalina et al., 2008) Ensuite, MAZARI Mohammed, dans son étude et l'évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou), qui vise à évaluer l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur les ambiances intérieures thermique. a utilisé comme approche une approche expérimentale, basé sur l'usage de deux outils de recherche : les mesures in situ à l'aide d'instrumentation technique et l'enquête par questionnaire. (Mohammed, 2012) D'autre part, H. M'Sellem et D. Alkama, dans l'article de confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique - Cas des lieux de travail dans les milieux arides à climat chaud et sec- intéressent à l'étude des aspects qualitatifs et quantitatifs du confort thermique en architecture. En utilisant la combinaison entre les deux approches précédentes : analytique avec les techniques usuelles de l'analyse bioclimatique et le logiciel de simulation thermique, et approche expérimentale ou la technique utilisée c'est l'enquête, et enfin une analyse statistique par logiciel qui facilite le traitement des informations obtenues par enquête. (M'Sellem and Alkama, 2009) Ainsi que Bellara Samira dans son mémoire de magister : Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine a utilisé aussi les mêmes approche (analytique et expérimental) ou les outils d'évaluation sont la simulation et les appareils de mesures. (Samira, 2005), On notant que Belkacem Berghout et ses collaborateurs dans leur article sur la simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie, ont utilisé la méthodologie suivante : approche analytique avec les diagrammes psychomètres et la

simulation thermique et enfin une approche comparative concernant les résultats. (Berghout et al.) Une autre étude a été élaboré par Mer Zeroual Daoud qui a le même thème du notre étude c'est : Impact des gains de chaleur sur la morphologie des bâtiments cas des climats chauds et arides, en utilisant une approche analytique (comparative) pour les différentes modèles de l'étude, et l'outil d'évaluation c'est la simulation numérique (des calculs mathématiques). (DAOUD, 2006) Enfin, l'étude : Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments éducatifs, cas des infrastructures d'enseignement supérieur en régions arides, faite par LABRECHE Samia, ou elle utilisé la combinaison entre l'approche analytique et expérimental, grâce à la technique de questionnaire et de simulation. (Samia)

1. Les Méthodes d'analyse

On peut classer les outils d'analyse en les catégories suivantes :

1.1.Simulation

Selon le dictionnaire Larousse la simulation c'est une représentation du comportement d'un processus physique par exemple au moyen d'un modèle matériel, soit par:

- les logiciels c'est la simulation informatique ou numérique (LAROUSSE)
- ou les calculs mathématiques et physiques de base numérique : Ce type de simulation vise à utiliser des équations et des calculs mathématiques et physiques dans l'analyse et utiliser l'outil ordinateur pour facilitent le traitement des résultats. (DAOUD, 2006)

1.2.Enquête par questionnaire

L'enquête par questionnaire permet d'obtenir l'opinion du public visé à partir des questions posées concernant un sujet précis. Ou il existe des modalités de passation du questionnaire : En ligne, par téléphone, et in situ.(Euréal, 2009)

1.3.Les compagnes de mesure

Les thermographes, Les hygrographes, Les thermocouples ou les thermomètres ordinaires sont les différents appareils de mesures les températures (internes, externes et surfaciques) et les humidités. (Samira, 2005)

1.4.Analyse bioclimatique

Qui se réalise grâce au diagramme psychomètre ou le diagramme bioclimatique qui sont des outils de synthèse, permettant d'avoir des solutions architecturales à partir des conditions

extérieurs c'est-à-dire le climat (la température de l'air et l'humidité...). (Khalissa) (Pour plus de détails voir le chapitre 01, Les graphiques psychométriques et bioclimatiques, PP : 10)

2. Simulation

Les techniques de simulation de la performance du bâtiment apparues pendant les années soixante, et ils constituent aujourd'hui des outils incontournables dans le champ de la recherche et la conception architecturale.(Samia) En domaine de la thermique du bâtiment on trouve que la simulation thermique dynamique (STD) facilite la phase de l'analyse, pour les architectes, ingénieurs et maitres d'ouvrage, de sorte à mettre à la disposition d'eux et d'orienter leur choix vers les meilleures solutions techniques et bioclimatiques en obtenant le confort thermique des usagers avec le minimum d'énergie. (M'hand, 2016)

La STD s'appuie sur les données suivantes : La position géographique du site, les donnée climatique et le concept architectural du bâtiment, (DUPRE and DELMAS, 2014) alors que le calcul consiste à étudier le comportement thermique du bâtiment, soit uniquement de son enveloppe, soit avec des systèmes techniques sur une période définie, en tenant en compte les paramètres influant sur le bilan thermique : apports internes et externes, inertie du bâtiment, transmission à travers les parois, ... L'application de la simulation thermique dynamique la plus courante consiste en l'analyse du confort thermique d'été en l'absence de climatisation, une autre application qui est la quantification de besoins de chaud pour le chauffage de façon à étudier les conséquences de différentes solutions techniques sur l'enveloppe. Enfin, l'estimation de consommation prévisionnelle réaliste tenant en compte de façon affinée des systèmes techniques (ventilation, émission de chaud et de froid...)(ROCHE) les résultats de l'analyse permettent d'agir en niveau le type de matériau, les épaisseurs d'isolant, protection solaire, l'orientation....(DUPRE and DELMAS, 2014)

3. Les logiciels de la simulation thermique

COMIS, TRNSYS, Tas, Sunrel® Energy Simulation Software, DesignBuilder - Energy Plus, Bsim - Building Simulation, Ecotect Analysis, et IDA Indoor Climate and Energy.... ce sont les logiciel de STD, qui a connu une diversification et richesse, les simulateurs se différent selon leurs acquisition (payant ou gratuit), et le degré d'utilisation (le champ d'investigation) soit ils sont spécifiques pour un type d'analyse ou générale pour tous les phénomènes thermiques.(Bourgogne)

Chapitre 03 : Recherches antérieures

Parmi les logiciels les plus fréquentés et utilisé par les chercheurs et les concepteurs dans la simulation thermique, on cite :

TRNSYS : est un environnement de simulation complet et extensible pour la simulation transitoire des systèmes, tels que les bâtiments multizones. Il est utilisé dans le monde entier par des ingénieurs et des chercheurs pour simulation en régime dynamique (l'énergie, les énergies renouvelables et le système solaire thermique dans le bâtiment...). (Naim, 2012) Ce logiciel permet de simuler de façon très détaillée le comportement thermique d'un bâtiment multizones (température ambiante, besoins d'énergie, humidité de l'air pour chaque zone et chaque surface ; gains par infiltration / ventilation,...). (NOËL et al.)



Figure 3.1 : TRNSYS 17
Source : (MISEN, 2016)
(Site web)

EnergyPlus : est outil de simulation thermique dynamique développé par le département à l'énergie des USA. Qui prend en compte les systèmes énergétiques et les phénomènes complexes comme la ventilation naturelle, la toiture végétalisée ou de l'utilisation de matériaux...



Figure 3.2 : EnergyPlus
Source : (EnergyPlus, 2016)
(Site web)

Pleiades+COMFIE : L'environnement PLEIADES présente la solution pour l'éco-conception des bâtiments (la conception bioclimatique, la performance énergétique, le comportement thermique de l'habitat...) d'autre part la simulation dynamique COMFIE, moteur de calcul de simulation thermique dynamique multizone des bâtiments : débit de ventilation naturelle, l'éclairage artificiel...(Bourgogne)

Pleiades + Comfie



Figure 3.3 : Pleiades+COMFIE
Source : (Pic-Energie)
(Site web)

Ecotect Analysis : ce logiciel est connu par son large champ d'application soit l'analyse thermique, le rayonnement solaire et l'ensoleillement, l'éclairage et la consommation énergétique ou le cout... c'est l'un des simulateurs les plus utilisé pour l'étude thermique dynamique du bâtiment.(M'hand, 2016)

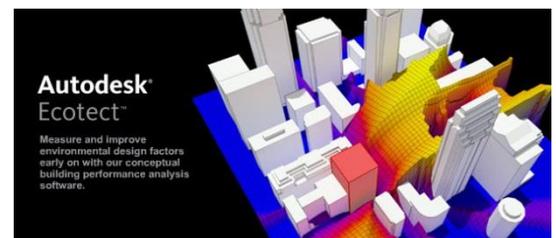


Figure 3.4 : Ecotect Analysis
Source : (M'hand, 2016)

4. Présentation du logiciel *Ecotect Analysis*

La société Américaine Autodesk a présenté dans son site internet officiel, le logiciel Ecotect analysis comme un outil complet de conception, qui compris une large gamme d'application et d'analyse (thermique, énergétique, acoustique...). (M'hand, 2016)

Ce logiciel destiné aux concepteurs, dont son interface en 3D facilite le déroulement de l'analyse dans un temps efficace, (Tahar, 2009) et il donne rapidement des résultats sous forme notamment de graphiques de contrôle visuellement exploitables (EFA, 2017) en donnant aux utilisateurs la possibilité d'agir soit dans la phase de conception (future réalisations) ou pour améliorer et récupérer la performance du bâtiment existant, c'est un outils d'aide à la décision.(Samia)

Ecotect est également chaîné à d'autres produits simplifiant également la phase finale de validation de la conception (Radiance, EnergyPlus et à beaucoup d'autres outils plus spécialisés).

- Les Imports: 3D Studio (.3DS .ASC .PRJ); AUTOCAD (.DXF); EnergyPlus (.IDF); Windows Bitmap (.BMP); Revit (gbxml)
- Les exportations : DOE-2 (.INP); AIOLOS (.PPA); VRML (.WRL); ESP-r (.CFG); WinAir4 CFD (.GEO); Radiance (.RAD .OCT); EnergyPlus (.IDF); AUTOCAD (.DXF). (EFA, 2017)

4.1.les Fonctions et limite du logiciel

Le logiciel peut analuser les domaines suivants :

- **Analyse thermique (*Thermal Analysis*)** : c'est une analyse qui nécessite une base de données d'informations météorologiques, et autres informations concernant le modèle (orientation, localisation, date ou période de simulation), en fixant les paramètres précédentes, on peut de faire l'analyse ou le calcule thermique soit pour : la température intérieur, les gains solaire directe et indirecte, les gains internes, de ventilation et les déperditions....
- **Exposition solaire (*Solar Exposure*)** : il permet de visualiser le rayonnement solaire sur les fenêtres et les autres surfaces, en plus qu'afficher la position et le parcours du soleil par rapport au modèle à n'importe quelle date, heure et emplacement. Ce logiciel vise à calculer les facteurs d'éclairage naturels et les niveaux d'éclairement à n'importe quel point du modèle.(M'hand, 2016)

Chapitre 03 : Recherches antérieures

La figure ci-dessous présente deux modèles d'analyse d'exposition solaire, celui qui est à droite c'est l'analyse des radiations solaires et celui de gauche montre la visibilité spatiale des radiations.

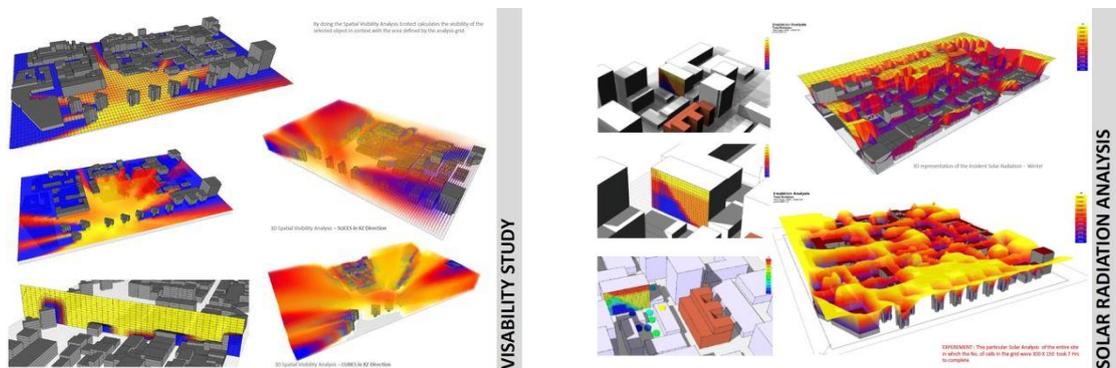


Figure 3.5 : Analyse de la visibilité spatiale (à gauche) et des radiations solaires (à droite)

Source : (Pinterest, 2016)

- **Cout des matériels (*Material Costs*)** : grâce à liste des matériaux construit le modèle de la simulation (le bâtiment), on peut calculer le cout des matériels, en affichant une liste des matériels contient : des valeurs, l'unité, volume, poids, prix ou cout...
- **Consommation des ressources (*Resource Consumption*)** : Ecotect permet de calculer la consommation et les besoins d'énergie en chauffage et climatisation c'est-à-dire la consommation de l'électricité, gaz ou les combustibles fossile, ce logiciel peut aussi de définir la quantité des émissions de carbone dont le calcule ce fait dans une période annuelle, mensuelle, quotidienne et horaire.
- **Temps de réverbération (*Reverberation Times*)** : c'est-à-dire la définition le temps nécessaire pour que la pression acoustique diminue à un millième de sa valeur initiale, qui se vaire selon les surface absorbés où le calcule se fait selon des algorithmes proposés.
- **Réponse acoustique (*Acoustic Response*)** : l'analyse dans ce domaine nécessite l'addition d'un fichier SPEAKER à l'avance afin d'estimer la réverbération, des rayons sonores, ou impulsion réponse.(M'hand, 2016)

4.2.L'analyse thermique par Ecotect

Comme nous avons déjà cité le simulateur Ecotect est consacré aussi pour l'analyse thermique qui vise à obtenir le confort thermique des usagers avec le moins d'énergie. Ou les principaux facteurs agissants dans la simulation thermique sont : Les données climatiques, localisations géographique (latitude et longitude), orientation du projet, matériaux de constructions... Etc. D'autre part on peut obtenir les calculs et les analyses suivantes :

Chapitre 03 : Recherches antérieures

- Profil horaire de température (*Hourly Temperature Profile*) : il montre en détail l'évolution de la température interne et celle de l'extérieur pendant une période de 24 heures.
- Gain / pertes horaire de chaleur (*Hourly Heat Gain/Losses*) : il expose les différents types des apports et déperditions thermiques tels que celles par conduction, rayonnement ou convection (ventilation) en plus que les gains internes.
- Mensuel charge / Inconfort (*Monthly Loads/Discomfort*) : en présentant la bande de confort afin de déterminer les degrés de température de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année.
- Température distribution (*Temperature Distribution*) : c'est la comparaison entre la température de la zone considérée (intérieur) et de l'extérieur.
- Gains en tissu $Q_s + Q_c$ (*Fabric Gains*) : flux de chaleur à travers les surfaces externes de chaque zone : les murs, les fenêtres, la porte et le toit, mais pas le sol, car il est supposé comme un gain interne.
- Gains solaires indirects Q_s (*Indirect Solar Gains*) : Le flux de chaleur supplémentaire à travers des surfaces externes opaques en raison des températures de surface différentielles accrues résultant du rayonnement solaire incident.
- Gains solaires Q_g (*Direct Solar Gains*) : Flux de chaleur à travers les fenêtres et autres surfaces externes transparentes en raison de la transmission du rayonnement solaire incident directement.
- gains de ventilation Q_v (*Ventilation Gains*) : Flux de chaleur dû à l'échange d'air entre l'intérieur et l'extérieur.
- Gains internes Q_i (*Internal Gains*) : ce sont les gains qui sont dus aux appareils électriques et d'éclairage et de l'occupant lui-même.
- Zonal gains internes Q_z (*Internal Zonal-Gains*) : Flux de chaleur dû aux différences de température entre les zones adjacentes, cela se produit à travers les murs internes, le sol et le plafond.
- gains Passives-Breakdown (*Passives Gains-Breakdown*) : Montre la contribution relative de chaque composante aux pertes et gains globaux pour une période définie par l'utilisateur.
- Température / gains Comparaison (*Temperature/Gains Comparison*) : une comparaison faite entre la température de l'extérieur et les gains totaux ou l'un de ces types pour une période définie par l'utilisateur.

4.3. Le déroulement de la simulation thermique par Ecotect analysis

Le déroulement de la simulation thermique se résume en les étapes suivantes :

1ère étape : c'est la phase de la préparation du projet, il comprend la définition de projet : le titre, description, type du bâtiment et entré le fichier des données climatiques de la région, la boîte à droite permet de définir la position géographique du site, l'orientation et l'environnement du bâtiment (urbaine, rurale, exposé...) (M'hand, 2016)

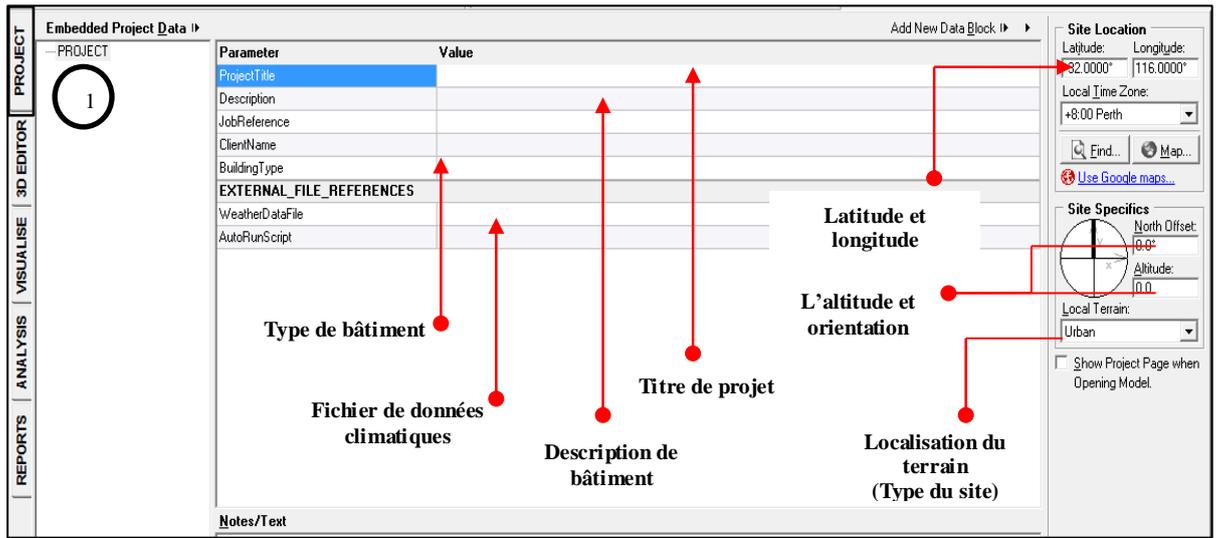


Figure 3.6 : Donnée représentatif du projet
Source : Ecotect analysis 2011 (d'après l'auteur)

2ème étape : c'est la phase de dessin ou la création du modèle

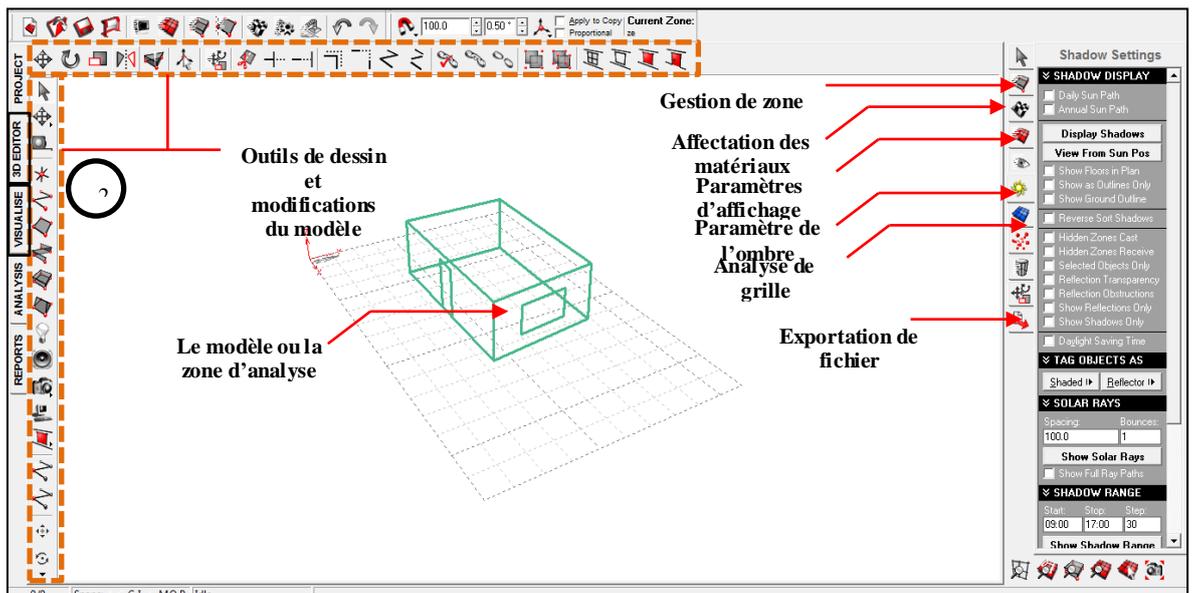


Figure 3.7 : Interface de modélisation
Source : Ecotect analysis 2011 (d'après l'auteur)

Chapitre 03 : Recherches antérieures

Après la fixation des données concernant le projet en passe par l'étape de la création du modèle. Comme la figure ci-dessus présente on a deux barres qui comprennent les outils de dessin et de modification, d'autre part on a une boîte se compose d'une liste des commandes : gestion de zone (calque), affectation des matériaux, l'ombre, Qui nous aide pour la création du modèle. (M'hand, 2016)

3ème étape : qui présente la dernière phase de simulation

- Choisir le domaine d'application : thermique, exposition au rayonnement solaire, coût des matériaux...
- Choisir le type d'analyse (température, gains thermique interne et externes...)
- Refixer ou confirmer la date, climat de la simulation.
- Lancer l'analyse pour obtenir le résultat qui se présente sous forme graphique, ou des grilles thermiques et un petit rapport.

