II.1. INTRODUCTION :

La thermodynamique permet de prévoir la quantité totale d'énergie qu'un système doit échanger avec l'extérieur pour passer d'un état d'équilibre à un autre.

La thermique (ou thermocinétique) se propose de décrire quantitativement (dans l'espace et dans le temps).l'évolution des grandeurs caractéristiques du système, en particulier la température, entre l'état d'équilibre initial et l'état d'équilibre final.

Les deux notions fondamentales en transferts thermiques sont la température et la chaleur.
La température caractérise l'état d'un corps ; la chaleur exprime un échange d'énergie. Lorsque deux points dans l'espace sont à des températures différentes, il y a systématiquement transfert de chaleur toujours du corps « chaud » vers le corps « froid »[28].

II.2. TRANSFERT THERMIQUE :

Un transfert thermique, appelé plus communément chaleur, est un transfert d'énergie microscopique désordonnée. Cela correspond en réalité à un transfert d'agitation thermique entre particules, au gré des chocs aléatoires qui se produisent à l'échelle microscopique [29 ,30].

L'étude de ces transferts s'effectue dans le cadre de la discipline thermodynamique en s'appuyant sur ces trois modes.

II.3. MODES DE TRANSFERT DE CHALEUR :

II.3.1. La conduction :

Le phénomène de conduction pure se rencontre essentiellement dans les solides ou les fluides fixes, la propagation de la chaleur à travers un ou plusieurs éléments en contact direct. Le sens du flux thermique va toujours de l'élément le plus chaud vers l'élément le plus froid. La quantité de chaleur qui se propage dans un corps, dans un temps donné, est proportionnelle à la conductivité thermique du matériau et à la différence de température entre les deux faces.

II.3.2. La Convection :

La convection est le transfert de la chaleur d'un corps solide vers un corps gazeux et inversement. La quantité de chaleur transmise dépend de la différence de température entre

les éléments de la vitesse de l'air et de la surface de contact. Par exemple, une paroi exposée à un vent froid et puissant se refroidira très rapidement [28,31,32].

II.3.3. Le rayonnement ;

C'est l'échange de chaleur entre deux parois séparées par un milieu transparent ou semi-transparent. Les matériaux ont la propriété d'absorber ou d'émettre des photons (ou des quantités d'énergie).

Dans la transmission de chaleur par rayonnement, le transfert thermique s'effectue par des vibrations électromagnétiques entre deux surfaces (même dans le vide). Sans aucun contact entre eux, par le déplacement d'ondes dans l'espace [28,31,32].

Exemple :

L'enveloppe thermique d'un bâtiment est l'enveloppe qui sépare le volume chauffé de l'environnement extérieur. C'est au travers de cette enveloppe que passe la chaleur.

- **Conduction** : le mur chauffe par conduction et perd de la chaleur vers l'extérieur.
- **Convection** : le vent accélère l'échange thermique en local sur le mur par convection.
- **Rayonnement** : le Soleil chauffe le mur par rayonnement.

Le Soleil réchauffe le toit par rayonnement.

- Conduction : la chaleur du soleil est transmise à travers le toit au reste de la structure du bâtiment.
- Convection : le vent refroidit le toit avec un vent frais.

Le Soleil, le vent et la vitre elle-même participent aux échanges de chaleur.

- Convection : le vent refroidi la vitre par convection.
- Rayonnement : le Soleil chauffe l'intérieur de la pièce à travers la surface transparente. L'intérieur de la pièce lui-même perd une partie de son énergie par rayonnement vers l'extérieur.

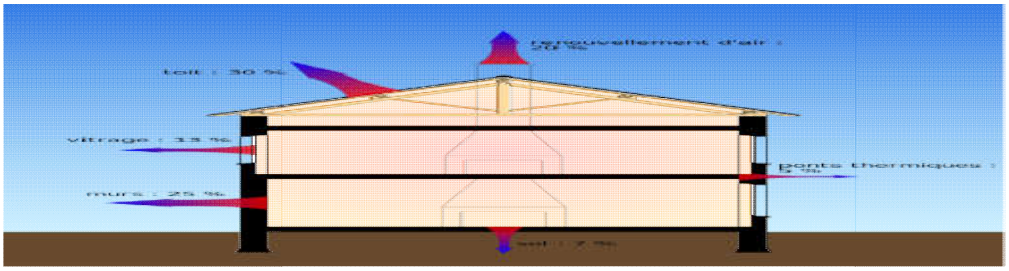

Figure II.1 : Déperditions thermique d'unbâtiment[17].

II.4. QUELQUES DEFINITIONS THERMIQUES :

Flux thermiques :

Le flux thermique est la quantité d'énergie thermique qui traverse une surface isotherme par unité de temps. Le flux s'exprime en watt (W) ou en calorie par seconde ($cal.s^{-1}$) [33] .

$$\varphi = \frac{\partial Q}{dt}$$

Densité de flux thermique :

La densité de flux thermique (ou flux thermique surfacique), c'est le flux thermique par unité de surface. La densité de flux thermique s'exprime en watt par mètre carré ($W.m^{-2}$) [29].

$$\Phi = -\lambda \frac{dT}{dx}$$

Si la densité de flux est uniforme sur la surface considérée :

$$\Phi = \frac{\varphi}{S}$$

Conductivité thermique(λ) :

C'est la propriété des corps de transmettre la chaleur par conduction. Chaque matériau possède une conductivité thermique propre. Pour classer les matériaux selon ce critère, on utilise le coefficient lambda (λ).Il s'exprime en watts par mètre degré kelvin (W/m. °K) ou parfois en (W/m. °C) et représente la quantité de chaleur traversant un mètre carré de matériau d'une épaisseur d'un mètre, C'est une caractéristique constante et propre à chaque matériau. Plus la valeur de ce coefficient est faible, plus le matériau est isolant [25].

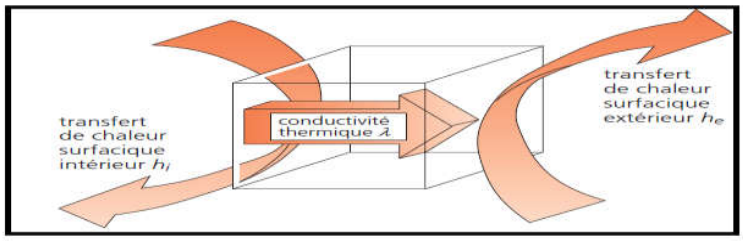

Figure II.2 : Représentation de flux thermique. [18]

Matériaux	Conductivité λ (W/m.°K)	Matériaux	Conductivité λ (W/m.°K)
Ciment portland	0,29	Parpaing béton	1,05
Béton	1,7	Mortier béton	1.50
Air	0,025	Brique creuse	0,45

Bois	0,04 - 0,4	Pierre granit	3.50
Alcool, huile	0,1 - 0,21	Brique à alvéoles	0,149
Sol	1,5	Béton cellulaire	0,13
Caoutchouc	0,16	Béton de fibre de bois	0.10 - 0.15
Eau	0,6	Polystyrène expansé	0,039
Brique pleine	1,16	Polystyrène extrude	0.031
Liège	0,046	Laine de verre	0.035
Liège expansé	0.032 - 0.045	Laine de roche	0.040
Verre cellulaire	0.050 - 0.63	Laine de cellulose	0.035 - 0.040
Granulat de verre	0.06 - 0.11	Vermiculite	0,060 - 0,080
Fer	72	Cuivre	380

Tableau (II.1) : Conductivité thermique de quelques matériaux [13, 15, 33,34]

La résistance thermique d'un matériau caractérise sa capacité à ralentir le transfert de chaleur réalisé par conduction. C'est le rapport entre l'épaisseur du matériau et le coefficient de conductivité thermique.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Plus le R est élevé, plus le matériau ou la paroi est isolante.

Elle s'exprime en (m^2.°K) / W [36,37].

Diffusivité thermique :

La diffusivité thermique représente la vitesse de pénétration et l'atténuation d'une onde thermique dans un milieu. Plus la diffusivité thermique est petite, plus grande sera la capacité thermique et meilleur sera le confort d'été. La diffusivité thermique est une propriété dynamique du matériau car elle intervient dans les transferts en régime transitoire de température.

Elle s'exprime en ($m^2 \cdot s^{-1}$) [32, 38].

$$D = \frac{\lambda}{\rho.cp}$$

.Effusivité thermique(E) :

L'effusivité thermique d'un matériau caractérise sa capacité à échanger de l'énergie thermique avec son environnement. Elle indique la capacité des matériaux à absorber (ou restituer) plus

ou moins rapidement un apport de chaleur. L'effusivité caractérise la sensation de «chaud» ou de «froid» que donne un matériau [36]. Elle est donnée par :

$$E = \sqrt{\lambda.\rho c_p}$$

où

λ : est la conductivité thermique du matériau (en [$W \cdot m^{-1} \cdot °K^{-1}$])

ρ : la masse volumique du matériau (en [$kg.m^{-3}$])

c : la capacité thermique massique du matériau (en [$J.kg^{-1}.°K^{-1}$])

Elle s'exprime donc en $J.°K^{-1}.m^{-2}.s^{-1/2}$.

L'inertie thermique :

L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à stocker l'énergie, traduite par sa capacité thermique. Plus l'inertie est élevée et plus le matériau restitue des quantités importantes de chaleur (ou de fraîcheur). Elle est utilisée en construction pour atténuer les variations de températures extérieure, et permet de limiter un refroidissement ou une surchauffe trop importante à l'intérieur [39].

Deux types d'inertie existent, une inertie par absorption et une autre par transmission. Celle d'absorption augmente avec l'épaisseur et avec l'effusivité de la paroi. Celle de transmission augmente avec l'épaisseur et diminue avec la diffusivité de la paroi [39].

Le coefficient de transmission calorifique (U) :

Le coefficient de transmission calorifique U caractérise les déperditions thermiques d'un matériau ou d'une paroi. C'est l'inverse de la résistance thermique (R). Plus U est faible et plus la paroi est isolante. Il est exprimé en watt par mètre carré degré ($W.m^{-2}.°C^{-1}$ ou Kelvin $W.m^{-2}.K^{-1}$ [37].

$$U = \frac{1}{R}$$

Capacité thermique massique (Chaleur spécifique et chaleur massique)(C_P) :

On appelle capacité thermique massique la quantité de chaleur qu'il faut appliquer à 1kg de matière pour élever sa température de1°K. Elle s'exprime en ($J.kg^{-1}. °K^{-1}$) ou ($cal.kg^{-1}.°K^{-1}$) [36].

Capacité thermique (C) :

La capacité thermique est l'énergie qu'il faut apporter à un corps pour augmenter sa température de un kelvin (1°K). Elle s'exprime en (J/°K). C'est une grandeur extensive : plus la quantité de matière est importante, plus la capacité thermique est grande [33,36].

$$C = c_p \times m$$

Où : C : est la capacité thermique ;

$\mathbf{C_p}$: est la chaleur spécifique ;

m : est la masse.

Chaleur latente :

Chaleur latente de changement d'état est la chaleur absorbée par le corps (matériau) sans changement de température qu'il faut fournir à l'unité de masse pour changer sa phase d'un état à un autre aux conditions d'équilibre à la température considérée. Elle s'exprime en J/Kg ou cal/g. ainsi il existe des chaleurs latentes de sublimation, de fusion et de vaporisation [36].

$$L = \frac{\Delta Q}{m}$$

Ou : ΔQ : est l'énergie (Joules ou calories)

m : est la masse (Kg)

Loi de Fourier :

La conduction thermique est un transfert thermique spontané d'une région de température élevée vers une région de température plus basse, et obéit à la loi dite de Fourier établie mathématiquement par Jean-Baptiste Biot en 1804 puis expérimentalement par Fourier en 1822. La densité de flux de chaleur est proportionnelle au gradient de température. (La loi de Fourier est une loi semi-empirique) [33].

$$\overrightarrow{\varphi} = -\lambda \overrightarrow{\text{grad}}(T)$$

Équation de la chaleur :

Un bilan d'énergie et l'expression de la loi de Fourier conduit à l'équation générale de conduction de la chaleur dans un corps homogène[33] :

$$\lambda \nabla T + P_i = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

Où :

Λ : est la conductivité thermique du matériau en $W.m^{-1}.°K^{-1}$.

∇T : désigne le Laplacien de la température.

P_i : est l'énergie produite au sein même du matériau en $W.m^{-3}$. Elle est souvent nul (cas des dépôts de chaleur en surface de murs, par exemple).

P : est la masse volumique du matériau en $kg.m^{-3}$.

c_p : est la chaleur spécifique massique du matériau en $J.kg^{-1}.°K^{-1}$.