Comme il est montré dans la figure ci-dessous, on a choisi le domaine de l'analyse thermique, puis l'opération de Mensuel charge / Inconfort (*Monthly Loads/Discomfort*),

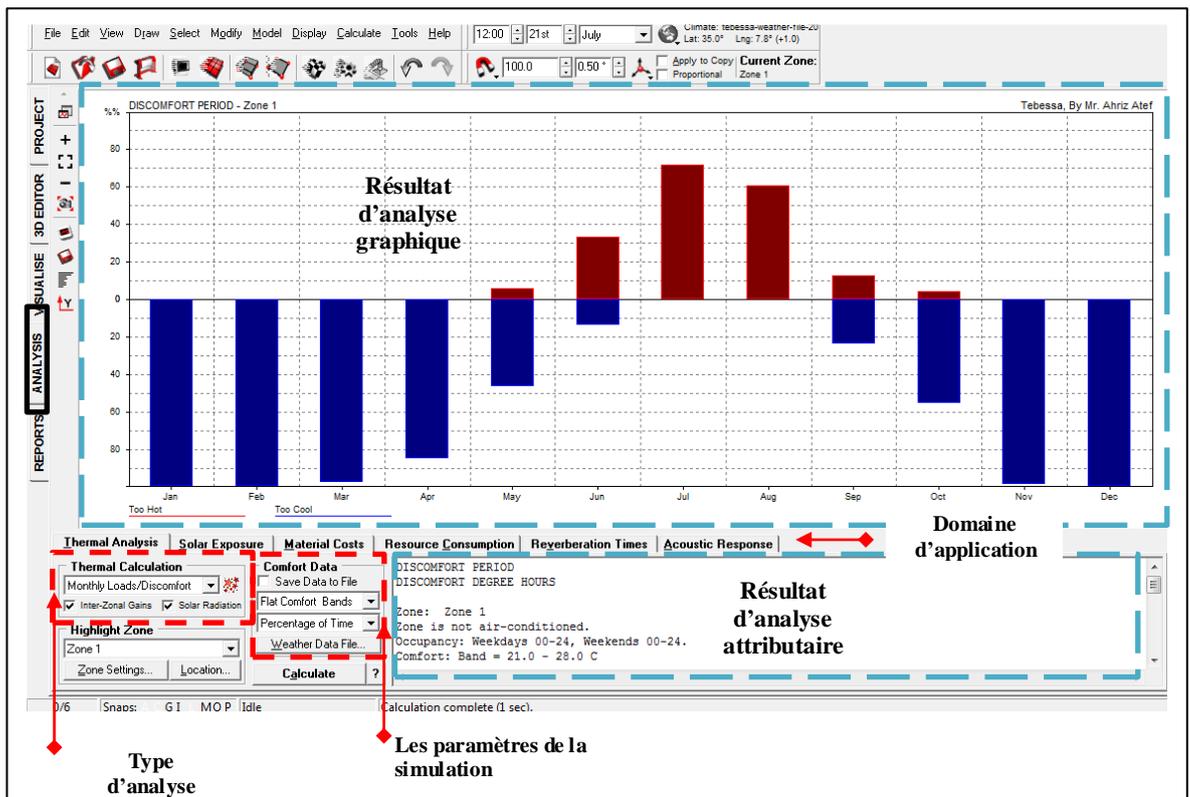


Figure 3.10 : la phase d'analyse

Source : Ecotect analysis 2011 (d'après l'auteur)

dans la case donnée de confort comme la bande de confort... puis la zone concerné par l'analyse et enfin lancer le calcul.

Conclusion

D'après les recherches antérieures en domaines d'architecture bioclimatique en générale ou l'enveloppe et confort thermique en particulier, nous avons pris une vision sur les méthodes et les outils de l'analyse thermique tel que : l'enquête par questionnaire, mesure in situ, analyse bioclimatique par des graphes psychométriques, ou la simulation qui présente notre choix pour l'analyse.

La simulation thermique est évolué afin d'analyser la majorité des paramètres en domaine du thermique de bâtiment afin d'être à la disposition des architectes et des ingénieurs ; dans le but d'obtenir le confort thermique avec le moins d'énergie.

Ecotecte Analysis c'est un outil complet de conception, et comme plusieurs logiciels de la simulation, a une large gamme d'application, tel que : analyse thermique, énergétique, cout de matériau et l'acoustique...etc. L'analyse thermique par Ecotecte Analysis, nous permet de faire plusieurs opérations : évaluer la température horaires ou mensuel, les déperditions et gains thermiques avec tous ces types, et le niveau d'inconfort.

Dans le chapitre simulation de la partie analytique on va parler plus détailler sur le déroulement et protocoles de simulation afin de choisir l'opération de calculs, mais avant ça le chapitre suivant s'adresse à présenter le cas d'étude qui est l'habitat collectif de la ville de Tébessa et termine par la création du modèle représentatif et la définition des variantes à analyser.

PARTIE ANALYTIQUE

CHAPITRE 04 :
PRESENTATION DU CAS D'ETUDE
ET CREATION DU MODELE

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter la zone d'étude ou dans lequel on va effectuer notre recherche : c'est la ville de Tébessa, définir sa situation géographique, ses données climatiques,... exprime une étape essentiel et primaire pour la préparation de la phase analytique. Alors que pour cerner l'impact de l'enveloppe du bâtiment exactement de l'habitat collectif sur le confort thermique dans cette ville, nous ferons une lecture urbaine concernant cette typologie d'habitat selon des critères établies grâce au support théorique tel que: la forme et morphologie, les proportions, la position du bâtiment... jusqu'on arrive à déterminer un modèle représentatif et leur scénarios afin de finaliser le chapitre avec un tableau récapitulatif qui facilite le déroulement de la simulation et l'analyse thermique dans le chapitre suivant.

Motivation de choix de la zone d'étude

Nous avons choisi la ville de Tébessa pour le déroulement de notre investigation pour les raisons suivants:

- D'abord, Tébessa c'est une ville se caractérise par un climat chaud et sec, qui présente la totalité des climats locaux algériens.
- La disponibilité des documentations : données climatique, cartes...
- Lieu de notre résidence, alors il ne demande pas un déplacement pour une exploration ou la collecte des données, s'il est nécessaire.
- Notre ville que nous voulons améliorer les exigences de confort thermique dans ses logements.

1. Présentation de zone d'étude

Tébessa c'est une ville algérienne qui se situe au nord-Est du pays, ou la position géographique est de 35° pour latitude et 7.83333° pour longitude (voir la figure 1.1). (carte-algérie, 2017)

Avec une superficie de 13 878 Km² qui se partage entre 12 daïra ou 28 communes et une



Figure 4.1 : La situation de wilaya de Tébessa
Source :(carte-algérie. 2017)

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

population est estimé à 693 671 habitants (RGPH 2008), la densité moyenne a apprécié de 46 habitants au Km². Sachant que le chef-lieu de cette wilaya est Tébessa.

La zone d'étude est limitée:

- Au Nord par la wilaya de Souk Ahras
- A l'ouest par les wilayas de Khenchela et Oum El Bouaghi
- A l'est par la Tunisie
- Au sud par la wilaya d'El Oued. (ANIRREF) (voir la figure 4.2)

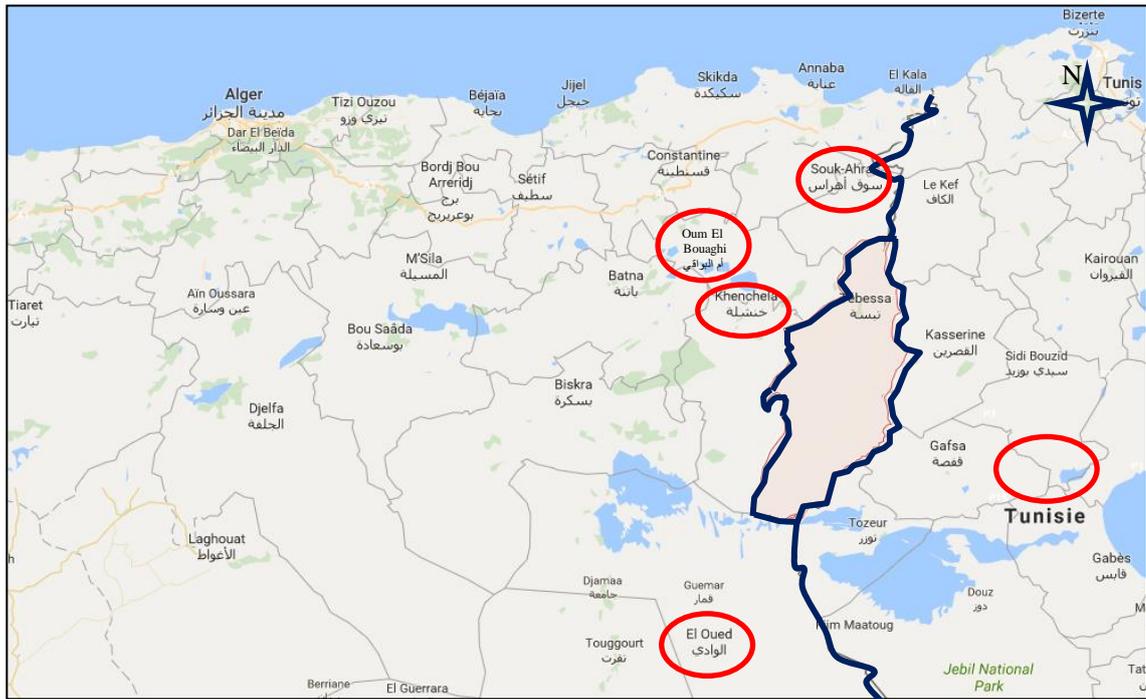


Figure 4.2 : Les limites de wilaya Tébessa
Source (Google-maps, 2017) (D'après l'auteur)

2. Les données climatiques

L'Algérie appartient à la zone bioclimatique méditerranéenne regroupe des différents types de climats: climat méditerranéen (au nord de la ligne discontinue) et désertique (au sud de la ligne discontinue) qui caractérise un climat chaud et sec, ou il se répartie en deux zones qui sont : Zone semi-aride (Nord) et zone aride (Sud). (Voir la figure 4.3)

L'Algérie a cinq zones fondamentales:

- Zone E1 : Littoral.
- Zone E2 : Haute plateau montagne (défini la zone semi-aride en Algérie ou se trouve la wilaya de Tébessa)
- Zone E3 : Présaharien et Tassili.

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

- Zone E4 : Sahara.
- Zone E5 : Tanezrouft. (Mokhtari et al., 2008)

Notre zone d'étude présente une zone de transition météorologique (zone agropastorale) avec une présence d'un nombre important de faits (gelée, grêle crue, vent violent). Elle se distingue par quatre étages bioclimatiques :

- Le Sub-humide (400 à 500 mm/an) très peu étendu il couvre que quelques îlots limités aux sommets de quelques reliefs
- Le Semi-aride (300 à 400 mm/an) représenté par les sous étages frais et Froids couvre toute la partie Nord de la Wilaya
- Le Sub-Aride (200 à 300 mm/an) couvre les plateaux steppiques de Oum-Ali – Saf-Saf-El-Ouesra – Thlidjene et Bir El-Ater.
- L'Arde ou saharien doux (-200 mm/an), commence et s'étend au-delà de L'Atlas saharien et couvre les plateaux de Negrine et Ferkane. (Andi, 2013)

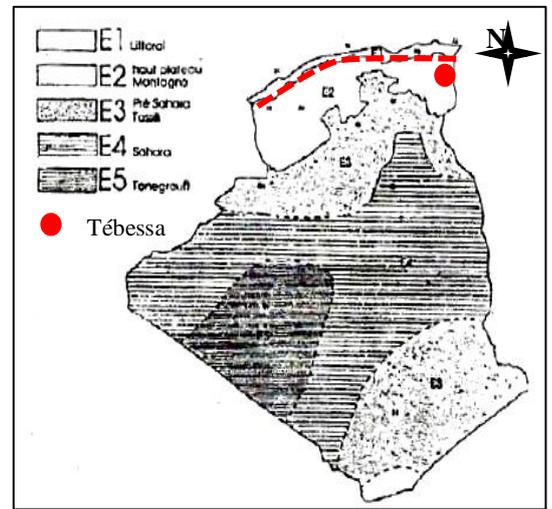


Figure 4.3 : Les zones climatiques en Algérie
Source : (Mokhtari et al., 2008)
(D'après l'auteur)

La ville de Tébessa a comme des données climatiques :

2.1.La température de l'air et précipitation

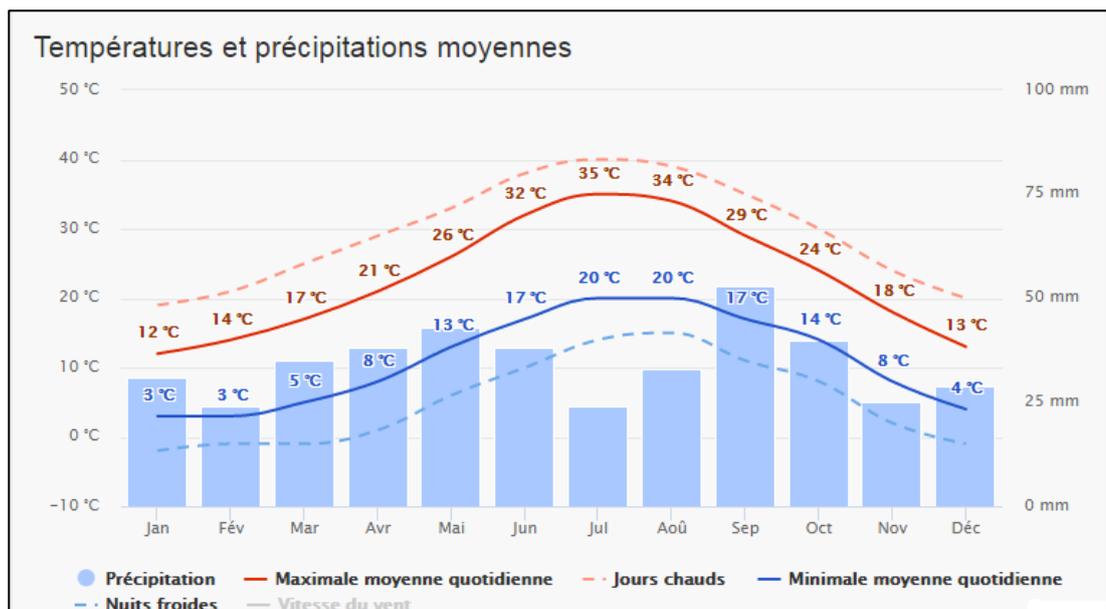


Figure 4.4 : La variation mensuelle de la température et la précipitation
Source : (meteoblue, 2007) (site web)

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

Le diagramme météorologique ci-dessus montre la variation mensuelle de la température et celle de la précipitation. Concernant la température on remarque qu'elle se présente en deux valeurs qui sont la température moyenne d'un jour pour chaque mois dans cette ville : une de la "maximale moyenne quotidienne" (ligne rouge continue), la plus haute présente 35°C au mois de Juillet et arrive jusqu'à 40°C pour le jour chaud dans le même mois (ligne rouge en pointillé) et une autre de la «minimale moyenne quotidienne" (ligne bleu continue), dont la plus basse est égale 3°C au mois de février et diminue jusqu'à -1°C pour la nuit froid (ligne bleue). Pour les précipitations mensuelles supérieures à 150 mm sont pour la plupart humides, en dessous de 30mm généralement séchés.

2.2.La vitesse de l'air

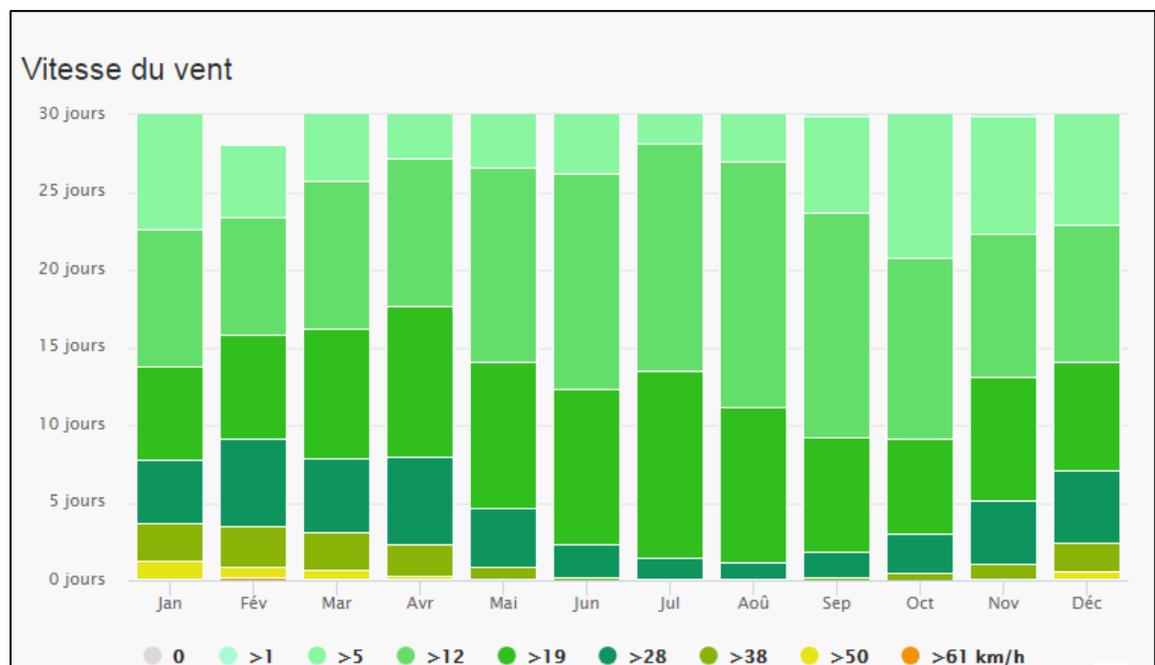


Figure 4.5 : La variation mensuelle de la vitesse de l'air

Source : (meteoblue, 2007) (site web)

Le graphe (figure 4.5) montre la variation mensuelle de la vitesse de l'air dans la ville de Tébessa, qui se varié de 1 km/h et supérieure de 61 km/h.