Sous forme unidimensionnelle et dans le cas où P est nul, on obtient :

$$\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \rho\, c_p \frac{dT}{dt}$$

II.5. TRANSFERT DE CHALEUR A TRAVERS D'UN MUR :

Transfert de chaleur à travers une paroi opaque :

Les interactions continuelles des facteurs climatiques sur l'enveloppe des bâtiments impliquent des transferts d'énergie à travers ses parois (murs ou toiture) (figure II.3). Ces transferts sont des processus qui se produisent simultanément dans les deux directions. C'est le cas des murs réels constitués de plusieurs couches de matériaux différents et où on ne connaît que les températures T_{f1} et T_{f2} des fluides en contact avec les deux faces du mur de surface latérale S [33] :

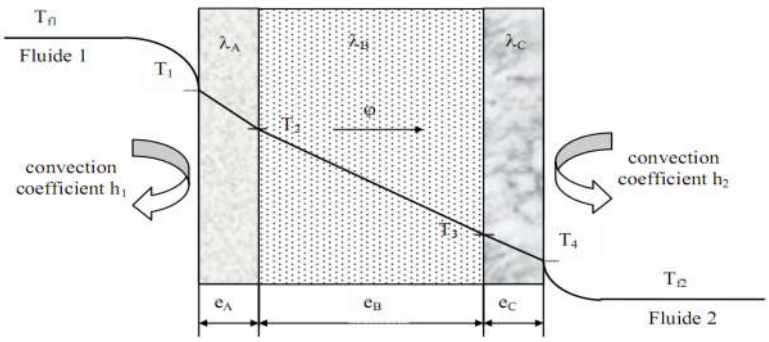

Figure II.3 : Transfert de chaleur à travers une parois opaque[33].

En régime permanent, le flux de chaleur se conserve lors de la traversée du mur car et s'écrit :

$$\varphi = h_1 S\left(T_{f1} - T_1\right) = \frac{\lambda_A S\left(T_1 - T_2\right)}{e_A} = \frac{\lambda_B S\left(T_2 - T_3\right)}{e_B} = \frac{\lambda_C S\left(T_3 - T_4\right)}{e_C} = h_2 S\left(T_4 - T_{f2}\right)$$

D'où

$$\text{Fluide 1 : } \left(T_{f1} - T_1\right) = \frac{\varphi}{h_1 S} = R_{thf1}.\varphi$$

$$\text{Couche 1 : } \left(T_1 - T_2\right) = \frac{e_A}{\lambda_A S}\varphi = R_{th1}.\varphi$$

$$\text{Couche 2 : } \left(T_2 - T_3\right) = \frac{e_B}{\lambda_B S}\varphi = R_{th2}.\varphi$$

$$\text{Couche 3 : } \left(T_3 - T_4\right) = \frac{e_C}{\lambda_C S}\varphi = R_{th3}.\varphi$$

$$\text{Fluide 2 : } \left(T_4 - T_{f2}\right) = \frac{\varphi}{h_2 S} = R_{thf2}.\varphi$$

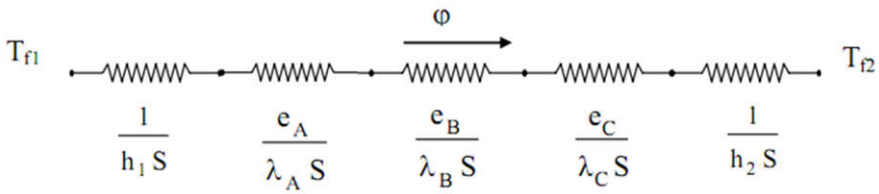

Figure II.4 : Schémas analogue électrique d'une paroi opaque.

T_{f1}, T_{f2} : Température de fluide (ambiance).

h_1, h_2 : Coefficient de transfert de chaleur par convection.

Le flux de chaleur devient :

$$\varphi = \frac{T_{f1} - T_{f2}}{\frac{1}{h_1 S} + \frac{e_A}{\lambda_A S} + \frac{e_B}{\lambda_B S} + \frac{e_C}{\lambda_C S} + \frac{1}{h_2 S}}$$

Transfert de chaleurà travers d'un mur composite :

C'est le cas le plus couramment rencontré dans la réalité où les parois ne sont pas isotropes [32]. Considérons à titre d'exemple un mur de largeur L constitué d'agglomérés creux.

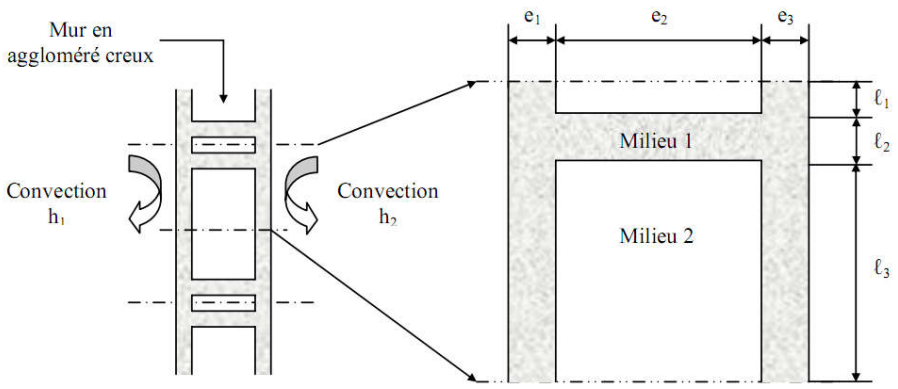

Figure II.4 : Schémas d'un mur composite

En supposant le transfert unidirectionnel et en tenant compte des axes de symétrie, on peut se ramener au calcul du flux à travers l'élément isolé sur la droite de la (figure II.5) et calculer la résistance thermique R équivalente d'une portion de mur de largeur L et de hauteur $\ell = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3$ en utilisant les lois d'association des résistances en série et en parallèle par la relation si après [29] :

Selon le schéma électrique équivalent suivant :

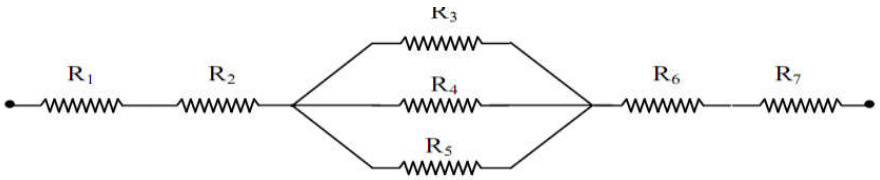

Figure II.5 : Schémas électrique d'un mur composite

$$R = R_1 + R_2 + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} + R_6 + R_7$$

Avec : $R_1 = \frac{1}{h_1 \ell L}$; $R_2 = \frac{e_1}{\lambda_1 \ell L}$; $R_3 = \frac{e_2}{\lambda_2 \ell_1 L}$;

$R_4 = \frac{e_2}{\lambda_1 \ell_2 L}$ $R_5 = \frac{e_2}{\lambda_2 \ell_3 L}$ $R_6 = \frac{e_3}{\lambda_1 \ell L}$ $R_7 = \frac{1}{h_2 \ell L}$

II.6. LE CLIMAT ET CONFORT THERMIQUE :

Introduction :

L'atmosphère environnante a des incidences à la fois physique et affectives sur l'homme, donc elle occupe une place centrale dans la conception des bâtiments. La mission principale

du constructeur est de créer un environnement intérieur et extérieur adapté à toutes activités humaines et ces besoins au confort.

En Algérie, un grand nombre de logements ne semblent pas répondre aux exigences du confort thermique et d'économie d'énergie. Cela s'explique par l'absence d'une réglementation spécifique d'une part, et d'autre par le manque de savoir-faire et une méconnaissance du sujet par les maîtres d'ouvrage.

L'amélioration des techniques au niveau des matériaux de construction et d'isolation permet aujourd'hui de réaliser des bâtiments qui rassemblent à la fois les qualités esthétiques et thermiques tout en offrant un cadre de vie plus confortable en étant consommateur de très peu d'énergie[40].

Construire une maison à très basse consommation d'énergie reste un enjeu prioritaire pour les propriétaires. La conception bioclimatique des bâtiments permet de réaliser des constructions intégrées à leur environnement et optimales pour les besoins énergétiques [55].Cette étude traitera le confort thermique et les interactions des conditions climatiques sur l'habitat dans la zone d'étude.

Approche climatique :

Le climat :

Le climat est l'ensemble des circonstances atmosphériques propres à une région du globe. Il exprime les conditions régnantes, et se détermine par différents éléments, leurs combinaisons et leurs interactions.

Les éléments du climat :

- **Le rayonnement solaire**

Il peut être direct ou indirect (diffusé ou réfléchi). Il affecte le bâtiment soit directement en pénétrant à l'intérieur par les ouvertures et réchauffant les pièces ; soit indirectement en étant absorbé par les parois extérieurs du bâtiment qui diffusent une partie de la chaleur à l'intérieur[41].

- **La température :**

La température de l'air est liée à l'ensoleillement, l'altitude et latitude. La température varie fortement entre les zones exposées ou à l'ombre, le jour et la nuit, le type de sol, le vent …etc. La température de l'air intervient sur l'évaporation, le rayonnement et le mouvement des

masses d'air. La capacité de réchauffement et de refroidissement de la surface de la terre est un facteur important déterminant la température de l'air [41].

- **L'humidité :**

L'atmosphère contient une certaine quantité de vapeur d'eau qui provient de l'évaporation des surfaces et de la transpiration des plantes. La quantité d'eau que l'air peut contenir est fonction de la température .Le degré d'humidité a son influence dans le choix et la durée de vie des matériaux.

- **Les précipitations :**

Une masse d'air suffisamment humide dépassera, en se refroidissant, la quantité d'eau qu'elle peut contenir, et cet excédent condense en brouillard, pluie …etc. La fréquence et la quantité de précipitations sont deux données importantes pour l'habitat et le choix des matériaux [41].

- **Les vents :**

Les vents sont des courants crées par la différence entre zone de haute et de basse pression. Les vents peuvent aussi être générés par la différence de température entre deux surfaces (terre-eau) [41].

II.6.3.Définition du confort :

Le confort est une notion globale : chaleur et froid, lumière, bruit, paysage, eau, verdure, prestige et autre ; sont autant d'éléments définissant plusieurs paramètres climatiques, esthétiques, psychologiques du confort. Le confort est également la sensation subjective qui n'existe pas en lui-même [42].

Confort thermique dans l'habitat :

L'un des rôles de l'habitat est de minimiser ces échanges, c'est-à-dire de protéger le corps humain contre les agressions du climat. Pour cela, le corps humain dispose d'un système de thermorégulation qui lui permet de régler les échanges de chaleur avec son environnement. La notion du confort thermique dans un bâtiment est reliée non seulement à la qualité des ambiances intérieures, mais aussi à la quantité d'énergie à fournir par les équipements. Dans les milieux bâtis, le confort thermique constitue une exigence essentielle à laquelle le concepteur doit apporter les réponses nécessaires.

Le choix des caractéristiques thermiques de la construction et de ses équipements a pour but de réaliser, hiver et été, le confort thermique de l'occupant. Ce confort est défini par un certain nombre d'exigences. L'énoncé des exigences devrait être fait sous forme de

combinaisons de valeurs de tous les facteurs qui caractérisent l'ambiance : la température de l'air, les températures radiantes (température des parois d'enceinte), la vitesse de l'air, l'humidité de l'air et la température du sol [43].

Facteurs influant sur le confort thermique :

Il existe plusieurs facteurs variables qui interviennent dans la notion de confort. Il y a ceux qui sont relatifs à l'individu et d'autres qui sont relatifs à l'ambiance climatique environnementale.

Facteurs liés aux conditions climatiques :

- **La température de l'air :**

C'est le facteur le plus influent sur le confort humain. En effet, la température de l'air contrôle directement les échanges par convection qui est l'un des termes principaux du bilan thermique. La température de l'air extérieur présente une variation quotidienne, les températures maximales ont lieu en milieu d'après-midi et les températures minimales en fin de nuit.

- **L'humidité de l'air :**

L'humidité de l'air peut être exprimée comme la pression de vapeur d'eau, l'humidité de l'air à l'intérieur des bâtiments influence le corps humain de façon directe et indirecte, pouvant provoquer l'inconfort et la sensation de chaleur et de sécheresse des muqueuses des voies respiratoires.

L'humidité de l'air n'a pas un grand effet sur la sensation de confort thermique, si les températures d'air sont confortables ; elle n'a d'effet significatif que lorsqu'elle est extrêmement haute ou extrêmement basse. Il est admis des variations de l'humidité relative entre 19 à 65 % [40].

- **Le vent :**

La vitesse de l'air influence les échanges par convection et par évaporation. En effet, les échanges convectifs entre la surface extérieure des parois et l'air extérieur sont fonction de la vitesse de l'air au voisinage des parois. Le taux de renouvellement de l'air dans un local dépend lui aussi de la vitesse du vent en particulier quand une ventilation transversale est possible. Cependant, dans ce cas, les occupants tentent de régler les ouvertures de façon à éviter les courants d'air [40].

- **L'ensoleillement :**

La température de l'air extérieur atteint sa valeur maximale en milieu d'après-midi,entre la radiation désirée en hiver et la protection contre les apports solaires en été[40].

II.6.4.Facteurs liés au corps humain(figure II.12)

- le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C;
- l'habillement, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.