On observe que les valeurs les plus marqués sont de ≥ 12 km/h et ≥ 19 km/h ou ≥ 28 km/h surtout aux mois d'été : juin, juillet et Aout.

Selon meteoblue (2007) Les moussons créent de forts vents stables de Décembre à Avril, d'une part et d'autre part les vents calmes de Juin à Octobre.

3. Le coefficient forme dans le climat chaud et sec

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

Selon OLGAY (1962), l'intervalle de coefficient de la forme optimale pour les bâtiments inscrite dans le climat chaud et sec est égale de 1/1.6 à 1/1.3.

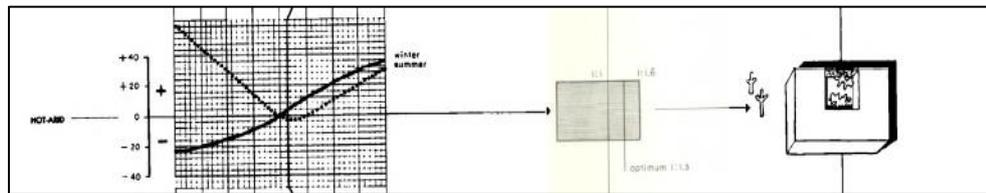


Figure 4.6 : Facteur forme dans le climat chaud et sec
Source : (OLGAY, 1962)

4. L'habitat collectif à Tébessa

D'abord nous avons choisis le secteur résidentiel comme un cas d'étude parce que c'est l'espace le plus occupé pendant la journée et toute l'année. En notant que l'habitat à Tébessa est classé en trois types : l'habitat individuel, semi collectif et collectif qui est le type à analyser dans cette étude.

4.1. Motivation de choix de l'habitat collectif

Nous avons choisis ce type d'habitat pour les critères suivants :

- C'est le type que le citoyen algérien le préfère à cause de l'augmentation de coût de foncier.
- L'inadaptation de ces constructions avec les conditions climatiques en générale et les rayonnements solaires en particulier.
- Des logements massifs et chutés avec des orientations arbitraires.
- Déficience au niveau de confort et surtout le confort thermique dans ces logements.

4.2. Présentation et localisation de l'habitat collectif à Tébessa

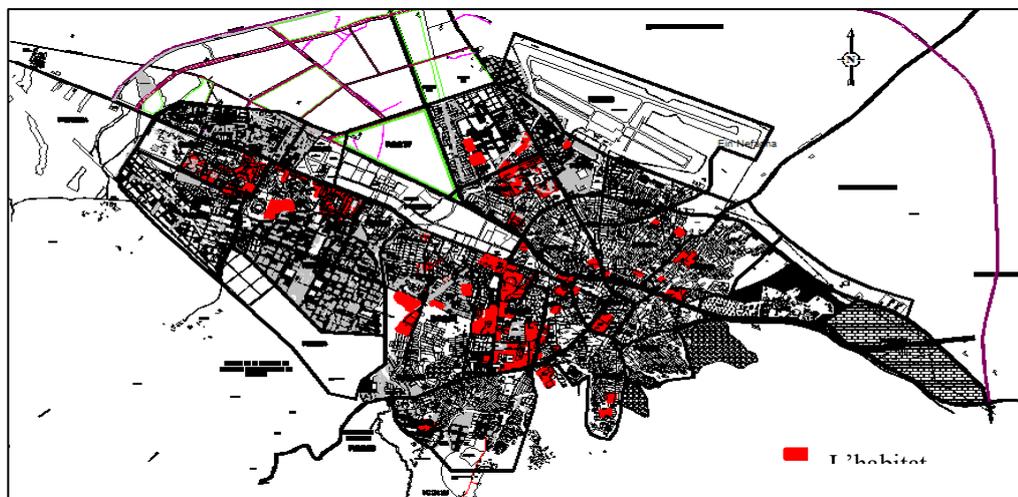


Figure 4.7 : L'habitat collectif à la ville de Tébessa
Source : extrait de la révision du P.D.A.U. intercommunal de Tébessa. 2013

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

La figure ci-dessus illustre le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de Tébessa, ou en marquant la répartition de l'habitat collectif dans cette ville (en couleur rouge).

On peut citer quelque groupement tel que : cité Fatma Zohra, quartier du 1^{er} Novembre, cité 200 logements, cité 40 logements, cité salhi amara, quartier de Djorf en plus de l'habitat collectif au centre-ville....

L'habitat collectif dans cette ville est moins dense, elle se présente sous forme des grands bâtiments de R+4 en générale, ou la configuration du bloc fréquenté est le bloc barre qui se compose de deux logement par paliers. Le TOL (taux d'occupation par logement) à Tébessa est de 6. (Abd-ElAziz)



Figure 4.8 : Photos sur l'habitat collectif à la ville de Tébessa
Source Auteur, 2017

5. Classification de l'habitat collectif à Tébessa

Cette classification est basée sur les critères suivants :

- La forme ou morphologie.
- Les proportions (longueur, largeur et hauteur).
- La position du bâtiment.
- Orientation

5.1. Forme et Morphologie

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

La figure ci-dessous montre la volumétrie de quelques exemples d'habitat collectif situé dans la ville de Tébessa.

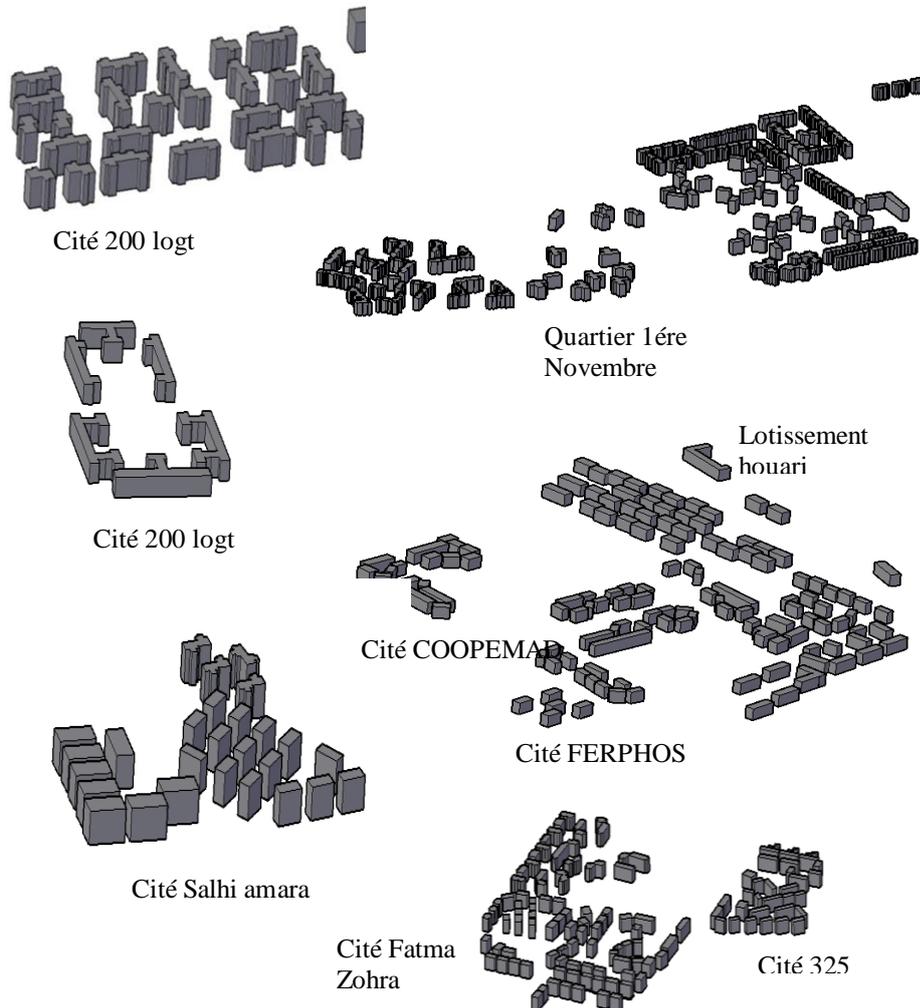


Figure 4.9 La forme des habitations collectives à Tébessa

Source : extrait de la révision du P.D.A.U. intercommunal de Tébessa. 2013 (Auteur)

Une simple lecture géométrique concernant ces habitations, montre que la forme fréquentée c'est le parallélépipède avec les dimensions (longueur*largeur*hauteur. C'est la configuration du bloc en bar.

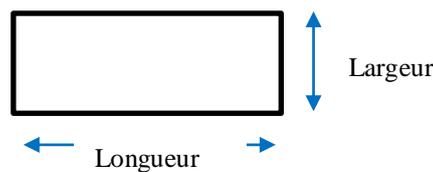


Figure 4.10. : Vue en plan du bloc collectif

Source : Auteur

5.2. Proportions

La lecture dimensionnelle montre que les proportions : longueur, largeur et hauteur, se varient selon le type de logement et on peut les résumer dans le tableau ci-dessous :

Tab.4.1 : les proportions de l'habitation collective à Tébessa

Source : Auteur

Proportions	L'habitation collective à Tébessa									
Longueur (m)	18	20		21		22		24		26
Largeur (m)	10	10	14	10	12	12	10	10	12	14
Hauteur (m)	15.3	15.3		15.3		15.3		15.3		15.3

Alors que pour les dimensions moyennes on prend :

- L'échantillon 01 : 21m * 10m * 15.3m

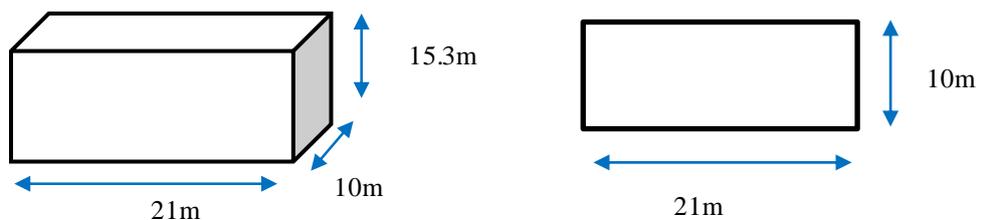


Figure 4.11 : Les proportions de l'échantillon

Source : Auteur

5.3. La position du bâtiment et le mode de contact

La disposition des habitations ou des blocs d'habitat collectif se présente sous la configuration suivante (voir la figure 4.11):

- a. L'isolé avec cinq faces libres: c'est la position qui définit le bloc en bar, ou toutes les faces (les parois et la toiture) de l'habitation sont exposés à l'extérieur.
- b. La mitoyenneté: ce mode de contact concernant ce type d'habitat se présente sous deux formes :
 - Mitoyen avec quatre faces libres : c'est la position du bloc à l'extrémité du groupement. C'est-à-dire qu'une face (parois) est juxtaposé avec un autre bloc, et par conséquent il reste quatre faces exposés à l'extérieur.
 - Mitoyen avec trois faces libres: c'est le cas où le bloc est inséré au milieu de deux autres blocs, ce qui permet de minimiser deux faces (les parois) exposés à l'extérieur aux cinq faces qui est le cas du bloc isolé.

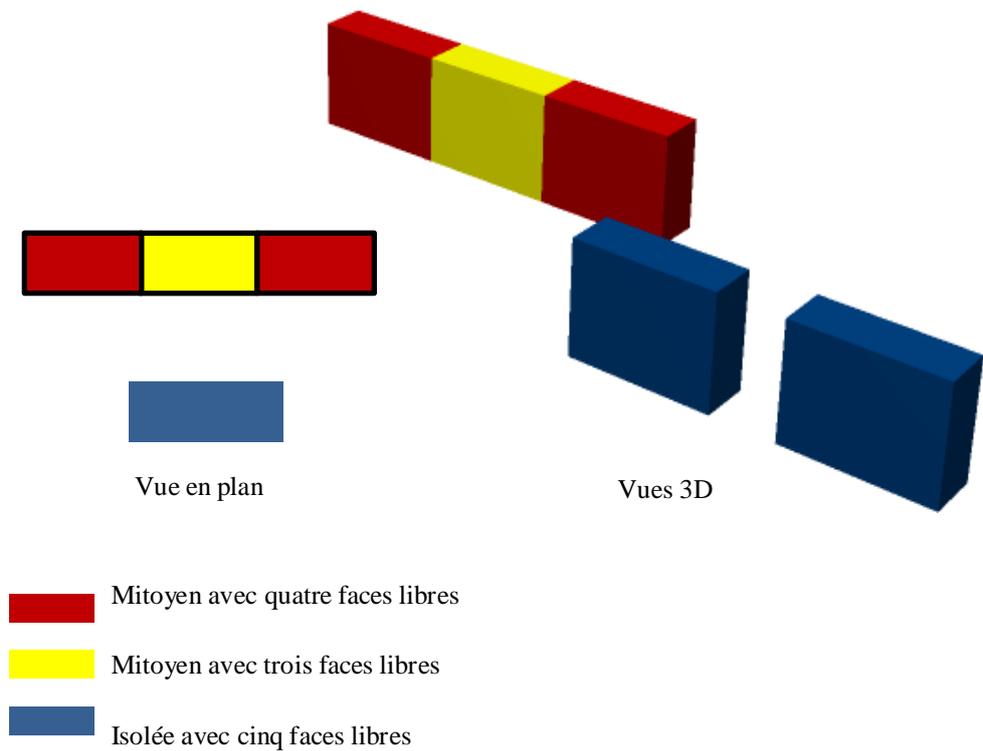


Figure 4.12: Les différentes positions des habitations collectives à Tébessa
Source : Auteur

5.4. Orientation

En analysant le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme au niveau d'orientation de les logements collectifs, on trouve que ces bâtiments sont orientés principalement en deux directions :

- Nord—Est / Sud-Ouest
- Nord-Ouest / sud- Est

Et pour vérifier l'impact de toutes les possibilités d'orientation concernant l'habitation collective on teste aussi le reste des orientations c'est-à-dire :

- Nord / Sud
- Est / Ouest.

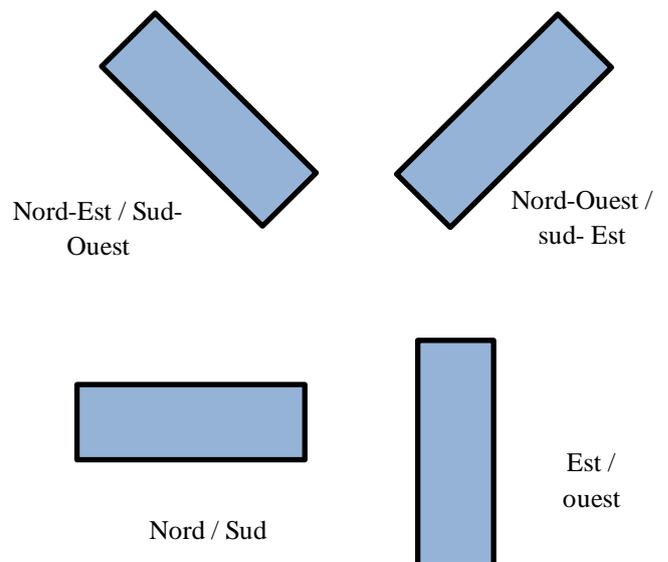
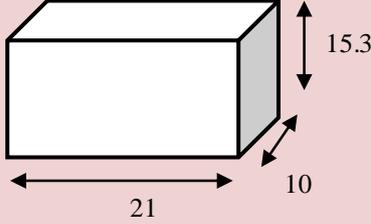
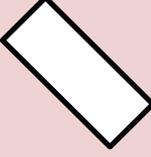
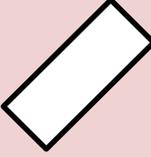


Figure 4.13: L'orientation des habitations collectives à Tébessa
Source : Auteur

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

En résumant la phase l'analyse touchant la classification typo-morphologique de l'habitat collectif à Tébessa dans le tableau suivant :

Tab.4.2 : Classification typo-morphologique de l'habitat collectif à Tébessa
Source : Auteur

Modèle	
Forme	Parallélépipède 
Proportions (m)	Longueur 21
	Largeur 10
	Hauteur 15.3
Vue 3D (avec les proportions)	
Position du bâtiment	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  Isolée avec cinq faces libres </div> <div style="text-align: center;">  Mitoyen avec trois faces libres </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  Mitoyen avec quatre faces libres </div>
Orientation	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  Nord-Est / Sud-Ouest </div> <div style="text-align: center;">  Nord-Ouest / sud- Est </div> <div style="text-align: center;">  Est / ouest </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  Nord / Sud </div>

6. Vérification du coefficient de forme des Variantes A, B, et C :

Pour déterminer la valeur de coefficient de forme des variantes de l'analyse : A, B, et C, On fait rappeller sur l'équation de Cf (13). (Voir le chapitre 02, p)

$$Cf = \frac{\sum \text{surfaces extérieures}}{\text{volume}} \dots \dots \dots (13)$$

Le tableau ci-dessous montre le calcul de Cf de chaque variante :

Tab.4.3 : coefficient de forme de variantes : A, B, et C
Source : Auteur

	Surface extérieure (m)						Volume (m ³)	Cf	cf de climat chaud et sec	
	Face 1	Face 2	Face 3	Face 4	Face 5	∑ Faces			Min	Max
Variante A	321,3	153	321,3	153	210	1158,6	3213	0,36	0,63	0,80
Variante B	321,3	153	321,3	0	210	1005,6	3213	0,31	0,63	0,80
Variante C	321,3	0	321,3	0	210	852,6	3213	0,27	0,63	0,80

- La lecture du tableau ci-dessous montre que les valeurs de coefficient forme de toute les variantes sont inférieures au celui du climat chaud et sec (1/1.6 à 1/1.3).
- Pour que la valeur inscrite dans l'intervalle précédent il faut augmenter la surface externe pour un volume habitable constant.

7. Les scénarios de l'analyse

D'après la classification typo morphologique de l'habitat collectif à Tébessa (Voir Tab 4.2) on peut déduire les variantes ou les scénarios de notre analyse, en prenant en compte que le modèle de l'analyse a une forme de parallélépipède et avec les proportions: 21m*10m*15.3m, Voici les codes utilisés pour définir les différentes scénarios de l'analyse :

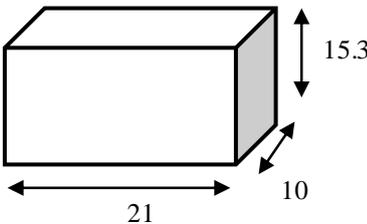
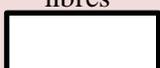
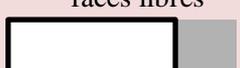
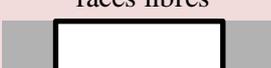
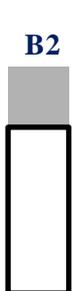
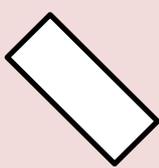
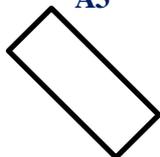
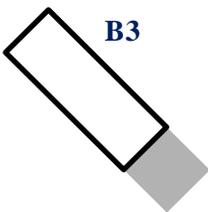
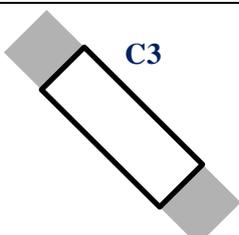
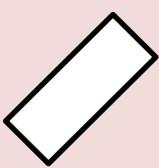
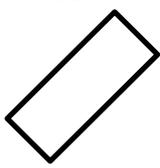
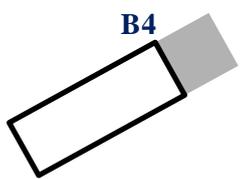
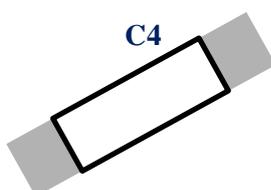
- Positions du bâtiment :
 - Le code A : bloc isolé avec cinq faces libres.
 - Le code B : bloc mitoyen avec quatre faces libres.
 - Le code C : bloc mitoyen avec trois faces libres.
- Orientations de la barre longitudinale :
 - Le code 1 : orientation Nord / Sud.
 - Le code 2 : Orientation Est /Ouest.
 - Le code 3 : Orientation Nord-Est / Sud-Ouest.
 - Le code 4 : Orientation Nord-Ouest / Sud-Est.

Chapitre 04 : Présentation du cas d'étude et création du modèle

Le tableau récapitulatif (Tab.4.3) vise à présenter les différents scénarios de notre analyse :

Tab 4.4 : Tableau récapitulatif

Source : Auteur

Forme	Parallélépipède 		
Dimension	Longueur : 21m Largeur : 10m Hauteur : 15.3m 		
Orientation Et Position	A Isole avec cinq faces libres 	B Mitoyen avec quatre faces libres 	C Mitoyen avec trois faces libres 
1 Nord / Sud 	A1 	B1 	C1 
2 Est / Ouest 	A2 	B2 	C2 
3 Nord- Est / Sud- Ouest 	A3 	B3 	C3 
4 Nord- Ouest / Sud- Est 	A4 	B4 	C4 

Conclusion

Tébessa c'est une ville algérienne se caractérise par un climat chaud et sec qui présente le climat de la majorité des villes algériennes, d'une part et d'autre part elle se situe dans les Hautes plateaux (la zone semi-aride en Algérie) avec quatre étage bioclimatique de sub humide jusqu'à l'aride selon le taux de précipitation (mm/an). La température dans cette ville se varie entre 40°C pour le jour chaud au mois de Juillet jusqu'à -1°C pour la nuit froide au mois de Février. Les caractéristique du climat chaud et sec exige que le coefficient de forme des bâtiments est inscrite dans l'intervalle : 1/1,6 jusqu'à 1/1,3.

Notre zone d'étude a trois type d'habitat : individuel, semi collectif et enfin le collectif qui est le concerné pour cet étude, après une identification de ce type d'habitat à Tébéssa, est une analyse et classification typo morphologique, on a trouvé que : le modèle représentatif : bloc barre avec deux logements par palier. Ce dernier est d'une forme du parallélépipède avec les proportions moyennes de (21m*10m*15.3m), ainsi que la position de ce bâtiment ou le mode de contact, présente en trois possibilité, d'abord le bloc isolé avec cinq face libres, ensuite un bloc mitoyen avec quatre faces libre et enfin un bloc mitoyen avec trois faces libres. Ces habitations sont orienté dans deux directions principales qui sont : Nord—Est / Sud-Ouest et Nord-Ouest / sud- Est et dans la phase de la simulation thermique on va tester les deux autres possibilités : Nord / Sud et Est / Ouest, pour que notre étude soit globale.

La vérification du coefficient de forme pour notre modèle représentatif de l'habitat collectif à Tébéssa pour les différentes positions du bâtiment est au-dessous l'intervalle de celui du climat chaud et sec, ou il faudrait d'augmenter les surfaces extérieures pour qu'il inscrite dans cette intervalle.

Grace à ce chapitre on a sortir avec un tableau récapitulatif du modèle et leur scénarios de l'analyse, alors que dans le chapitre suivant on va faire l'analyse thermique (confort thermique) suivant ce tableau et à l'aide de l'outil de simulation par logiciel *Ecotect Analysis*.

CHAPITRE 05:

**SIMULATION : L'IMPACTE DE
L'ENVELOPPE DU BATIMENT SUR
LE CONFORT THERMIQUE**

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

Introduction :

Dans le but d'évaluer l'impact de l'enveloppe de bâtiment en précisant l'habitation collective sur le confort thermique, en générale et le confort d'été en particulier sous les conditions climatiques de la ville de Tébessa, on va utiliser la méthode de simulation par le logiciel Ecotect Analysis qu'on déjà le présenté (voir le chapitre 03)

Le déroulement de la simulation thermique par le logiciel *Ecotect Analysis* va s'ordonner selon le tableau récapitulatif (Tab.4.4) : ou chaque scénario de simulation est défini par sa forme, proportions, position et orientation. L'analyse thermique passe par trois phase : d'abord la préparation de l'interface de modélisation jusqu'on arrive à avoir les résultats de l'analyse et les classés selon leur niveau de confort. Mais avant ça nous allons faire.

1. Protocole de simulation :

Le protocole de simulation va s'ordonner comme la suite :

1.1.Préparation de l'interface de modélisation

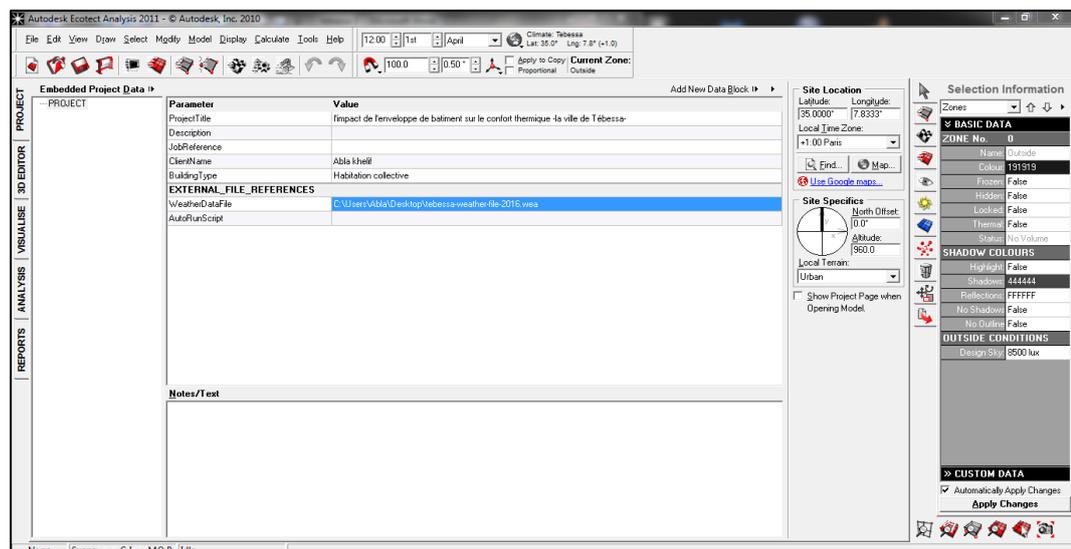


Figure 5.1 : la fenêtre du projet (logiciel Ecotect)

Source : Auteur

La fenêtre du projet, nous permet de remplir les données descriptives telles que le titre qui est celui de notre étude : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique, le type de bâtiment : habitation collective et le plus important c'est les données climatiques de notre

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

zone d'étude (*weather data*), c'est un fichier de type (.wea). Ensuite on va fixer les quelques données concernant la localisation du site : la latitude : 35° et la longitude : 7.8333° , et celles de l'orientation, puis l'altitude du site: 960m et enfin l'environnement du bâtiment qui est urbain. (Voir la figure 5.1)

En passant à la fenêtre suivante d'édition de 3D ou *3D Editor*, pour choisir l'unité de mesure qui est le mètre, la dimension de côté de grille : 1m et enfin la hauteur des zones à créer : 15.3m (la hauteur du modèle) (voir la figure 5.2).

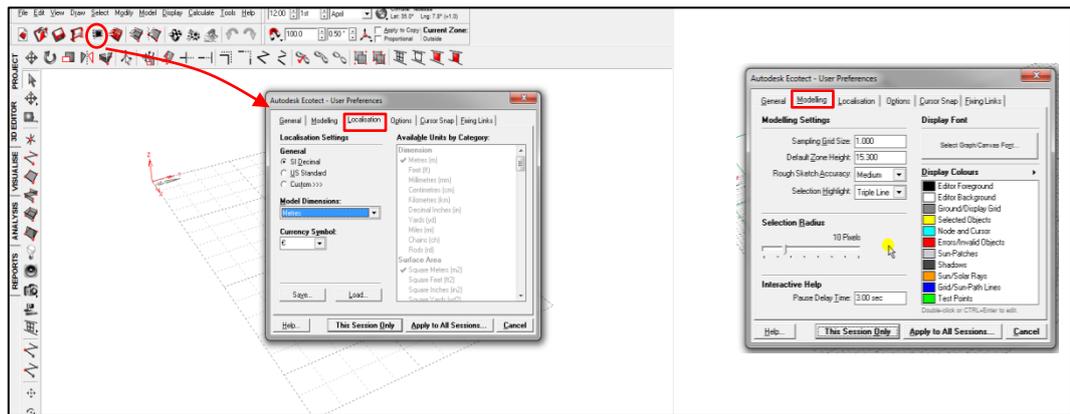


Figure 5.2 : Réglage de la fenêtre de modélisation (logiciel Ecotect)

Source : Auteur

1.2. La modélisation et l'analyse

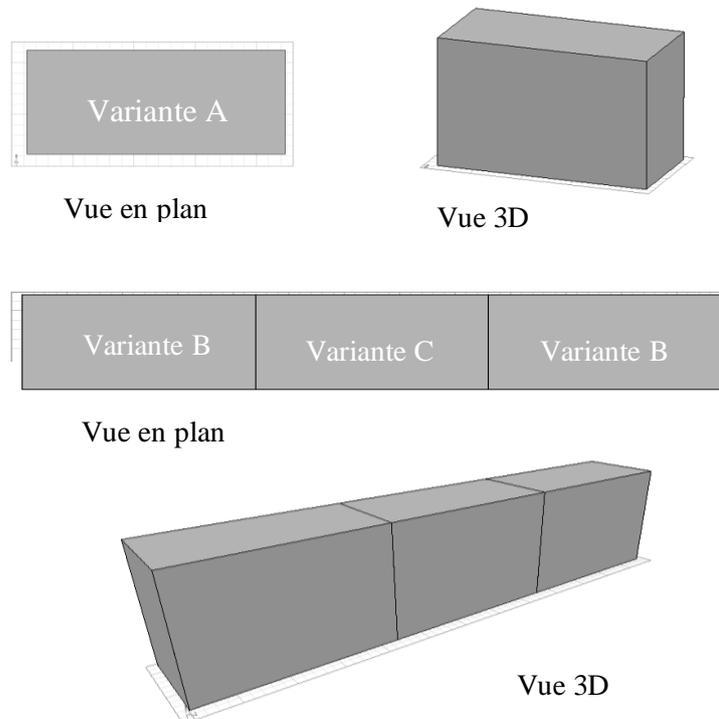
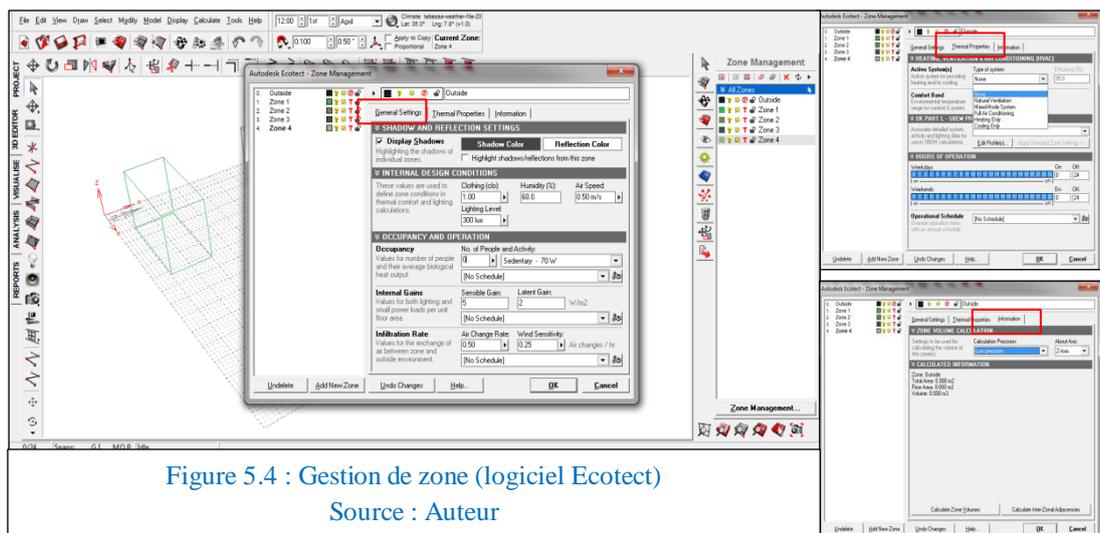


Figure 5.3 : Les variantes de l'analyse thermique (logiciel Ecotect), Source : Auteur

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

- L'interface de modélisation, nous permettons de créer les quatre zones qui ont les caractéristique du modèle (une forme parallélépipède avec les dimensions : la longueur 21m, la largeur 10m et la hauteur 15.3m), ils se composent des parois opaques (aveugles) et avec les mêmes matériaux de construction, ou chaque zone illustre une position différente du bâtiment (voir la figure 5.3):
 - Variante A : un bloc isolée avec cinq faces libres.
 - Variante B: un bloc mitoyen avec quatre faces libres.
 - Variante C: un bloc mitoyen avec trois faces libres.
- Après la création des Modèles, la commande de gestion des zones, permet de fixer quelques paramètres généraux celui d'activer ou désactiver l'ombre, les conditions de la conception intérieure : l'humidité, éclairage... et l'occupation de la zone qui est de 60 personnes : $TOL * 2 * 5$ ($TOL = 6$, 2 c'est le nombre de logement par palier, 5 c'est le nombre d'étage).
- La fenêtre des propriétés thermique considère comme étape importante puisqu'elle influence sur les résultats de l'analyse : elle définit présence ou non de système active à l'intérieur de la modèle (on a choisi non), la bande de confort qui est de 21°C à 28°C, les heures d'occupation de la zone (24h / 24h) et la même chose pour le weekend et enfin la fenêtre de l'information qui détermine la précision de l'information. (Voir la figure 5.4)



- Comme nous allons analyser le niveau de confort thermique pour les différentes variantes, alors nous avons choisi d'abord le domaine de l'analyse thermique et l'opération Mensuel charges/ Inconfort (*Monthly Loads / Discomfort*), qui donne le pourcentage de l'inconfort senti dans chaque zone de l'analyse.

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

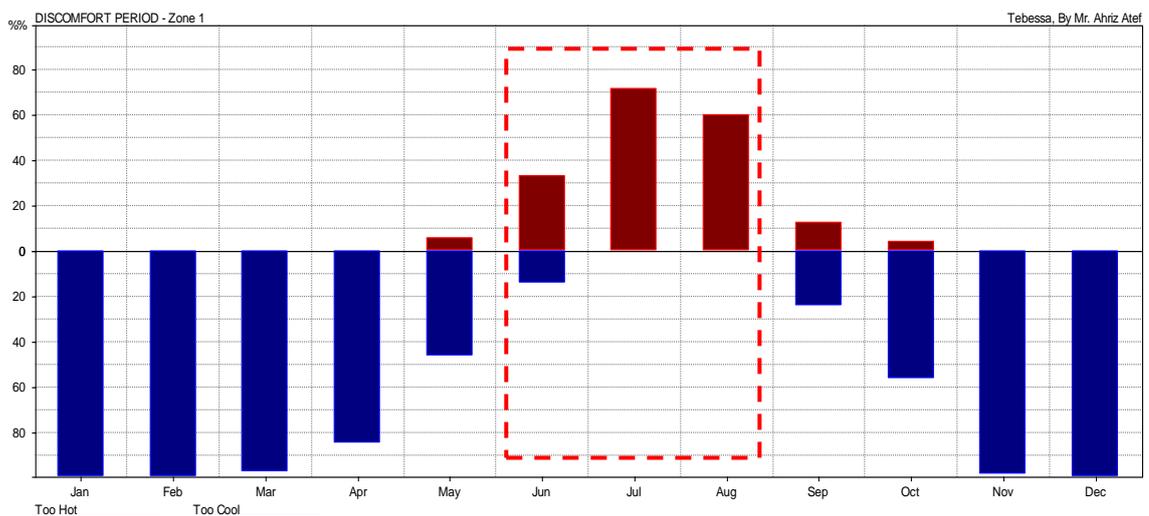
2. Les résultats de l'analyse :

Dans cette phase on va présenter les différents résultats de l'analyse du confort thermique pour les différents scénarios du notre modèle, qui sont organisé selon le tableau récapitulatif précédent (Voir le tab 4.3) afin d'évaluer l'impact de l'enveloppe de l'habitation collective à Tébessa sur le confort thermique pour une forme et proportion identique et orientation et position variables.

2.1. Variante A

2.1.1. Scénario A1

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.1) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estival, nous faisons sortir que pour le mois de :



Graphe 5.1 : Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario A1 (logiciel Ecotect)

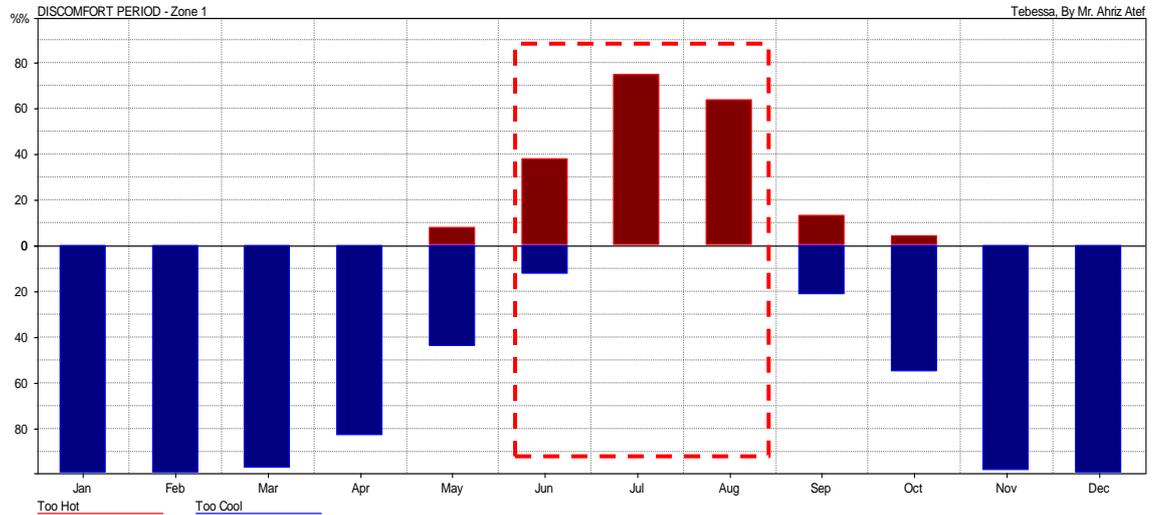
Source : Auteur

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 35.06 % donc le pourcentage de confort est de 64.94%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 71.64% donc le pourcentage de confort est de 28.36 %
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 60.08% donc le pourcentage de confort est de 39.92%

2.1.2. Scénario A2

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.2) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de :

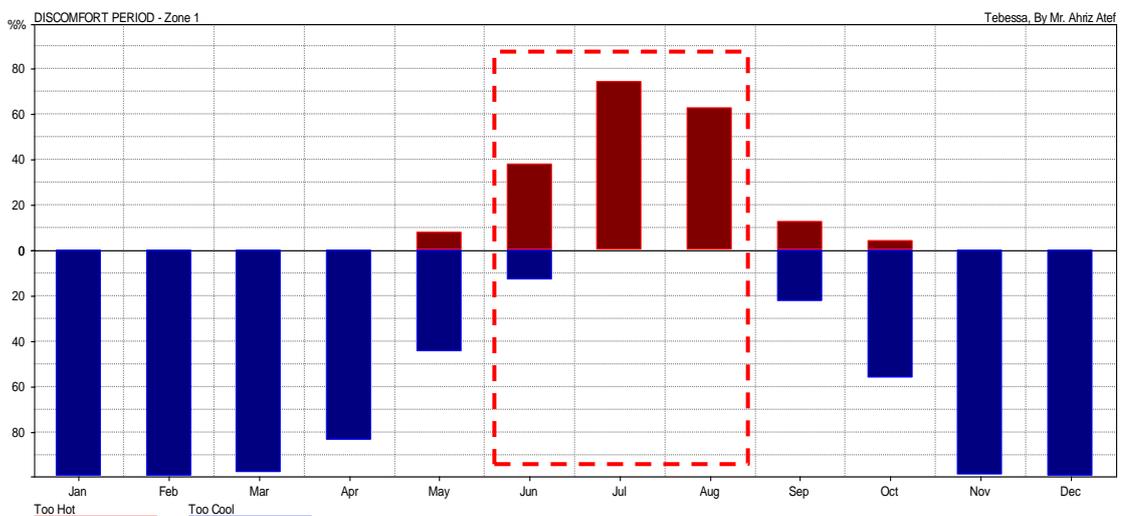


Graphe 5.2 : Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario A2 (logiciel Ecotect)