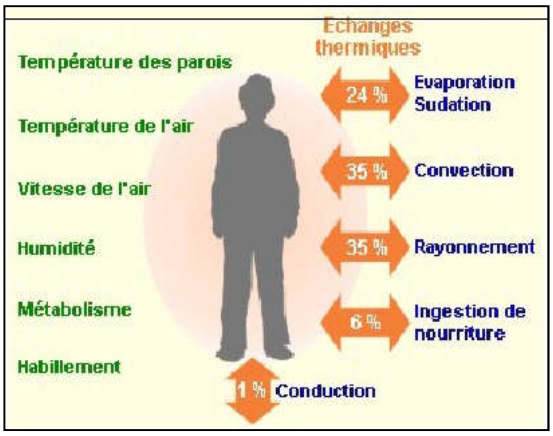

Figure II.6 : La diffusion de la chaleur entre l'individu et l'ambiance.

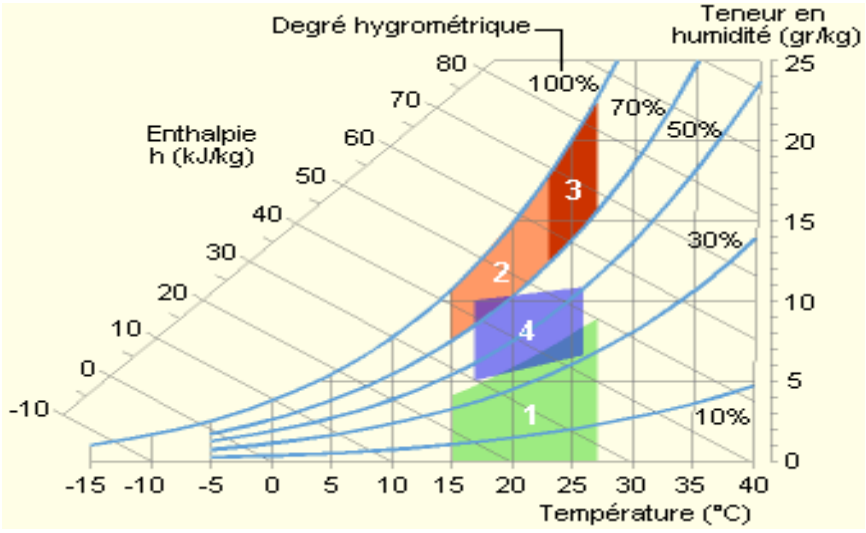

Figure II.7 : Plage de confort sur le diagramme de l'air humide [44].

- Zone 1 : à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
- Zone 2 et 3 : à éviter vis-à-vis du développement des bactéries et microchampignons.
- Zone 3 : à éviter vis-à-vis du développement des acariens.
- Zone 4 : « polygone de confort hygrothermique » [44].

II.6.5.Les stratégies du confort (figure II.8) :

L'habitat bioclimatique tire partie du climat afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort. Le confort d'hiver répond à la stratégie du chaud : capter du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment. Le confort d'été répond à la stratégie du froid : en minimisant les besoins de rafraichissement, en proposant des protections solaires adaptées aux différentes orientations, en évitant les risqué de surchauffe par une isolation appropriée ou par l'inertie du bâtiment, en dissipant l'air chaud et en le rafraichissant naturellement [37].

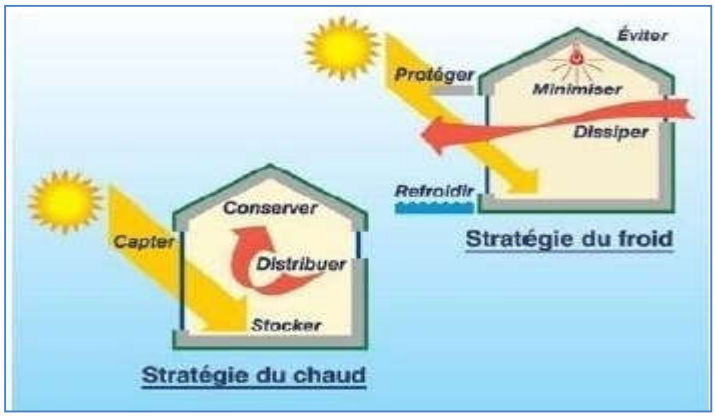

Figure II.8 : La stratégie du confort.

L'habitat bioclimatique s'accorde aux rythmes naturels en tirant le meilleur parti dela lumière naturelle (stratégie de l'éclairage naturel).

II.7. ANALYSE CLIMATIQUE DE LA VILLE D'OUARGLA :

II.7.1.Présentation de la ville :

La ville d'Ouargla est située au Sud-est de l'Algérie, à une distance de 800 km d'Alger. La wilaya d'Ouargla couvre une superficie de 211980 km^2. Elle se trouve dans le Nord-Est de la partie septentrional du Sahara (5° 19' longitude Est, 31°57' latitude Nord).Elle se trouve à une altitude de 157 m[49].