Source : Auteur

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 37.78% donc le pourcentage de confort est de 62.22%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 75.00% donc le pourcentage de confort est de 25.00%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 63.84% donc le pourcentage de confort est de 36.16%

2.1.3. Scénario A3



Graphe 5.3 : Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario A3 (logiciel Ecotect)

Source : Auteur

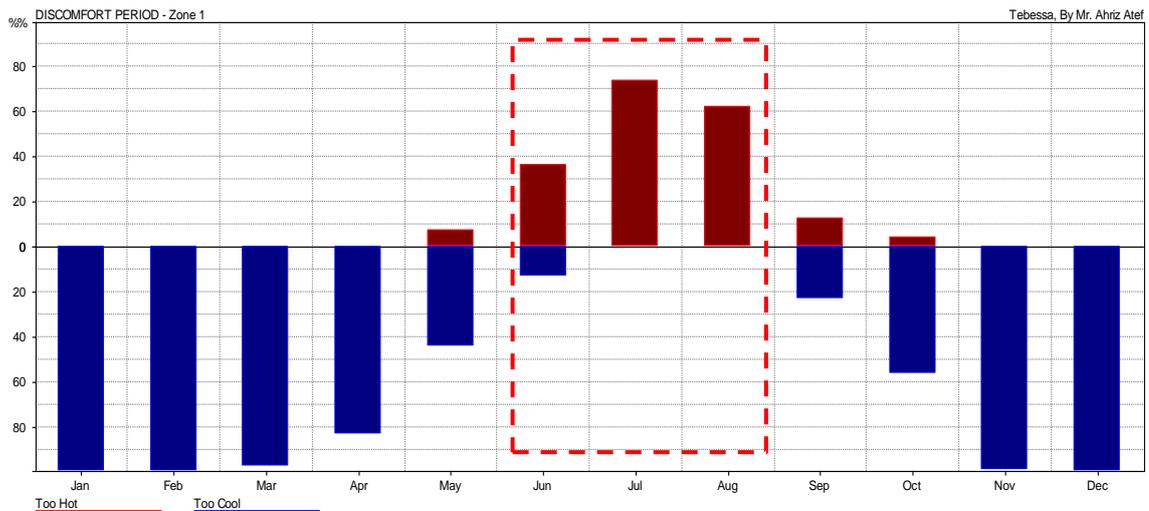
Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.3) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous fait ressortir que :

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 37.92% donc le pourcentage de confort est de 62.08%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 74.60% donc le pourcentage de confort est de 25.40%
- Août : le pourcentage de l'inconfort est de 62.77% donc le pourcentage de confort est de 37.23%

2.1.4. Scénario A4

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.4) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous fait ressortir que :



Graphe 5.4 : Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario A4 (logiciel Ecotect)

Source : Auteur

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 36.53% donc le pourcentage de confort est de 63.47%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 73.79% donc le pourcentage de confort est de 26.21%
- Août : le pourcentage de l'inconfort est de 62.10% donc le pourcentage de confort est de 37.90%.

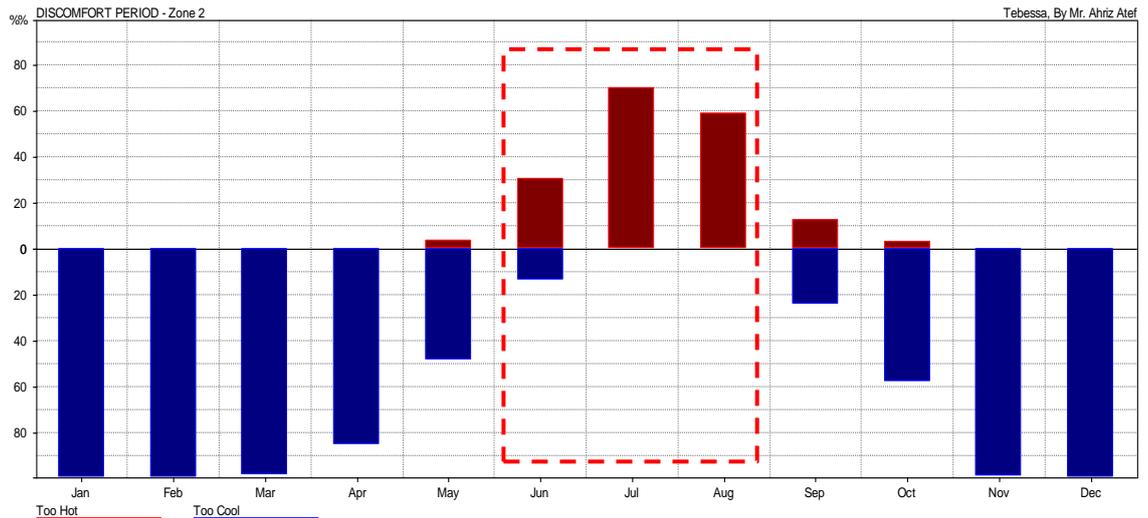
2.2. Variante B

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

2.2.1. Scénario B1

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.5) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année.

Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de :



Graphe 5.5: Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario B1 (logiciel Ecotect)

Source : Auteur

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 30.83% donc le pourcentage de confort est de 69.17%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 70.16% donc le pourcentage de confort est de 29.84%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 58.87% donc le pourcentage de confort est de 41.13%

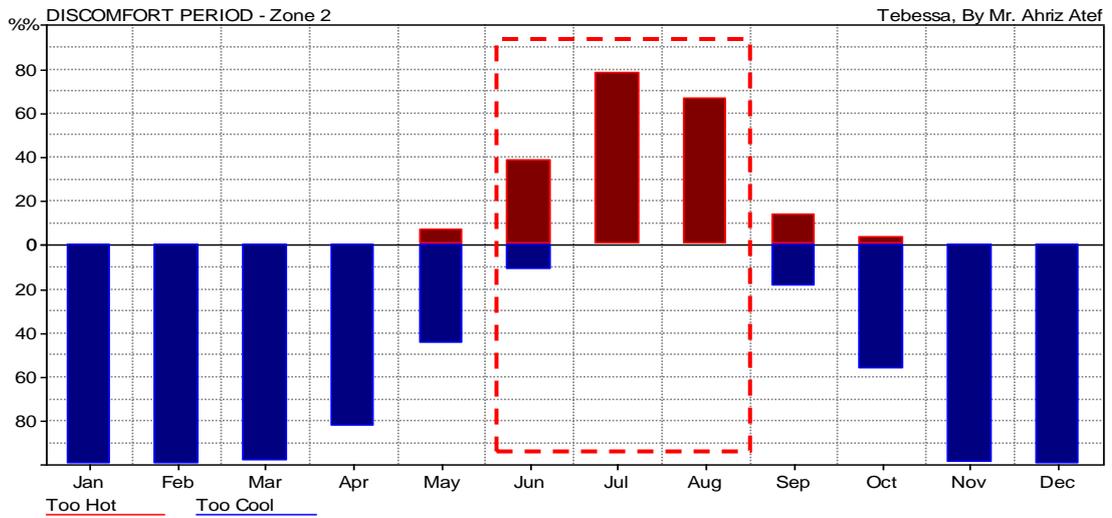
2.2.2. Scénario B2

Le graphe ci-dessus (Voir le graphe 5.6) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de :

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 38.61% donc le pourcentage de confort est de 61.39%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 78.09% donc le pourcentage de confort est de 21.91%

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

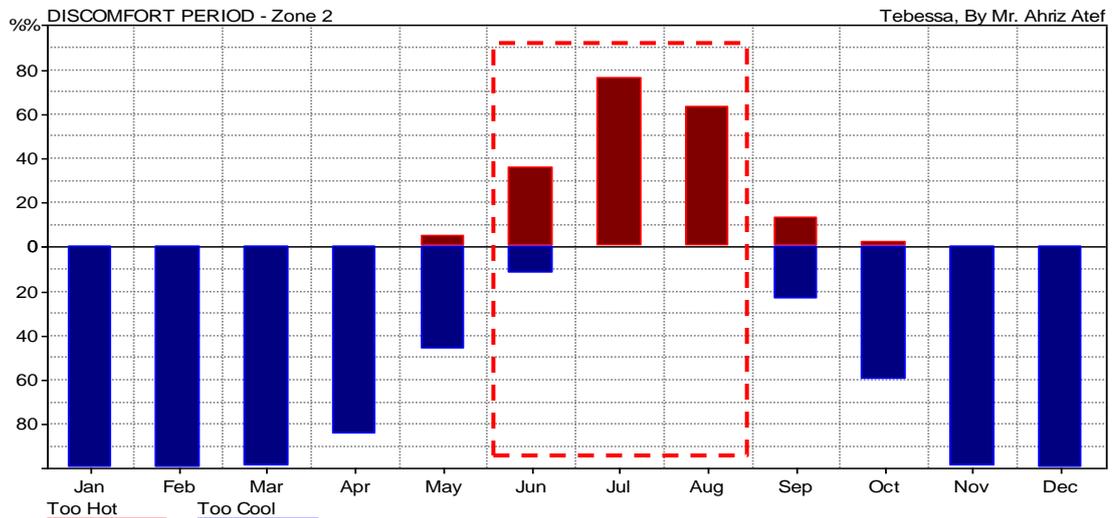
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 66.80% donc le pourcentage de confort est de 33.20%



Graph 5.6: Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario B2 (logiciel Ecotect)
Source : Auteur

2.2.3. Scénario B3

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.7) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de:



Graph 5.7: Les pourcentages de l'inconfort thermique : variante B3 (logiciel Ecotect)
Source : Auteur

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 36.25% donc le pourcentage de confort est de 63.75%

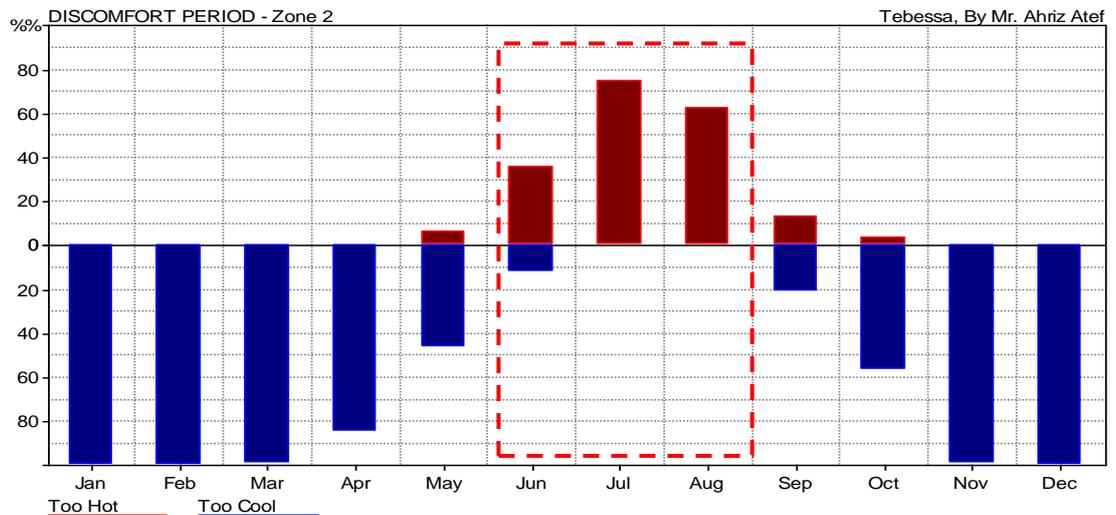
Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 76.08% donc le pourcentage de confort est de 23.92%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 63.31% donc le pourcentage de confort est de 36.69%

2.2.4. Scénario B4

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.8) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de :

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 35.97% donc le pourcentage de confort est de 64.03%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 75.13% donc le pourcentage de confort est de 24.87%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 62.90% donc le pourcentage de confort est de 37.10%



Graphe 5.8: Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario B4 (logiciel Ecotect)
Source : Auteur

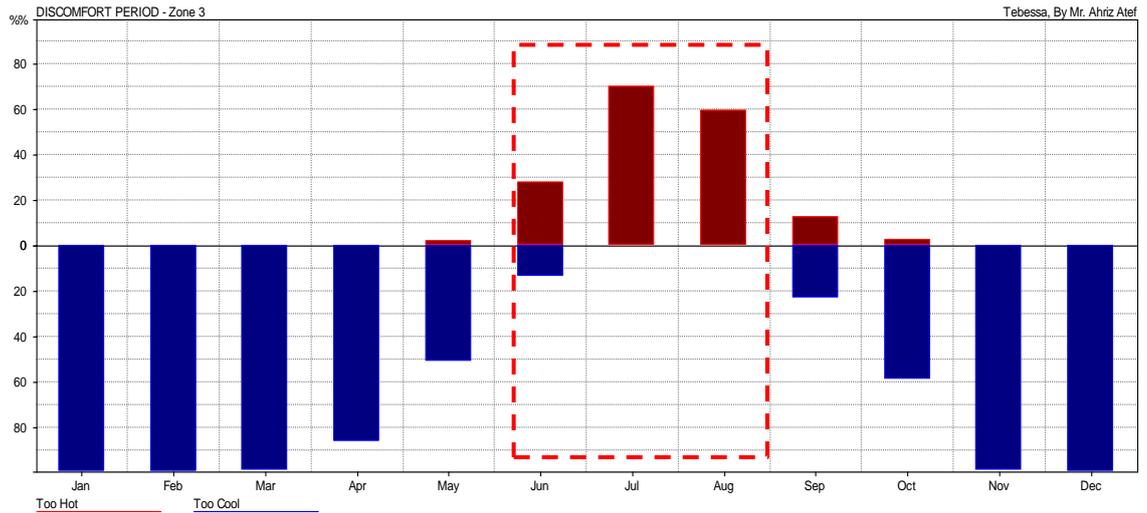
2.3.Variante C

2.3.1. Scénario C1

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.9) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de :

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

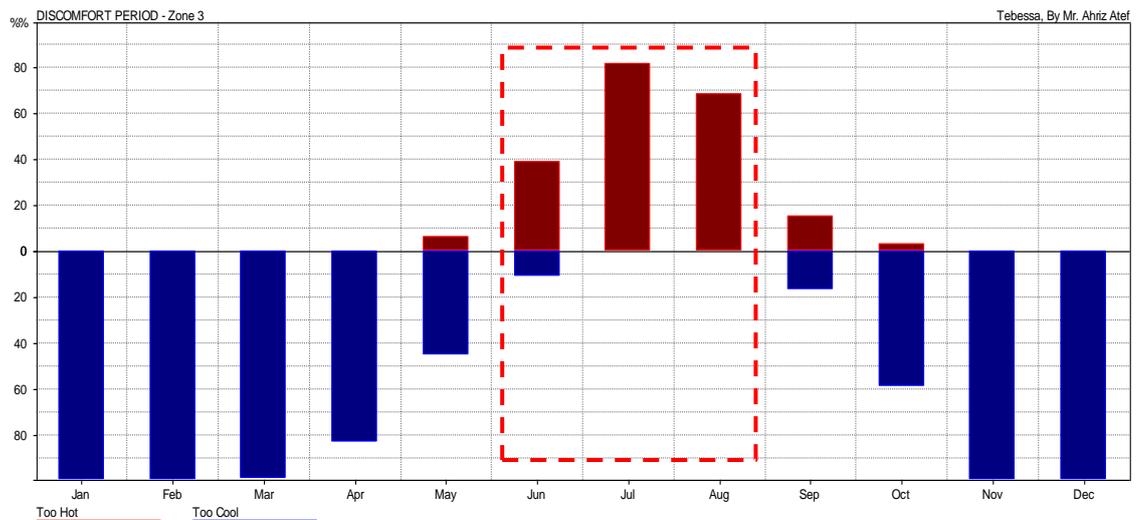
- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 27.92% donc le pourcentage de confort est de 72.08%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 70.16% donc le pourcentage de confort est de 29.84%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 59.68% donc le pourcentage de confort est de 40.32%



Graphique 5.9: Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario C1 (logiciel Ecotect)
Source : Auteur

2.3.2. Scénario C2

Le graphique ci-dessous (Voir le graphique 5.10) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année.



Graphique 5.10: Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario C2 (logiciel Ecotect)
Source : Auteur

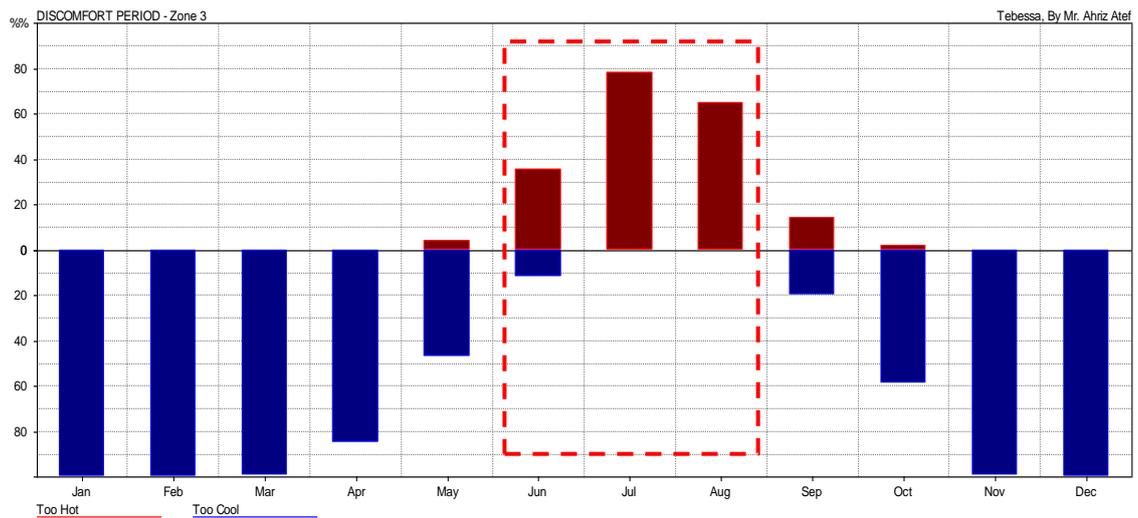
Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de :

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 39.31% donc le pourcentage de confort est de 60.69%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 81.85% donc le pourcentage de confort est de 18.15%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 68.68% donc le pourcentage de confort est de 31.32%

2.3.3. Scénario C3

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.11) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous faisons sortir que pour le mois de :



Graph 5.11: Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario C3 (logiciel Ecotect)

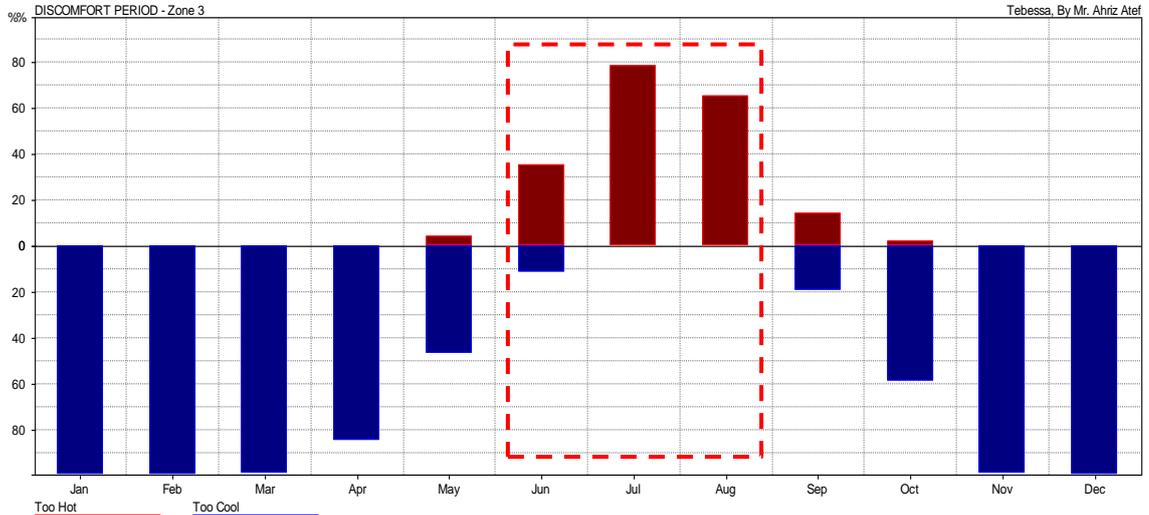
Source : Auteur

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 35.56% donc le pourcentage de confort est de 64.44%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 78.49% donc le pourcentage de confort est de 21.51%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 65.19% donc le pourcentage de confort est de 34.81%

2.3.4. Scénario C4

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

Le graphe ci-dessous (Voir le graphe 5.12) présente le pourcentage de l'inconfort (froid ou chaud) pour chaque mois de l'année. Une lecture préliminaire de ce graphe concernant la période estivale, nous fait ressortir que pour le mois de :



Graph 5.12: Les pourcentages de l'inconfort thermique : scénario C4 (logiciel Ecotect)

Source : Auteur

- Juin : le pourcentage de l'inconfort est de 34.17% donc le pourcentage de confort est de 65.83%
- Juillet : le pourcentage de l'inconfort est de 77.15% donc le pourcentage de confort est de 22.85%
- Aout : le pourcentage de l'inconfort est de 63.98% donc le pourcentage de confort est de 36.02%

2.4. Comparaison des résultats

Tab.5.1 : la moyenne de pourcentage de confort thermique

Source : Auteur

Le tableau à gauche (Tab.5.1) montre la moyenne de pourcentage de confort thermique de chaque scénario : Les moyennes de pourcentage de confort thermique sont colorées de dégradation du couleur vert pour les hautes moyennes (de foncé vers le claire), par contre les bases moyennes sont présentés en dégradation du couleur rouge (de claire vers le foncé).

Pourcentage de confort thermique				
	Juin	Juillet	Aout	Moyenne
A1	64,94	28,36	39,92	44,41
A2	62,22	25,00	36,16	41,13
A3	62,08	25,40	37,23	41,57
A4	63,47	26,21	37,90	42,53
B1	69,17	29,84	41,13	46,71
B2	61,39	21,91	33,20	38,83
B3	63,75	23,92	36,69	41,45
B4	64,03	24,87	37,10	42,00
C1	72,08	29,84	40,32	47,41
C2	60,69	18,15	31,32	36,72
C3	64,44	21,51	34,81	40,25
C4	65,83	22,85	36,02	41,57

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

2.4.1. Classification des scénarios selon leurs pourcentages de confort thermique

Les tables ci-dessous présentes la classification des scénarios de l'analyse selon leurs pourcentages de confort de plus grand valeur vers la plus petit.

Tab.5.2 : Classification des principales variantes selon leurs pourcentages de confort thermique, Source : Auteur

Variante A		Variante B		Variante C	
A1	44,41	B1	46,71	C1	47,41
A4	42,53	B4	42	C4	41,57
A3	41,57	B3	41,45	C3	40,25
A2	41,13	B2	38,83	C2	36,72

Tab.5.3 : Classification des toutes les variantes selon leurs pourcentages de confort thermique, Source : Auteur

Variante	% de confort
C1	47,41
B1	46,71
A1	44,41
A4	42,53
B4	42
A3	41,57
C4	41,57
B3	41,45
A2	41,13
C3	40,25
B2	38,83
C2	36,72

3. Analyse et interprétation des résultats

Comme nous avons posé dès le début de notre recherche, que le problème de nos constructions quel que soit leur type et principalement l'habitat collectif, c'est la défaillance connue au niveau de confort thermique. L'analyse des résultats fait relever que l'enveloppe de bâtiment a un effet sur le confort thermique, ainsi qu'on a remarqué l'influence de l'orientation et la position du bâtiment sur l'ambiance intérieure, là on a testé la notion : l'intégration du bâtiment avec son environnement ou la conception climatique.

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

Concernant la classification des différentes orientations de chaque variante principale c'est-à-dire (variante A, B, et C) selon leur pourcentage de confort thermique de plus grand valeur vers la plus petite (Voir le Tab.5.2), organisent selon l'interprétation suivante :

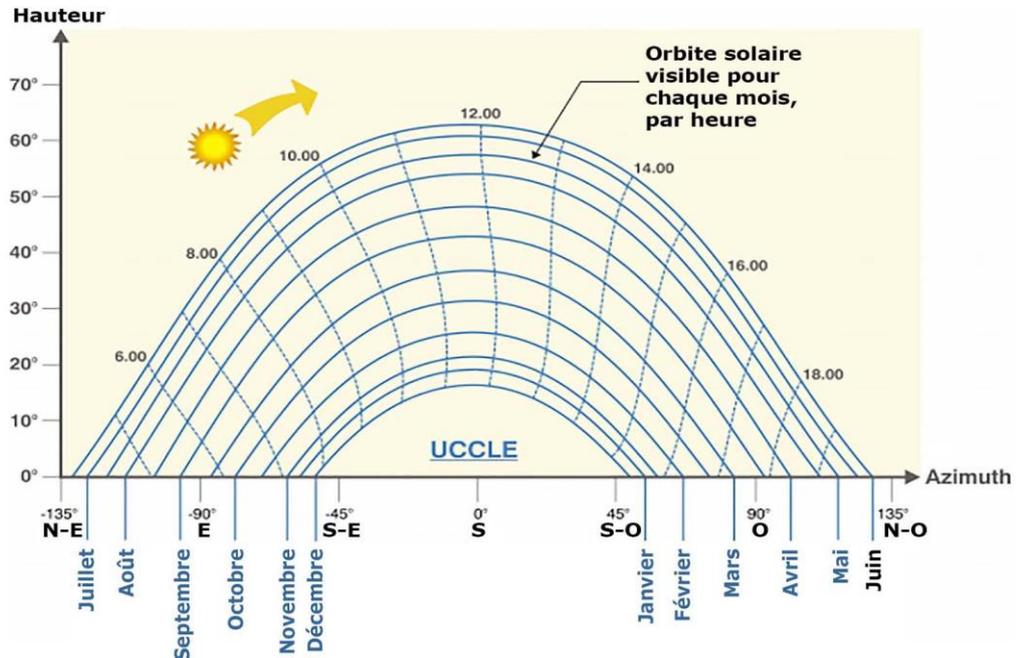


Figure 5.5 : Hauteur du soleil en fonction de l'orientation et du mois

Source : (Durable) (site web)

- L'effet de l'orientation de l'enveloppe de l'habitation collective sous les conditions climatiques de Tébéssa, est lié avec la quantité d'énergie solaire transmis par rayonnement qui dépend à la position du soleil :
 - D'après l'insolation journalière, la position de soleil pour l'orientation Sud est la haute par rapport aux autres orientations, pendant la période estival et sur tout au mois de juillet, (Voir la figure 5.5), ce qui permet de diminuer la surface de contact direct avec le rayonnement, et par conséquent les gains solaires dans cette face est la plus petit. Alors que ce rayonnement est absorbé par la paroi horizontale qui présente la partie la plus intense.
 - La face Nord elle n'est pas ensoleillée mais elle reçoit des rayonnements solaire diffus.
 - Pour l'orientation Est ou la position du soleil est basse (voir la figure 5.5), cela crée un problème au niveau de la maîtrise des rayons solaires, parce que cette position rend une grande quantité de rayonnement directe transmis aux parois verticales. Cela permet d'augmenter les gains solaires et la température intérieure et donc avoir le surchauffe à l'intérieure de l'habitation.

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

- L'orientation Ouest, elle semble à celle de l'Est avec la même position du soleil, plus de rayonnement directe transmis aux ces faces, augmentation des apports solaire et la température intérieure, et avoir une sensation de l'inconfort (le surchauffe) sauf que la première son ensoleillement est pendant la tranche du matin et l'autre (Ouest) c'est pendant la tranche de soir.
- Les orientations intermédiaires Nord-Ouest / Sud-Est puis Nord-Est / Sud-Ouest, on note les deux faces : Nord-Ouest et Nord-Est la hauteur de soleil est plus basse, par contre les faces orienté vers le Sud-Est et Sud-Ouest présente une position de soleil un peu haut alors que les rayonnent solaire permet de pénétré au bâtiment, cela explique la quantité des gains solaires reçue et la température intérieure qui est similaire et proche à l'orientation Est / Ouest.

De cette logique les orientations de chaque variante sont ordonnées comme la suite (pour la période d'été) :

- L'orientation Nord / Sud qui présente l'orientation favorable en été, cela est dû parce que les deux faces (Nord et Sud) présentent les grand surfaces d'échange thermiques par rapport aux faces Est et Ouest qui présentent les petites surfaces du bâtiment (les faces secondaires).
- Deuxièmement, les orientations Nord-Ouest / Sud-Est puis Nord-Est / Sud-Ouest, qui présentent les orientations intermédiaires et un niveau de confort moyenne.
- Enfin l'orientation Est / Ouest, cela est justifié par les grandes surfaces (faces principales) qui sont exposés à cette orientation.
- Concernant notre hypothèse de départ qui vise à montrer que plus le bâtiment a le minimum des surfaces externes qui sont les surfaces d'échange thermique avec l'environnement, plus que le confort thermique est obtenu, en minimisant les apports solaires, est juste pour tel orientation principalement Nord / Sud et les autres non (on note que les reste d'orientations sont les moins confortable) cela est dû puis que comme FAURE (2 0 0 6) a expliqué : que pendant la tranche matiné la chaleur ne pénètre pas directement à la maison grâce aux parois de l'enveloppe, donc le soleil est arrêté, et par conséquence la construction s'échauffe peu par contre les écarts max de température ou l'intérieure est plus chaud que l'extérieure (le surchauffe) est pendant la nuit à cause de ce qu'on appelle le déphasage de la chaleur absorbé par les parois pendant le matin. Alors on a besoin d'augmenter les surfaces externe afin de bénéficier de la ventilation nocturne qui

Chapitre 05 : Simulation : l'impact de l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique

est suffisante d'évacuer la chaleur de la journée. Et cette situation justifie la vérification du coefficient de forme montré au chapitre 04 (voir vérification du coefficient de forme des variantes A, B et C: p.55) ou sa synthèse vise augmenter les surface extérieure afin que le Cf inscrite dans l'intervalle de climat chaud et sec.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons essayé d'étudier l'impact de l'enveloppe d'habitation collective dans la ville de Tébessa sur le niveau de confort thermique, en utilisant un modèle représentatif de ce type d'habitat, afin de tester l'effet de la position du bâtiment qui définit le nombre des surface extérieure ainsi que l'effet de l'orientation des faces extérieures, tout en se basent sur une approche expérimentale à l'aide de logiciel de simulation thermique *Ecotect Analysis*

Comme nous avons déjà montré que notre recherche vise à obtenir le confort d'été, alors que le déroulement de la simulation était sous les conditions climatiques de la ville Tébessa. La lecture des résultats, était pendant la période estivale, qui nous conduit de remarquer que le niveau de confort thermique dans ces bâtiments est sous le pourcentage 50% ce qui témoigne et renforce notre problématique de départ, d'une part et d'autre part on a confirmé que l'enveloppe du bâtiment a une influence sur le confort thermique.

Grace à l'interprétation de résultats on a arrivé à définir cette influence, soit l'orientation des faces extérieures ou la position du bâtiment (le nombre des surfaces extérieures), ce qui nous permet de classer les différents scénarios de l'analyse selon leur niveau de confort.

Enfin, on a arrivé à vérifier les hypothèses de l'étude soit par confirmation concernant l'effet de l'orientation sur le confort thermique par contre l'autre hypothèse qui montre que si on minimise les surfaces d'échange thermique (faces extérieures) on aura augmentation de niveau de confort, elle est juste pour une seul orientation alors il faut que le rapport surfaces extérieures/volume inscrite dans l'intervalle de Cf climat chaud et sec plus que penser à le confort thermique jour comme la nuit ce qui nécessite le procédé de ventilation nocturne.

Dans le chapitre suivant on va donner quelque recommandation concernant le sujet de notre étude pour l'habitat collectif situé dans la région semi-aride exactement à Tébessa.

CONCLUSION GENERALE

Introduction

IZARD (2006) a démontré que les architectes et les concepteurs de bâtiments à faibles besoins énergétiques doivent savoir que les moyens de diminuer les consommations d'énergie pour compenser les pertes thermiques ne reposent pas uniquement sur le choix de matériaux isolants des parois de l'enveloppe et encore moins sur le recours direct aux énergies renouvelables.

Autour de cette démonstration, notre recherche a pour objectif d'évaluer le niveau de confort thermique des différentes enveloppes de bâtiment en générale et d'habitat collectif en particulier sous les caractéristiques de climat chaud et sec, la lecture globale de cette recherche montre que nous avons abordé le problème de l'inconfort ressenti dans l'habitat collectif à Tébessa sous les besoins et nécessité de la recherche.

Limite de recherche :

Notre étude est parmi les recherche académique qui vise à améliorer les exigences et les besoins de l'occupant à l'intérieure de la construction, nous avons essayé dans cette partie d'investigation d'arriver à notre objectif qui est évaluer l'impact de l'enveloppe sur le confort thermique et afin d'améliorer le niveau de confort dans nos constructions avec le moins d'énergie, ou notre recherche est applicable sauf dans les limites suivantes :

- L'étude était concernant le confort thermique dans l'habitat collectif
- Les caractéristiques climatiques de climat chaud et sec présenté par la ville de Tébessa.
- Le bâtiment de l'étude c'est un bloc barre de type deux logement par palier avec un TOL (taux d'occupation par logement) de 6 personne.
- La période de l'étude est pendant la période estivale qui présente la période défavorable de citoyen Tébessien à cause de la surchauffe ressentie dans les logements, qui implique l'augmentation de la consommation énergétique sous forme de climatisation.
- L'étude a testé l'effet de la position de bâtiment ou les surfaces externes ainsi que l'orientation pour une forme et proportions fixé (modèle représentatif)

Conclusion générale

Climat, architecture et confort thermique, sont les notions qu'on a les présenté au début de la recherche théorique, on définit le climat comme un ensemble des caractéristiques climatiques

Conclusion générale

tel que la température de l'air, le rayonnement solaire, l'humidité, la vitesse de vent et la précipitation dans une zone définie et à travers une période du temps, en tenant en compte qu'il existe plusieurs classifications de climat dans le monde celle qui est basée sur la végétation comme de Köppen, en distinguant cinq types, par contre la classification de Rosali Mignon est basée sur la géo-climatique qui présente huit climats fondamentaux et enfin la classification architecturale d'Akinston, qui est basée sur la nature du problème thermique humain dans un emplacement particulier en distinguant quatre types climats : froid, tempéré, chaud et sec plus que le climat chaud et humide.

A cause de l'influence du facteur climat sur l'ambiance intérieure de la construction, plusieurs démarches conceptuelles sont apparues soit ancienne comme l'architecture vernaculaire qui se définit comme une architecture sans architecte, malgré ça ses constructions en précisant l'habitat sont assez confortables, cela est dû grâce à l'utilisation des matériaux et techniques locaux. D'autre côté on cite l'architecture solaire passive qui prend en compte l'influence de soleil dans ces conceptions, puis l'architecture bioclimatique qui assure cette adaptation au climat tout en maintenant des conditions confortables (thermique, visuel...) par des moyens conceptuels.

Notre intérêt c'est le confort thermique, il présente une sensation subjective liée aux plusieurs paramètres tel que le métabolisme et l'habillement de l'occupant ou température de l'air et paroi, l'humidité, la vitesse de l'air du milieu ambiant, alors que la sensation de l'inconfort justifiée par une perturbation au niveau d'un ou plusieurs de ces paramètres. En notant qu'on peut évaluer le confort thermique soit par des outils graphiques tel que le graphe bioclimatique de Givoni et celle d'Olgay...etc ou des indices subjectifs tel que : PMD et le PPD.

L'architecture bioclimatique a présenté plusieurs stratégies et techniques pour l'obtention ou l'amélioration du confort thermique des usagers dans l'espace occupé tel que : l'implantation du bâtiment, son orientation, la végétation, forme et volumétrie, ventilation... ou agir au niveau des constituants de l'enveloppe par l'isolation.

Parmi ces techniques, nous intéressons d'agir au niveau de l'enveloppe de la construction afin d'obtenir ce confort dans nos constructions, cela nécessite d'abord une bonne compréhension de la composante chaleur dans le bâtiment (la thermique du bâtiment), puisque elle influence sur l'enveloppe à travers les différents modes d'échanges : convection qui présente le transfert de la chaleur concernant l'air, ou conduction qui est un transfert de chaleur entre deux points d'une paroi s'il y a une différence de température et par rayonnement qui

Conclusion générale

dépend à l'émissivité et de la température de surface du corps récepteur. Ces échanges dans le bâtiment ont connu comme des apports ou déperditions thermique, sous deux formes soit par transmission à travers les parois opaques ou vitré, en tenant en compte que la source principale des apports est le rayonnement transmis par le soleil ou ce qu'on appelle les gains solaires, soit par le renouvellement d'air.

L'enveloppe du bâtiment présente un facteur important dans la notion du confort thermique, et comme ils ont défini c'est le régulateur du climat intérieur, cela veut dire qu'elle peut créer des conditions extérieures trop chaude ou froid, un climat intérieure confortable. S'on fait une comparaison entre les morphologies de l'enveloppe dans les différents climats, on trouve que ce derniers se varie d'une région (climat) à une autre, tout en s'adaptant au caractéristique climatiques, il existe un coefficient qui assure un rapport entre les surface extérieure et le volume du bâtiment c'est le coefficient de forme, on note que plus que la surface extérieure est faible plus que le bâtiment est moins déperditif.

La forme géométrique, la taille, et le mode de contact, ainsi que la position de ces bâtiment (de l'isolé au compacte) et l'orientation qui a une relation avec la quantité d'énergie solaire reçue, sont des éléments influent sur l'enveloppe et le niveau du confort thermique à l'intérieure des constructions.

La simulation thermique par le logiciel *Ecotect Analysis* présente notre choix pour le coté analytique de cet étude, ce choix est le résultat d'une simple recherche concernant les études antérieures dans l'axe de l'enveloppe et le confort thermique. Le logiciel occupe plusieurs domaines parmi eux c'est l'analyse thermique en précisant le calcule de pourcentage de l'inconfort du modèle de l'analyse, qui va nous aider pour évaluer l'impact de l'enveloppe sur le confort thermique.

La zone du notre étude c'est la ville algérienne : Tébessa une ville de les hautes plateaux (région semi-aride) se caractérise par un climat chaud et sec, un climat présente la majorité de l'Algérie connue par sa faible précipitation et ses hautes température arrive à 40°C au mois de juillet, et selon OLGAY (1962) le coefficient de forme dans ce climat est de 1/1,6 jusqu'à 1/1,3.

L'habitat à Tébessa se compose de trois type individuel, semi collectif et enfin le collectif qui est le concerné pour cet étude, une classification morphologique de ce type d'habitat selon la forme, les proportions, position du bâtiment et l'orientation nous conduit a ressortir avec un modèle le modèle représentatif d'une forme du parallélépipède avec les proportions moyennes de (21m*10m*15.3m), ainsi que la position de ce bâtiment ou le mode de contact, présente en trois possibilité, d'abord le bloc isolé avec cinq face libres, ensuite un

Conclusion générale

bloc mitoyen avec quatre faces libre et enfin un bloc mitoyen avec trois faces libres. Ces habitations sont orientées dans deux directions principales qui sont : Nord—Est / Sud-Ouest et Nord-Ouest / sud- Est et dans la phase de la simulation thermique on va tester les deux autres possibilités : Nord / Sud et Est / Ouest, pour que notre étude soit globale.