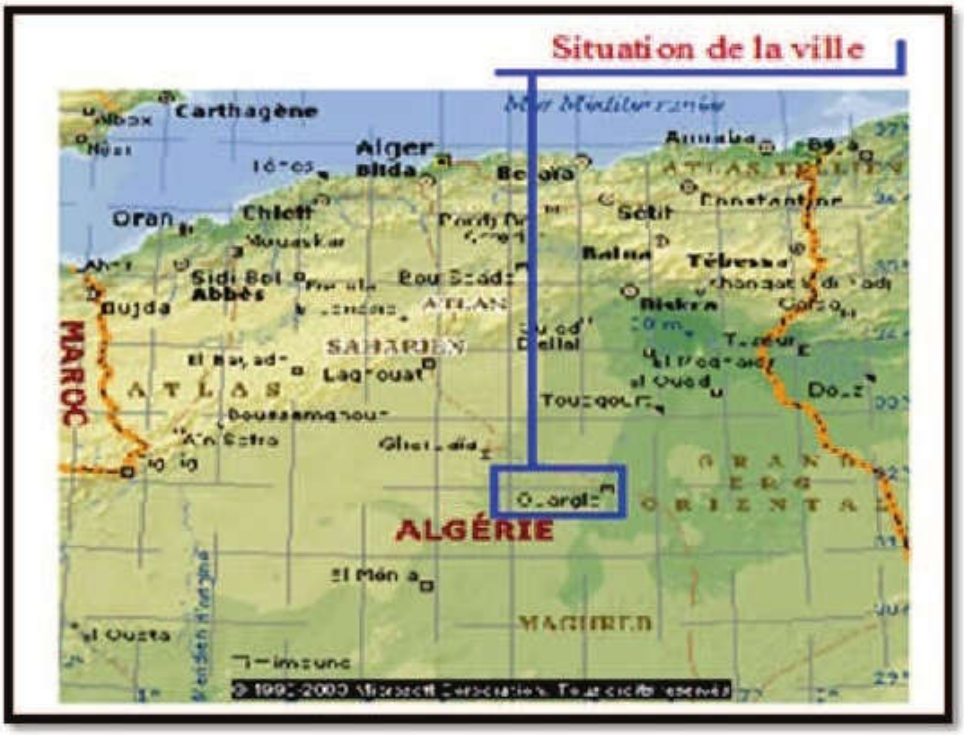

Figure II.9 : La Carte correspondante à la ville d'Ouargla

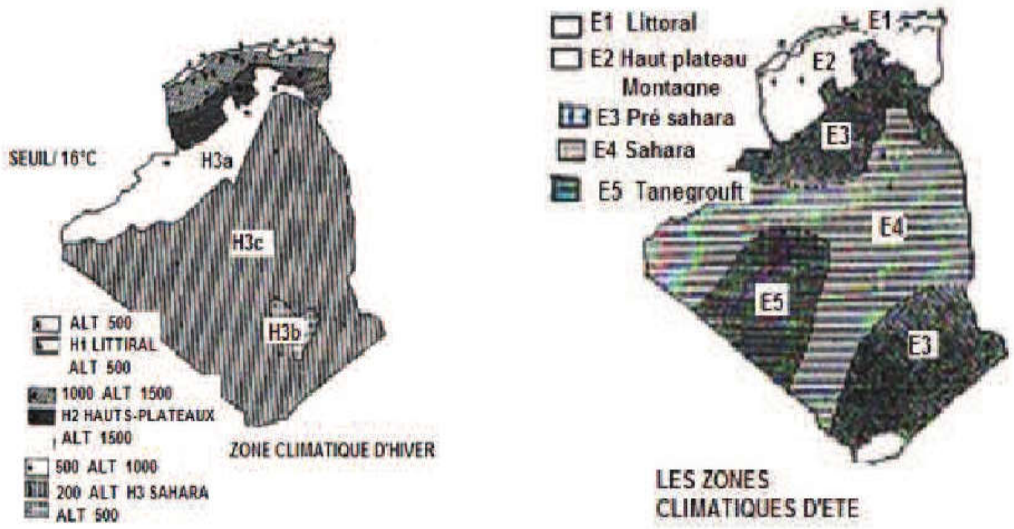

Figure II.10 : Les zones climatiques en Algérie

II.7.2.Classification climatique :

D'après la classification zonale dans la figure II.16 «la ville objet de l'étude est située dans la zone climatique d'hiver H3c et la zone climatique d'été E4» La situation d'Ouargla, dans une zone limitée au sud par le Sahara avec son climat aride et lui permet d'avoir des caractéristiques spécifiques.

- Un été plus chaud et sec, ou l'écart de température est important.
- Un hiver froid et sec, avec un écart de température important.

II.7.4. Interprétation des données climatiques :

La Température :

La chaleur constitue l'élément le plus important du climat, la région d'Ouargla est caractérisée par des températures très élevées; le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 43,65°C et la température moyenne minimale du mois le plus froid est de 15°C au mois de janvier. La température annuelle moyenne est 30.86°C.

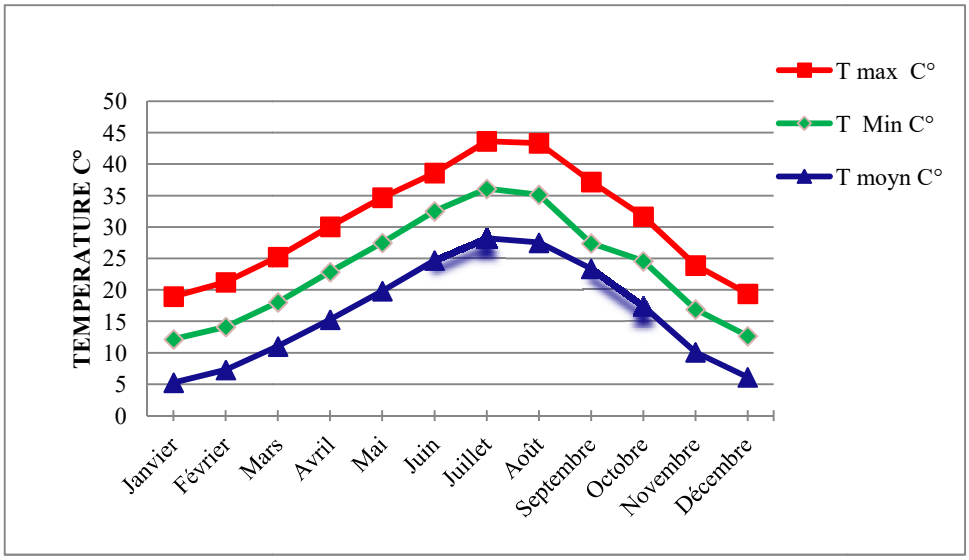

Figure II.11 : La Température mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2002-2011)[45]

L'humidité relative de l'air :

A Ouargla, l'humidité relative de l'air (H) est faible avec une moyenne annuelle de 42,03% (2002-2011), elle varie sensiblement en fonction des saisons de l'année. En effet pendant l'été, elle diminue jusqu'à 25.7% au mois de juillet, sous l'action d'une forte évaporation et des vents chauds. Elle s'élève en hiver et atteint une moyenne maximale de 60% au mois de décembre (figure II.12).

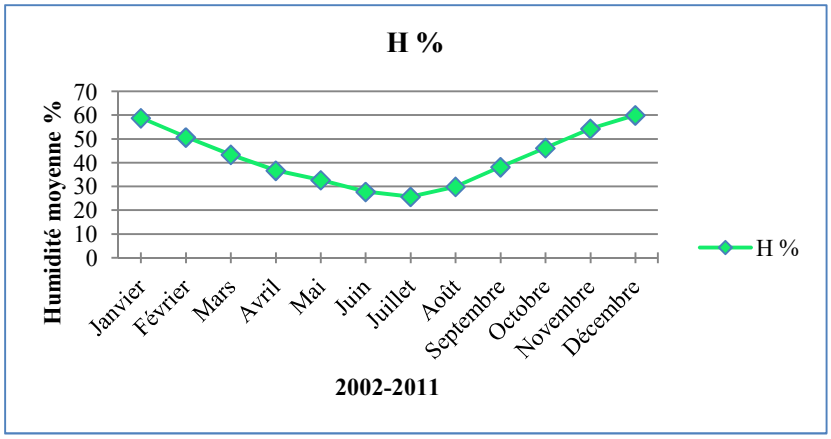

Figure II.12 :L'humidité mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2002-2011) [45].