Une vérification de coefficient de forme pour le modèle de l'analyse, qui montre que ce dernier est au-dessous de l'intervalle de climat chaud et sec (1/1.6 à 1/1.3), donc il doit augmenter la surface extérieure pour que le coefficient de forme inscrite dans cet intervalle. Ainsi que la simulation par Ecotect Analysis a été organiser selon l'enchaînement de forme, dimensions, position et orientation on note que à chaque fois on fixe la forme et les dimension et pour chaque position on teste les quatre orientations, qui va nous mener à tester 12 scénarios (on a 3 variantes définis des différentes positions du bâtiment ou chaque variante a quatre scénario qui présente les orientations), afin d'arriver à faire une lecture comparative concernant le niveau ou le pourcentage de confort thermique (confort d'été) pour chaque scénarios.

Les résultats de la recherche

D'après le résultat de l'analyse, on a remarqué une variation concernant le niveau de confort thermique pour les différents scénarii ce qui confirme que l'enveloppe a un effet sur le confort thermique, et à travers notre modèle de l'analyse, on a affirmé que les habitations collectives sont inconfortables, puis que tous les pourcentages du confort thermique sont moins que 50%

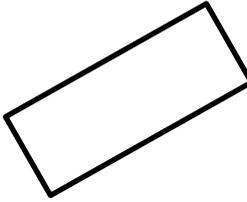
Pour la 1ère hypothèse de notre étude qui signifie que plus que le bâtiment a moins de surface extérieure plus que le bâtiment est confortables, elle n'est confirmé puis que nous avons pensé sauf sur les gains thermique en précisant les gains solaire pendant la période du matin par contre l'inconfort (surchauffé) se présente pendant la nuit, puis que les parois de l'enveloppe va dégager la chaleur absorbé pendant le matin, c'est le phénomène de déphasage, donc pour obtenir le confort thermique dans n'importe construction et sur tout d'habitat puis que il est occupé pendant les 24h, il faut penser du confort thermique de la nuit comme le jours, et dans ce cas il doit augmenter les surfaces externe pour que le bâtiment soit ventilé (ventilation nocturne) et cette résultat argumente la vérification précédente du coefficient forme qui vise à augmenter les surfaces extérieure. Par contre pour la deuxième hypothèse qui vise à tester l'effet de l'orientation est confirmer qu'il a un effet ou l'ordre de la plus confortable de le moins confortable est comme la suite : Nord / Sud puis Nord-Ouest / Sud-Est ensuite Nord-Est / Sud-Ouest et enfin l'ordination Est-Ouest qui présente le moins confortable.

Conclusion générale

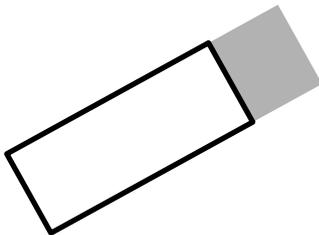
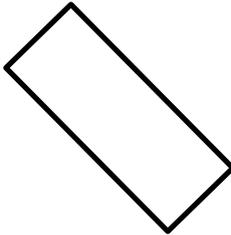
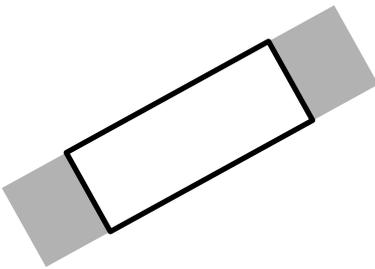
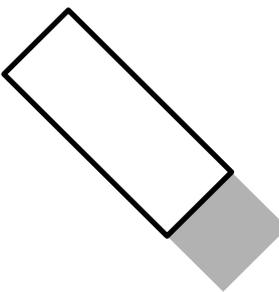
Le tableau suivant va montrer la classification des différents scénarios d'une habitation collective à Tébessa (en évaluant la position du bâtiment et l'orientation).

Tab A : Classification des résultats de la recherche

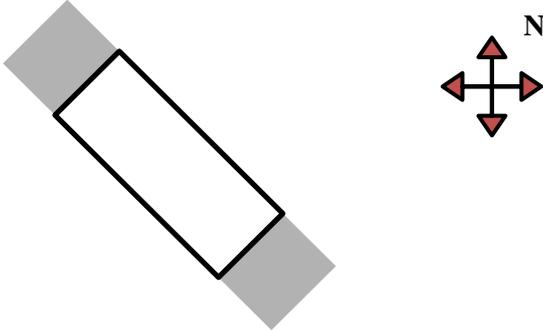
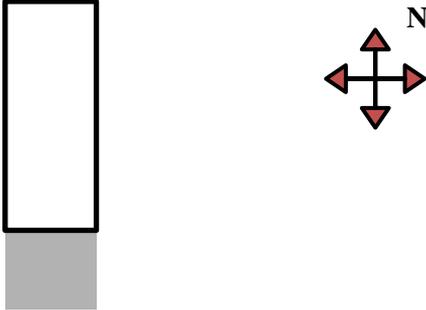
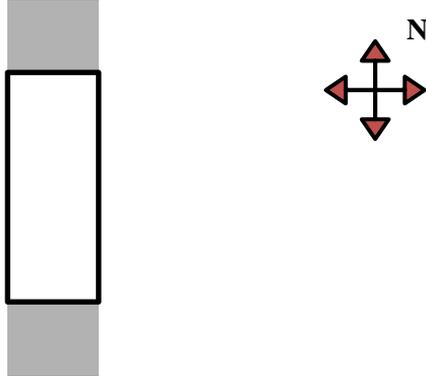
Source : l'Auteur

Pourcentage de confort thermique (%)	Scénarios	Représentations
47.41	<p style="text-align: center;">C1</p> <p>Bloc mitoyen avec trois faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord / Sud</p>	
46.71	<p style="text-align: center;">B1</p> <p>Bloc mitoyen avec quatre faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord / Sud</p>	
44.41	<p style="text-align: center;">A1</p> <p>Bloc isolé avec cinq faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord / Sud</p>	
42.53	<p style="text-align: center;">A4</p> <p>Bloc isolé avec cinq faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord-Ouest / Sud-Est</p>	

Conclusion générale

42.00	<p style="text-align: center;">B4</p> <p>Bloc mitoyen avec quatre faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord-Ouest / Sud-Est</p>	
41.57	<p style="text-align: center;">A3</p> <p>Bloc isolé avec cinq faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord-Ouest / Sud-Est</p>	
41.57	<p style="text-align: center;">C4</p> <p>Bloc mitoyen avec trois faces libres, ou orientation de la barre longitudinale est : Nord-Ouest / Sud-Est</p>	
41.45	<p style="text-align: center;">B3</p> <p>Bloc mitoyen avec quatre faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord-Est / Sud-Ouest</p>	
41.13	<p style="text-align: center;">A2</p> <p>Bloc isolé avec cinq faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Est / Ouest</p>	

Conclusion générale

40.25	C3 Bloc mitoyen avec trois faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Nord-Est / Sud-Ouest	
38.83	B2 Bloc mitoyen avec quatre faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Est / Ouest	
36.72	C2 Bloc mitoyen avec trois faces libres, ou l'orientation de la barre longitudinale est : Est / Ouest	

Recommandations

D'après la phase analytique, on peut donner quelque recommandation inscrite dans les limites de notre étude :

- D'abord, il faut penser dès la conception que la forme ou l'enveloppe n'exprime uniquement l'apparence du projet ou du bâtiment, mais il joue aussi des autres fonctions parmi eux c'est la régulation du climat intérieure afin d'obtenir la sensation du confort des occupants.
- Il doit que la surface extérieure du bâtiment soit étudié et il est préférable qu'on utilise le coefficient de forme pour la déterminer
- Eviter les radiations solaires directes puisqu'elle participe plus dans l'augmentation des gains solaire et la température intérieure.

Conclusion générale

- La meilleure orientation est celle qui diminue les apports solaires pendant le jour, ou l'orientation de Nord et le Sud c'est la plus favorable.
- L'orientation à éviter pour obtenir principalement le confort d'été, c'est celle de l'Est et Ouest.
- Un bloc mitoyen avec trois faces libres puis celui qui est mitoyen avec quatre faces libres et enfin isolé avec cinq faces libres : c'est l'ordre des positions préférables pour l'orientation Nord / Sud : alors dans ce cas (orientation) plus que la surface extérieure est petite plus que le bâtiment est plus confortable.
- Si l'orientation d'un bâtiment Nord-Ouest / Sud-Est, et Nord-Est / Sud-Ouest, les positions préférables sont organisées comme la suite : de l'isolé avec cinq faces libres, à mitoyen avec quatre faces libres, et enfin bloc mitoyen avec trois faces libres
- L'orientation Est / Ouest c'est l'orientation défavorable pour la période estivale, ou la position du bâtiment plus confortable pour cette orientation c'est le bloc isolé après le mitoyen avec quatre faces libres après celle de trois faces libres. Donc il est mieux qu'augmenter la surface extérieure.
- La ventilation nocturne présente une solution efficace pendant la tranche nocturne, par contre la protection solaire permet d'abaisser la température intérieure (dans le jour), puis qu'elle arrête le parcours du rayonnement solaire, afin qu'elle a disposé selon l'orientation de la façade.

Liste des figures

Figure	Titre	Source	Page
Chapitre introductif			
Figure I	Structure du mémoire	Auteur, 2017	IV
Partie théorique			
Chapitre 01			
Figure 1.1	La classification de Köppen. Peel M. C. Et al (2007)	(Oussama)	02
Figure 1.2	Carte des climats de monde (Rosali Mignon ; 1998)	(Oussama)	02
Figure 1.3	Composante de rayonnement globale G	(Liebard and Herbe, 2005)	04
Figure 1.4	La position de soleil	(LAMY et al., 2012)	04
Figure 1.5	La construction en terre	(CERAV, 2009) (site web)	05
Figure 1.6	Principe de base de la conception bioclimatique	(ert2012, 2016)	05
Figure 1.7	La sensation du confort thermique	(Blin and Eveillard, 2007)	06
Figure 1.8	Graphe de métabolisme et l'habillement	(Weber, 1991)	07
Figure 1.9	La température de confort dépend à la température de l'air et de paroi	(Liebard and Herbe, 2005)	08
Figure 1.10	Taux d'humidité ambiante optimale	(Jedid and Benjeddou, 2016)	08
Figure 1.11	Détermination de l'indice PPD	(Jedid and Benjeddou, 2016)	10
Figure 1.12	Diagramme bioclimatique V.OLGYAY	(OLGYAY, 1962)	11
Figure 1.13	Diagramme psychométrique de B GIVONI	(Naim, 2012)	11
Figure 1.14	Le diagramme psychrométrique complet	(Szokolay, 2004)	11
Figure 1.15	Le principe de stratégie du chaud et de froid	(Liebard and Herbe, 2005)	12
Figure 1.16	Les principales sollicitations de l'enveloppe extérieure	(HAUGLUSTAINE and SIMON, 2007)	13
Chapitre 02			
Figure 2.1	Les sources de chaleurs dans un bâtiment	(Blin and Eveillard, 2007)	16
Figure 2.2	Les apports d'énergie dans les bâtiments	(Weber, 1991)	17
Figure 2.3	Les apports internes	(Weber, 1991)	17
Figure 2.4	Les parties incidentes des rayonnements solaires	(LAMY et al., 2012)	18
Figure 2.5	Les apports solaires	(Blin and Eveillard, 2007)	18

Figure 2.6	Les apports solaires directs	(Weber, 1991)	18
Figure 2.7	Transfert de chaleur	(Fuchs and Raymond, 2010)	19
Figure 2.8	Transfert de chaleur par conduction	(Blin and Eveillard, 2007)	20
Figure 2.9	Transfert de chaleur par convection	(Fuchs and Raymond, 2010)	21
Figure 2.10	Composition spatiale du bâtiment et écoulements d'air	(Mulé, 2011)	22
Figure 2.11	Composants du rayonnement au contact d'un matériau	(LAMY et al., 2012)	22
Figure 2.12	Caractéristique énergétique du simple vitrage	(Gratia, 2000) (site web)	24
Figure 2.13	Le coefficient de forme varie suivant la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits.	(Liebard and Herbe, 2005)	26
Figure 2.14	Quelques formes régulières	(web, 2009) (site web)	27
Figure 2.15	Hierarchie des formes après optimisation de leur Coefficient de forme C_f à volume égal pour deux cas de contact avec le sol et sur pilotis	(IZARD, 2006)	27
Figure 2.16	Pourcentage de déperdition thermique par ventilation et transmission en fonction du volume d'un cube.	(Weber, 1991)	28
Figure 2.17	La valeur du coefficient de forme selon la taille du bâtiment (cube)	(Weber, 1991) d'après l'auteur	28
Figure 2.18	Evolution du facteur de forme pour différents types d'agrégation et dimensions d'un cube.	(Weber, 1991)	29
Figure 2.19	Variation du coefficient de forme selon le mode de contact	(Aymen, 2009)	29
Figure 2.20	La forme pavillonnaire isolé et en bande	(Arantes et al., 2016)	29
Figure 2.21	La forme verticale répétitive de peu dense (A) à plus dense (C)	(Mégane, 2013)	30
Figure 2.22	Forme compacte	(Elhadi, 2015)	30
Figure 2.23	Facteur forme pour les différentes régions (climat)	(OLGYAY, 1962)	31
Figure 2.24	Insolation journalière	(Weber, 1991)	32
Figure 2.25	Orientation et rayonnement solaire	(Weber, 1991)	32
Figure 2.26	Intensité Du Rayonnement Solaire Sous Différentes Latitudes	(Samira, 2005)	32

Chapitre 03

Figure 3.1	TRNSYS 17	(MISEN, 2016) (Site web)	38
Figure 3.2	Energyplus	(energyplus, 2016) (Site web)	38
Figure 3.3	Pleiades+COMFIE	(Pic-Energie) (Site web)	38
Figure 3.4	Ecotect Analysis	(m'hand, 2016)	
Figure 3.5	Analyse de la visibilité spatiale (à gauche) et des radiations solaires (à droite)	(Pinterest, 2016)	40
Figure 3.6	Donnée représentatif du projet	Ecotect analysis 2011 (d'après l'auteur)	42
Figure 3.7	Interface de modélisation	Ecotect analysis 2011 (d'après l'auteur)	42
Figure 3.8	La phase d'analyse	Ecotect analysis 2011 (d'après l'auteur)	43
Partie analytique			
Chapitre 04			
Figure 4.1	La situation de wilaya de Tébessa	(carte-algérie, 2017)	45
Figure 4.2	Les limites de wilaya Tébessa	(Google-maps, 2017) (d'après l'auteur)	46
Figure 4.3	Les zones climatiques en Algérie	(Mokhtari et al., 2008) (d'après l'auteur)	47
Figure 4.4	La variation mensuelle de la température et la précipitation	(meteoblue, 2007) (site web)	47
Figure 4.5	La variation mensuelle de la vitesse de l'air	(meteoblue, 2007) (site web)	48
Figure 4.6	Facteur forme dans le climat chaud et sec	OLGYAY, 1962)	49
Figure 4.7	L'habitat collectif à la ville de Tébessa	Extrait de la révision du P.D.A.U. intercommunal de Tébessa, 2013	49
Figure 4.8	Photos sur l'habitat collectif à la ville de Tébessa	Auteur, 2017	50
Figure 4.9	La forme des habitations collectives à Tébessa	Extrait de la révision du P.D.A.U. intercommunal de Tébessa, 2013 (Auteur)	51

Figure 4.10	Vue en plan du bloc collectif	Auteur, 2017	51
Figure 4.11	Les proportions de l'échantillon	Auteur, 2017	52
Figure 4.12	Les différentes positions des habitations collectives à Tébessa	Auteur, 2017	53
Figure 4.13	L'orientation des habitations collectives à Tébessa	Auteur, 2017	53
Chapitre 05			
Figure 5.1	La fenêtre du projet (logiciel Ecotect)	Auteur, 2017	58
Figure 5.2	Réglage de la fenêtre de modélisation (logiciel Ecotect)	Auteur, 2017	59
Figure 5.3	Les variantes de l'analyse thermique (logiciel Ecotect)	Auteur, 2017	59
Figure 5.4	Gestion de zone (logiciel Ecotect)	Auteur, 2017	60
Figure 5.5	: Hauteur du soleil en fonction de l'orientation et du mois	(Durable) (site web)	71

Liste des graphes

Graphe 5.1	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario A1 (logiciel Ecotect)	61
Graphe 5.2	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario A2 (logiciel Ecotect)	62
Graphe 5.3	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario A3 (logiciel Ecotect)	62
Graphe 5.4	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario A4 (logiciel Ecotect)	63
Graphe 5.5	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario B1 (logiciel Ecotect)	64
Graphe 5.6	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario B2 (logiciel Ecotect)	65
Graphe 5.7	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario B3 (logiciel Ecotect)	65
Graphe 5.8	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario B4 (logiciel Ecotect)	66
Graphe 5.9	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario C1 (logiciel Ecotect)	67
Graphe 5.10	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario C2 (logiciel Ecotect)	67
Graphe 5.11	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario C3 (logiciel Ecotect)	68
Graphe 5.12	Les pourcentages de l'inconfort thermique : Scénario C4 (logiciel Ecotect)	69

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Source	Page
Partie théorique			
Chapitre 01			
Tab.1.1	Classification d'Akinston	(Szokolay, 2004) d'après l'Auteur	03
Tab.1.2	Réactions observées en fonction de la vitesse résiduelle de l'air	(Jedid and Benjeddou, 2016)	09
Tab.1.3	Etalement de la zone de confort	(Jedid and Benjeddou, 2016)	10
Chapitre 02			
Tab.2.1	Coefficient d'absorption « α » pour murs, toits et fenêtres	(BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM)	23
Tab.2.2	Facteur de rayonnement solaire	(BENESSAHRAOUI and NDOUTOUM)	23
Partie analytique			
Chapitre 04			
Tab.4.1	Les proportions de l'habitation collective à Tébessa	Auteur.2017	52
Tab.4.2	Classification typomorphologique de l'habitat collectif à Tébessa	Auteur.2017	54
Tab.4.3	Coefficient de forme de variantes : A, B, et C	Auteur.2017	55
Tab.4.4	Tableau récapitulatif	Auteur.2017	56
Chapitre 5			
Tab.5.1	La moyenne de pourcentage de confort thermique	Auteur.2017	69
Tab.5.2	Classification des principales variantes selon leurs pourcentages de confort thermique, S	Auteur.2017	70
Tab.5.3	Classification des toutes les variantes selon leurs pourcentages de confort thermique	Auteur.2017	70
Chapitre : conclusion générale			
Tab.A	Classification des résultats de la recherche	Auteur.2017	78-81

Nomenclatures

Symbole	Signification	Unité
Ta	Température ambiante	°C
Tp	Température des parois	°C
Trs	Température résultante sèche	°C

Te	Température extérieur basse	°C
Ti	Température intérieur basse	°C
T_∞	Température du fluide loin de la surface du solide	°C
ΔT	Ecart de température extérieure et intérieure	°C
PMV	Vote moyen prévisible	-
PPD	Pourcentage prévisible d'insatisfaits	-
TCD	Bulbe sec température	°c
AH	Humidité absolue	G/kg
SH	Saturation d'humidité	
Chapitre 02		
φ (phi)	Flux de chaleur	W/m ²
Q_{sr}	Gains sensibles par renouvellement d'air	W
Q_{lr}	Gains latent par renouvellement d'air	W
Q_v	Débit d'air extérieur de renouvellement	M ³ /h
Q_c	Flux de chaleur transmis par conduction	W
Q_{c'}	Flux de chaleur transmis par convection	W
Q_m	La quantité de chaleur traversant le mur	W
Q_v	La quantité de chaleur traversant le vitrage	W
λ	Conductivité thermique	W/ m.°C
E	Epaisseur de matériau ou parois	M
k ou U	Coefficient de transmission thermique de la paroi ou du vitrage considéré	W/m ² °C
S	Surface	M ²
R	La résistance thermique	m ² . °C /w
R_{si}, R_{se}	Résistances superficielles d'échange de la paroi intérieur et extérieur	m ² . °C /w
h_i, h_e	Coefficient de transfert de chaleur par convection intérieure et extérieure	w/m ² . °C
ω_e	Teneur en eau d'air extérieur	G/kg
ω_i	Teneur en eau d'air intérieur	G/kg
T	Ratio du flux transmis sur le flux incident	-
P	Ratio du flux réfléchi sur le flux incident	-
A	Le facteur d'absorption	-

F	Facteur de rayonnement solaire	-
G	Facteur de réduction est fonction du mode de protection de la fenêtre contre le rayonnement solaire	-
Rm	Rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur	W/m ²
Ry	Intensité du rayonnement solaire sur les vitrages	W/m ²
Cf	Coefficient de forme	M ³
V	Volume	M ³
L	Longueur	M
L	Largeur	M
H	Hauteur	M
R	Rayon	M
N	Nord	-
STD	Simulation thermique dynamique	-
TOL	Taux d'occupation par logement	-

BIBLIOGREAPHIES

Bibliographie

- ABD-ELAZIZ, C. Rapport de POS 5, Tébessa. Tébessa.
- ABDERRAHMANE, B. 2013. *ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION*. Mémoire de Magistère, Université de Constantine.
- ALGÉRIE, M. D. L. É. E. Algérie: Ministère de l'énergie en Algérie. Available: <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=le-plan-d-action-en-matiere-d-efficacite-energetique> [Accessed 14/01/2017].
- ALIX, A. C. & J.L, I. 1980. Types de temps en climat méditerranéen français et conception architecturale bioclimatique. *Méditerranée*.
- ANAH Le Confort Thermique *Fiche Technique*. DDB, Agence National De L'habitat, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'nergie.
- ANDI 2013. Wilaya de Tébessa. Algérie: Agence National de développement de l'investissement.
- ANGIOLETTI, R. & DESPRETZ, H. Maîtrise de l'énergie dans les bâtiments: Définitions. Usages. Consommations. ADEME: www.ademe.fr.
- ANIRREF Monographie de la wilaya de TEBESSA. *Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière*.
- ANME Reglementation Thermique Et Energetique Des Batiments Neufs En Tunisie. *Guide Pratique De Conception De Logements Économesen Énergies* Tunisie: Agence National de Maitrise d'énergie
- ANNUAIRE-MAIRIE. 2013. *Tébessa* [Online]. Available: <http://www.annuaire-mairie.fr/ville-tebessa.html> [Accessed 26/03/017].
- ARANTES, L., MARRY, S., BAVEREL, O. & QUENARD, D. 2016. Efficacité énergétique et formes urbaines : élaboration d'un outil d'optimisation morpho-énergétique. *Cybergeo : European Journal of Geography* [Online], Aménagement, Urbanisme, document 777. Available: <https://cybergeo.revues.org/27584> [Accessed 18/02/2017].
- ATEF, A., NOUREDDINE, Z. & SOUFIANE, F. 2015. PUCAL_mrt as a new model for estimating the mean radiant temperature in arid lands. *Energy Procedia* 74, pp: 273 – 280.

- ATHAMENA, K. 2012. *Modélisation et simulation des microclimats urbains : Etude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs. Cas des éco-quartiers*. Thèse de Doctorat, Ecole Centrale de Nantes (ECN).
- AULICIEMS, A. & SZOKOLAY, S. V. 2007. *THERMAL COMFORT* Passive and Low Energy Architecture International in association with Department of Architecture, The University of Queensland Brisbane.
- AYMEN, K. 2009. *Modélisation thermique des bâtiments: Évaluation des principaux critères architecturaux sur la qualité thermique des bâtiments*. Mémoire de Master Design Global Université Henri Poincaré, Nancy.
- BATAILLE, C. & BIRRAUX, C. 2009. La performance énergétique des bâtiments : comment moduler la règle pour mieux atteindre les objectifs ? . *Rapport*. OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES.
- BEGUIN, D. 2006. Guide l'éco construction Lorraine: l'Agence Regionale de l'Environnement en Lorraine, l'ADEME et l'Agence de l'eau Rhin-Meuse.
- BENESSAHRAOUI, E. H. & NDOUTOUM, J.-P. *EFFICACITE ENERGETIQUE DE LA CLIMATISATION EN REGION TROPICALE*, Canada, agence intergouvernementale de la francophonie, institue de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie IEPF, Ministère de la Région Wallonne.
- BERGHOUT, B., FORGUES, D. & MONFET, D. Simulation du confort thermique intérieur pour l'orientation d'un bâtiment collectif à Biskra, Algérie. Montréal, Québec: École de technologie supérieure.
- BEZZINA. 2011. *Wilaya de Tébessa, Algérie* [Online]. Available: <http://www.panoramio.com/photo/51542274> [Accessed 26/03/2017].
- BLIN, E. & EVEILLARD, P. 2007. Guide la thermique du bâtiment ISOVER SEQOI.
- BOURGOGNE, B. D. Données, Outils et Logiciels: Construction et Aménagement Durables (CAD). France: Bourgogne Bâtiment Durable, ADME, Union Européenne.
- CARTE-ALGÉRIE. 2017. *Carte interactif de Wilaya de Tebessa, Algérie* [Online]. Available: <http://www.carte-algerie.com/plan-3332-wilaya-de-t-bessa.html> [Accessed 24/03/2017].

- CATALINA, T., VIRGONE, J., ROUX, J.-J. & BLANCO, E. 2008. Effet de l'inertie thermique, de la surface vitrée et du coefficient de forme sur les besoins en chauffage d'une habitation Lyon, France: Congrès IBPSA.
- CERAV. 2009. *Nouvelles Du Monde De L'architecture De Pierre Sèche* [Online]. Available: https://www.pierreseche.com/nouvelles_du_monde_2009_1.htm [Accessed 07/02/2017].
- CHARBONNEAU, J.-Y. 2004. Le confort thermique à l'intérieur d'un établissement Québec: Direction des communications.
- DAOUD, Z. 2006. *IMPACT DES GAINS DE CHALEUR SUR LA MORPHOLOGIE DES BATIMENTS CAS DES CLIMATS CHAUDS ET ARIDES*. Mémoire de Magister, Université de Mentouri.
- DUPRE, M. & DELMAS, T. 2014. La Simulation Thermique Dynamique: Présentation de l'étude. *Techniques & Logiciels*. Dauchez Payer.
- DURABLE, G. B. *Guide Batiment Durable* [Online]. Bruxelles: Bruxelles Environnement Available: <http://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/determiner-si-le-niveau-de-confort-defini-peut-etre-realise-a-l-aide-du-free-cooling.html?IDC=7876> [Accessed 10/05/2017].
- EFA. 2017. *Etude Formation Application* [Online]. Belgique. Available: http://www.efa.be/logiciel_pr.php?pageNum_rec_st=4&totalRows_rec_st=15 [Accessed 22/03/2017].
- ELHADI, M. M. 2015. *L'impact de la morphologie des tissus urbains sur le confort thermique extérieur - Cas d'étude ville de Tolga -*. Mémoire de Magister, Université Mohamed Khider , Faculté des Sciences et de la technologie.
- ENERGYPLUS. 2016. *EnergyPlus* [Online]. U.S. Department of Energy's (DOE) Building Technologies Office (BTO), and managed by the National Renewable Energy Laboratory (NREL). Available: <https://energyplus.net/> [Accessed 21/03/2017].
- ERT2012. 2016. Available: <https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/> [Accessed 07/02/2017].
- EURÉVAL 2009. Enquête par questionnaire *Fiche technique*. Euréval.
- FAURE, D. 2006. Centre de Ressources enviroBOITE.

- FEZZIOUI, N., DRAOUI, B. & BENYAMINE, M. 2010. Influence des caractéristiques dynamiques de l’enveloppe d’un bâtiment sur le confort thermique au sud Algérien.
- FUCHS, F.-M. & RAYMOND, B. 2010. Techniques de construction Échanges thermiques d’une paroi (1/2). www.editionsdumoniteur.com.
- GAUTHIER, N. 2014. *Annexe à la synthèse de PPE: ANALYSES MORPHOLOGIQUES DE FORMES URBAINES ET ETUDE DE L’IMPACT DES FORMES URBAINES SUR LES GAINS ENERGETIQUES SOLAIRES* Institut européen de recherche sur l’énergie, EIFER et INSA
- GOOGLE-MAPS. 2017. *Wilaya de Tébessa, Algérie* [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Wilaya+de+T%C3%A9bessa,+Alg%C3%A9rie/@34.949474,6.4879899,7.75z/data=!4m5!3m4!1s0x12f9d4c63f0accbf:0xfe34c760d392e5e6!8m2!3d35.1290691!4d7.9592863!6m1!1e1?hl=fr-FR> [Accessed 24/03/2017].
- GRATIA, E. 2000. *LAUCE 1901* [Online]. Available: <http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/transfert%20de%20chaleur/3.7.3.htm> [Accessed 26/02/2017 2017].
- GRATIA, E. & HERDE, A. D. 2006. *Thermique des immeubles de bureaux* Presses univ. De Louvain.
- GRATIA, E. & HERDE, A. D. 2006. *Thermique des immeubles de bureaux* Presses univ. De Louvain.
- GUAY, M. L. CONFORT THERMIQUE DANS LES LIEUX DE VIE EFB.
- HAUGLUSTAINE, J.-M. & SIMON, F. 2007. LA CONCEPTION GLOBALE DE L’ENVELOPPE ET L’ÉNERGIE. *Guide pratique pour les architectes* Wallonne.
- HUBER, E. 2006. *Architecture Solaire* Ollon.
- IZARD, J.-L. 2006. *Le coefficient de forme* Marseille, EnviroBAT-Méditerranée
- IZARD, J.-L. & VLEMINCX, D. 2006. *Les indicateurs de l’architecture bioclimatique* Marseille, EnviroBAT-Méditerranée
- JANNOT, Y. 2012. TRANSFERTS THERMIQUES. *COURS*. Nancy: Ecole des Mines, EDIVIVRE
- JEDID, M. & BENJEDDOU, O. 2016. *LA THERMIQUE DU BATIMENT : Du confort thermique au choix des équipements de chauffage et de climatisation* Paris De Savoirs.

- KHALISSA, H. CONFORT THERMIQUE. *Cours*. Biskra: Université de Biskra, Faculté des science et de la technologie.
- LAMY, H., BAUR, R., BEUHORRY, R., BUSH, D., CLEMENT, J.-P., DANIELI, A., DEBIEZ, Y., DUTOO, G., NORDE, P. & TRÖSCHER, G. 2012. La protection solaire dans les bâtiments à basse consommation. COMITE TECHNIQUE D'ES-SO, European Solar - Shading Organization Energy Saving & confort, Fédération Française du Batiment Fermeture Et Store
- LAROUSSE. *Dictionnaire de français* [Online]. Available: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/simulation/72824> [Accessed 20/03/2017].
- LIEBARD, A. & HERBE, A. D. 2005. *Traite D'architecture Et D'urbanisme Bioclimatiques*, Paris, Moniteur, Observ'ER, Architecture & climat.
- M'HAND, D. 2016. *Confort thermique dans les constructions en béton préfabriqué : cas de la faculté des sciences médicales de l'université de Tizi-Ouzou*. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté du génie de la construction.
- M'SELLEM, H. & ALKAMA, D. 2009. Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique - Cas des lieux de travail dans les milieux arides à climat chaud et sec. *Revue des Energies Renouvelables Vol. 12 N°3* 471 – 488.
- MAZOUZ, S. L'analyse typo morphologique. *Cours de design urbain*.
- MAZOUZ, S. 2012 Confort thermique et construction en climat chaud. *Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture* Laboratoire de Conception et de Modélisation des Formes architecturales et Urbaines : LaCoMoFA.
- MÉGANE, L. 2013 *DENSITE ET FORMES URBAINES: Vers une meilleure qualité de vie* Mémoire de Master université Paris Ouest Nanterre la défense.
- MER, M. D. L. E. D. L. É. E. D. L. France: Ministère De L'environnement De L'énergie Et De La Mer Available: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-impacts-lies-a-la-production-d.html> [Accessed 17/01/2017].
- METEOBLUE. 2007. *Climat Tébessa* [Online]. Available: https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/t%C3%A9bessa_alg%C3%A9rie_2477461 [Accessed 19/04/2017].

- MISEN. 2016. *photovoltaïque.ma* [Online]. Moroccan Institute for Solar Energy. Available: <http://photovoltaïque.ma/trnsys-logiciel-de-simulation-des-systemes-solaires-thermiques-et-photovoltaïque/> [Accessed 21/03/2017].
- MOHAMMED, M. 2012. *Etude et l'évaluation du confort thermique des bâtiment à caractère public : cas du département d'Architecture de Tamda (Tizi-Ouzou)*. Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri, Faculté du Génie de la Construction
- MOKHTARI, A., BRAHIMI, K. & BENZIADA, R. 2008. Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar. *Revue des Energies Renouvelables Vol. 11 N°2*, 307 – 315.
- MOREL, N. & GNANSOUNO, E. 2007. ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT. LAUSANNE: ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE.
- MULÉ, M. 2011. *Ventilation naturelle dans l'habitat*. École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon
- NAIM, B. M. 2012. *L'impact des matériaux sur le confort thermique, dans les zones semi-arides CAS D'ETUDE : LA VILLE DE DJELFA* Mémoire de Magister, Ecole polytechnique d'architecture et urbanisme.
- NOËL, J., ROUX, J.-J., KEILHOLZ, W. & BRADLEY, D. Liens entre les logiciels SimCAD, TRNSYS et CODYBA.
- OLGAY, V. 1962. *Design With Climate: Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism*, PRINCETON UNIVERSITY PRESS, PRINCETON, NEW JERSEY.
- OUSSAMA, G. *Approches multicritères en conception bioclimatique et optimisation par le biais d'un langage architecturale* Mémoire de Magister, Université de Mohamed Khider.
- PAULE, B. 1995. TRANSPORT DE CHALEUR : Conduction-Convection-Rayonnement. EPFL.
- PENU, G. 2015. La thermique du bâtiment *Cahier technique DE SAVOIRS*, Dunod.
- PERROT, O. 2011. RAYONNEMENT *COURS*. I.U.T. de Saint-Omer Dunkerque: Département Génie Thermique et énergie.
- PIC-ENERGIE. *Diagnostic thermique* [Online]. Available:

<http://ekidina.org/scopekidina/index.php/diagnostic-thermique> [Accessed 21/03/2017].

- PINTEREST. 2016. Available:
<https://www.pinterest.com/pin/372180356682220020/visual-search/?x=94&y=65&w=376&h=260>
[Accessed 22/03/2017].
- REVERSO, D. 2016. *Définition de la compacité* [Online]. Available:
<http://dictionnaire.reverso.net/francaisdefinition/compacit%C3%A9> [Accessed 01/03/ 2017].
- ROCHE, J.-P. *Simulation thermique dynamique, les avantages et limites* [Online]. Available:
http://conseils.xpair.com/actualite_experts/simulation-thermique-dynamique.htm [Accessed 20/03/2017].
- SAME News Ensemble pour RT2012 Agence SAME. www.samse.fr.
- SAMIA, L. *Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments éducatifs, cas des infrastructures d'enseignement supérieur en régions arides*. Mémoire de Magister, Université de Mohamed Khider
- SAMIRA, B. N. L. 2005. *Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine* Mémoire de Magister, Université de Mentouri.
- SCIENCE, C. 2013 Available:
<https://couleur-science.eu/?d=2013/07/04/18/15/21-difference-entre-chaleur-et-temperature> [Accessed 19/02/2017 2017].
- SMIR, F. 2008. *Simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie* Thèse de Doctorat, Université de Mentouri.
- SZOKOLAY, S. V. 2004. *Introduction to ARCHITECTURAL SCIENCE, the basis of sustainable design*, Architectural Press et Elsevier Science.
- TAHAR, B. 2009. *La terre un matériau de construction, une alternative pour une solution durable*. Mémoire de Magister, Université Mentouri, Faculté Des Sciences De La Terre.
- UNESCO 1986. *L'architecture vernaculaire et sa conservation* centre de documentation Unesco-icomos.

- VERMEULEN, T. 2014. Optimisation de formes urbaines soumises au rayonnement solaire. Construction durable. Compiègne: Université de Technologie de Compiègne.
- WEB, L. D. 2009. *les formes régulières* [Online]. Available: <http://lab.phys.free.fr/site/laboratoire/articles.php?lng=fr&pg=147> [Accessed 09/03/ 2017].
- WEBER, W. 1991. *Soleil et architecture: Guide pratique pour le projet* Berne, Office fédéral des questions conjoncturelles, Programme d'action PACER – Energies renouvelables.

Résumé

Une consommation énergétique évolutive face à d'une dégradation dans le système environnemental c'est la problématique mondiale d'actualité. Cela est dû principalement pour répondre aux besoins croissants et exigences du confort de l'être humain.

Le confort thermique est parmi les besoins essentiels pour les occupants de n'importe construction et l'habitation en particulier. Malgré ça le secteur résidentiel en Algérie souffre de problème d'inconfortable (chaud en été et froid en hiver), ce qui implique une forte consommation de l'énergie pour le chauffage et la climatisation, qui est estimé de plus de 42% de la consommation finale. (Le ministère d'énergie en Algérie)

La présente recherche vise à évaluer l'impact de l'enveloppe d'un bâtiment sur le confort thermique de ses usagers, en testant l'effet de la position du bâtiment et de l'orientation. Où l'étude est basée sur la méthode expérimentale l'aide d'outil de simulation thermique *Ecotect Analysis 2011*.

L'analyse de résultat est relevée que l'enveloppe de bâtiment à une influence sur le confort thermique, ce qui nous permet de définir les caractéristiques de l'enveloppe adéquates pour l'obtention du confort thermique avec le moins d'énergie.

Mots clés : consommation énergétique, confort thermique, l'enveloppe, habitation, orientation, position du bâtiment, *ECOTECT ANALYSIS, 2011*.

المخلص

إن الاستهلاك المتزايد للطاقة الذي يقابله تدهور في النظام البيئي يعتبر قضية العالم الحالية، ويرجع ذلك أساسا تلبية للحاجيات المتزايدة ومتطلبات الراحة للإنسان.

تعتبر الراحة أو الرفاهية الحرارية من بين الحاجيات الضرورية لمستعملي أي بناية أو منشأة عمرانية بصفة عامة و المسكن بصفة خاصة، رغم ذلك يعاني قطاع السكن في الجزائر من مشكلة اللاراحة (حار صيفا و بارد شتاء)، حيث أن هذا الأخير يفرض استهلاك كبير للطاقة من أجل التدفئة أو تكييف الهواء، فقدّر هذا الاستهلاك بأكثر من 42% من الاستهلاك النهائي. (وزارة الطاقة بالجزائر)

الدراسة الحالية تهدف إلى تقييم التأثير المترتب عن الغلاف الخارجي للبناء على الراحة الحرارية للمستخدمين هذا المجال، عن طريق اختبار تأثير موقع البناية وتوجيهها، أين اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي باستخدام وسيلة المحاكاة الحرارية عن طريق برنامج *EcotectAnalysis, 2011*

تحليل النتائج قادنا الى أن الغلاف الخارجي للبناء له تأثير على الراحة الحرارية، الذي مكنا من معرفة وتحديد خصائص الغلاف الخارجي المناسبة لتحصل على الرفاهية الحرارية بأقل استهلاك طاقي.

الكلمات المفتاحية: استهلاك الطاقة، الراحة الحرارية، الغلاف الخارجي، المسكن، التوجيه، موقع البناية، *EcotectAnalysis, 2011*.