L'évaporation :

Dans la région d'Ouargla comme partout en milieu aride, l'évaporation est toujours plus importante sur une surface nue que sous le couvert végétal surtout en été. Cela s'explique par les fortes températures et le fort pouvoir évaporant de l'air et des vents desséchants. Elle est d'une moyenne de l'ordre de 257.015 mm/an avec un minimum de 89.18 mm en janvier et un maximum de 405.1 mm en Août (figure II.19).

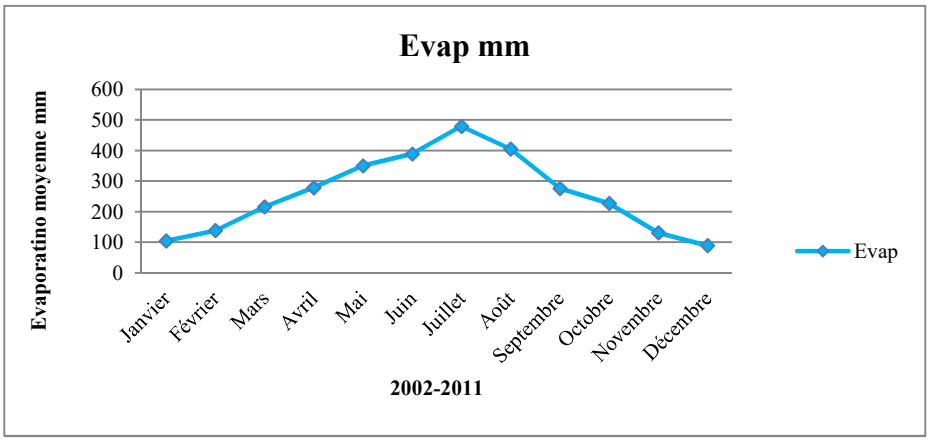

Figure II.13 :L'évaporation mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2002-2011) [45].

II.7.4.4. Les vents :

Le vent dans la région d'Ouargla souffle pendant toute l'année avec des vitesses variables Il souffle du Nord-Sud (sirocco) et dominent dans la région d'étude en été et peuvent causer des dégâts, surtout en absence de couvert végétal avec une vitesse maximale de4.85m/s. la vitesse moyenne annuelle des vents est de 3,65 m/s (figure II.20).

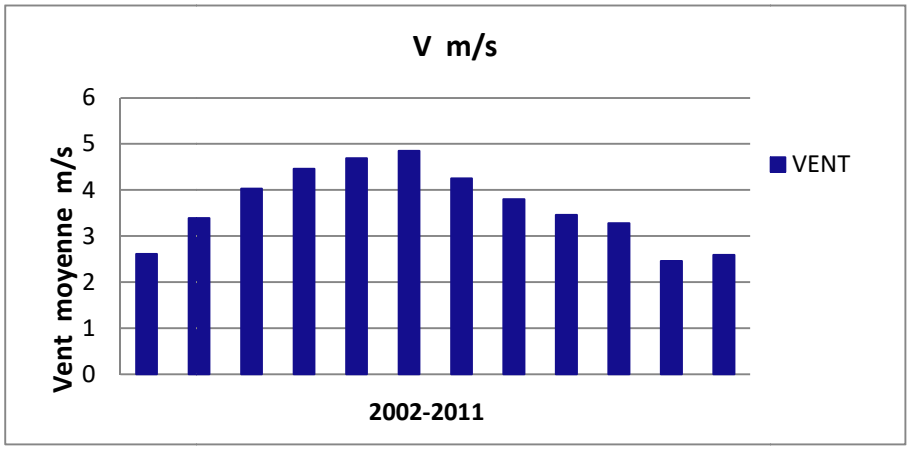

Figure II.14 : Le vent mensuel moyen de la région d'Ouargla (2002-2011) [45].

II.7.4.5.Précipitations

La répartition annuelle des précipitations est marquée par une importante période des sécheresses (quatre mois : mai, juin, juillet et août) où les précipitations sont très faibles et, si elles existent, tombent sous forme d'orages. Le reste paraît plus humide (figure II.15).

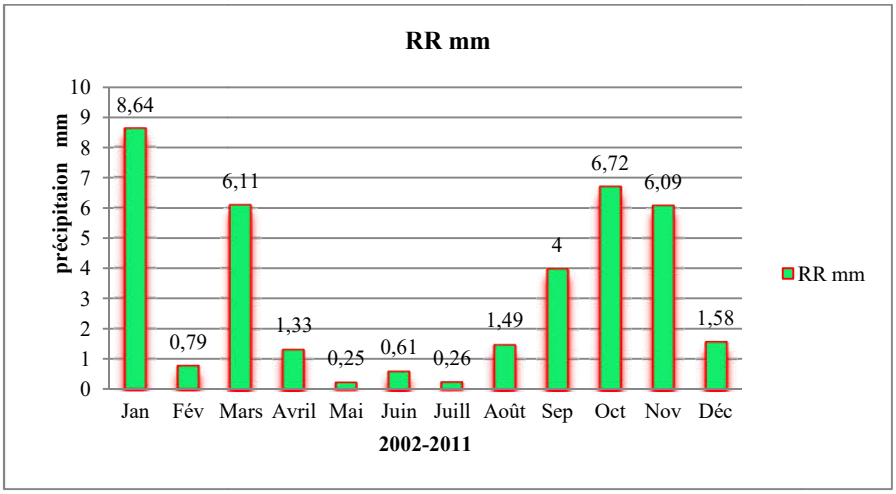

Figure II.15 : La précipitation mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2002-2011) [45].

II.7.4.6.L'insolation

A partir de la (figure II.16), le maximum de l'insolation est atteint au mois de Juillet avec une durée moyenne de 328heures, et le minimum est enregistrée au mois de Décembre avec une durée moyenne de 221 heures.

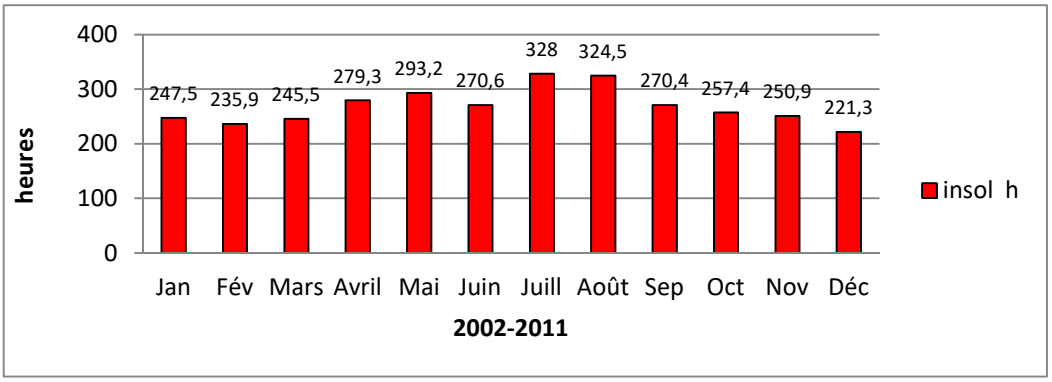

Figure II.16 : Durée mensuelle moyenne d'insolation de la région d'Ouargla (2002-2011) [45].

Dans ce qui suite on peut dire : L'analyse de la distribution mensuelle de la température et de l'humidité relative de la ville d'Ouargla que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort, mis à part une partie des mois d'Octobre, Mars, Avril et Mai.

Une autre zone englobe les mois de Novembre à Janvier. Durant cette période, le bâtiment exige un chauffage pour assurer le confort des occupants .La troisième zone présente une période de surchauffe. Elle est composée des mois de Mai à Septembre. La masse thermique et la ventilation naturelle peuvent assurer un niveau de confort acceptable, pour une bonne partie des mois de Mai et de Septembre, pour les autres mois les techniques du confort potentiel s'avèrent incapable d'assurer le bien-être des occupants, particulièrement l'après-midi. Le faible taux d'humidité handicape l'utilisation de ces techniques.
Donc on a souvent recours à l'utilisation des systèmes de refroidissement.

II.8. CONSOMMATION ENERGETIQUE DE LA VILLE D'OUARGLA [46]

- Dans les régions du sud algérien, le thermomètre affiche parfois des températures à l'ombre de 45 à 49 °C.
- L'impact direct est l'appel de charge très important entre 13h et 18h, ou souvent le pic est enregistré entre 14h et 16 h.

La climatisation pendant cette plage horaire est la cause non seulement de l'appel de charge demandée mais aussi au déclenchement des départ d'alimentation suite à la surchauffe des conducteurs provoquant ainsi des incidents de coupures de courant dans ce qui suite nous donnons quelque données de statistique relevés de la direction de l'énergie .

Nombre de clients :

Le présent tableau donne le nombre de client demandeur d'électricité à la ville d'Ouargla de l'année 2010 à2012.

Type de client	2010	2011	2012	Evolution 2010/2012
AO(Ordinaires)	62371	66447	69733	4.95%
FSM(Administration)	2005	2124	2222	6.61%
Base Tension (AO+FSM) BT	64376	68571	71955	4.94%
Moyenne Tension MT	1156	1199	1253	4.50%
Haut Tension HT	8	8	8	0 %
Total	65540	39778	73216	4.93%

Tableau II.2 : Nombre de clients électricité au niveau de la ville d'OUARGLA [46]

II.8.2. Consommation du 1er Trimestre 3ème Trimestre :

Dans ce qui suit nous donnons un état de consommation électrique dans la ville d'Ouargla en 1er et 3ème trimestres 2012.

	Premier Trimestre		TroisièmeTrimestre	
Mois	Janvier	Février	Juillet	Aout
Consommation en **Kwh**	24 264 175	24 585 659	44 676 532	58 463 192
Nombre d'abonnés	66626	66655	68597	68799
Consommation par abonnés **Kwh/abon**	364.18	368.85	651.29	849.77
Taux	**Cons Juillet =1.85Cons Janvier et Cons Aout = 2.37Cons Février**			

Tableau II.3 : La Consommation électrique des 1ers et 3èmes trimestres2012 [46]

D'après le tableau II.3, nous constatons une augmentation de la consommation énergétique à 4.93% entre l'année (2010 à 2012).

II.9. BATIMENT BASSE CONSOMMATION ENERGIE ELECTRIQUE :

Stratégie de la conception bioclimatique :

Construire une maison à très basse consommation d'énergie reste un enjeu prioritaire pour les propriétaires. La conception bioclimatique a pour objectif de réduire les besoins énergétiques des bâtiments et d'obtenir des conditions de vie adéquates et confortables (température, taux d'humidité, luminosité...etc.) de manière la plus naturelle possible grâce à une conception intelligente des bâtiments.

Avec une bonne gestion du rayonnement solaire et un bon choix des matériaux de construction. Le concept même de l'architecture bioclimatique permet d'élaborer deux systèmes complémentaires :

- Le système passif repose sur le choix - d'un site favorable à la construction, - des types de matériaux de construction utilisés, - des ouvertures en fonction de l'orientation de la maison par rapport au soleil,...etc.
- Le système actif concerne l'exploitation des énergies renouvelables (le solaire en particulier) afin de satisfaire les besoins énergétiques électriques et thermiques de l'habitat en utilisant le capteur solaire photovoltaïque, le chauffe-eau solaire, le plancher solaire direct...etc. [47].

L'utilisation de la végétation et de l'eau :

La démarche bioclimatique intègre le traitement de végétation et de l'eau dans la conception de l'habitat. La végétation joue un rôle protecteur sur les constructions environnantes. Les rangés d'arbres protègent le bâtiment de l'excès d'ensoleillement en été.

Les feuilles offrent l'ombrage en été et en hiver laisse entrer les rayons solaires. Les arbres réduisent l'insolation effective de 20 à 40%.La végétation grimpante contribue également à réduire les pertes par convection au droit de l'enveloppe du bâtiment et améliore son comportement énergétique. La vapeur d'eau émise par des feuilles permet de rafraichir l'air ambiant.

L'utilisation de plans d'eau permet de créer des microclimats et d'atténuer les variations journalières de température (Photo.1). La température de l'air réduite et son humidité relative augmente lors de transformation du l'eau de l'état liquide à l'état vapeur [48].

Photo II.1 : Eau et plantation complètent la conception de l'édifice[48]

II.10.CONCLUSION :

L'étude menée dans ce chapitre vise à exposer :

- La thermodynamique est le principe de calcul du transfert thermique (comme la conductivité, la résistance thermique …etc.) d'un mur ou d'une paroi opaque.
- Les données climatiques de la ville d'Ouargla et quelques statistiques sur la consommation énergétique de la ville d'Ouargla.
- D'après cette étude, on peut dire que la ville d'Ouargla consomme une quantité énorme en termes d'énergie électrique, destiné vers la climatisation surtout dans la période estival.
- Pour consommer une basse énergie, il faut utiliser une architecture bioclimatique des bâtiments, qui permette de réaliser des constructions intégrées à leur environnement et qui optimise les besoins énergétiques.