

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES

Département de Génie Civil et D'Hydraulique



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

**Master Filière: Génie Civil**

**Spécialité : Structures (STR)**

### Thème

Effet de la couverture extérieure des structures sur le gradient thermique en zone saharienne.

#### Présenté par :

- ❖ ELKHATIB Mohamed.
- ❖ GUEMAZI Boubekour.

Soumis au jury composé de :

Mr BENCHIEKH M. L.	MMA	UKM Ouargla	Président
Mr MEKHERMECHE A.	Maitre de conférences B	UKM Ouargla	Examineur
Mr ABIMOULOUD Y.	Maitre de conférences B	UKM Ouargla	Encadreur
Mr KRIKER A.	Professeur	UKM Ouargla	Co-Encadreur
Mlle TOAIBA A.	Doctorante	UKM Ouargla	Invité

*Année Universitaire: 2019 / 2020*

## **Dédicace**

Ce travail est dévoué à tous les Palestiniens et à tous les Algériens. Il est également dédié à tout le patients cancéreux, ceux qui sont décédés et ceux qui sont résistés à cette maladie. Ce travail est aussi dédié aux âmes du virus corona mort.

# **Remerciements**

Nous tenons de remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui n'ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous voudrions dans un premier temps remercions mon directeur de mémoire M ABIMOULOU Youcef à l'Université de Kasdi Merbah de sa patience, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter mes réflexions.

Un grand merci également à TAIBA A pour avoir eu la patience de répondre à mes questions.

Nous adressons mes sincères remerciement à tous les professeurs et tous les personnes qui par leurs paroles leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de mes rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Nous remercions tous les membres de mes familles pour leurs encouragements.

En fin, à tous ces intervenants, nous représentons mes remerciements mes respects et mes grâtitudes.

## ملخص:

تتميز المناطق الجنوبية من بلادنا بدرجات حرارة شديدة القسوة في الصيف وباردة جدًا في الشتاء. مع اختلاف درجة الحرارة بين النهار والليل الذي يمكن أن يصل إلى 20 درجة مئوية. هذا يؤدي إلى تباين حراري عالي للغاية. تتأثر الراحة الحرارية تمامًا بالعديد من العوامل المناخية والخصائص الجوهرية لمواد البناء المستخدمة في منازلنا. تحاول الدراسة الحالية محاكاة تأثير التدرج الحراري بنماذج أولية وهمية من أجل تحديد التباين الحراري اليومي بين الإطار الخارجي والداخلي للمجسمات باستخدام نوعين من الأسطح الخارجية بالمواد المحلية. أظهر النموذج المختار مكسبًا طفيفًا، لكنه لم يصف بدقة واقع الظاهرة مقارنة بالبناء الحقيقي المنفذ في نفس سياق الدراسة بورقلة.

الكلمات المفتاحية:

مواد بناء؛ غطاء خارجي، التباين الحراري، درجة الحرارة؛ الخصائص الحرارية، الراحة الحرارية.

## Abstract:

The southern regions of our country are characterized by a very harsh temperature in summer and very cold in winter. With a temperature difference between day and night which can reach 20 °C, this induces a very important thermal gradient.

Thermal comfort is quite influenced by several climatologically parameters and the intrinsic characteristics of the construction materials used in our homes.

The present study attempts to simulate the effect of the thermal gradient by fictitious prototypes in order to determine the daily thermal gradient between the exterior and the interior of the frames using two types of exterior roofing in local materials.

The model chosen showed a slight gain, but did not accurately describe the reality of the phenomenon compared to the real construction carried out in the same study context at Ouargla.

## Keywords:

Construction materials; Exterior cover; thermal gradient; temperature; thermal characteristics; thermal comfort.

## Résumé:

Les régions de sud de notre pays sont caractérisées par une température très rude en été et très froid en hiver. Avec un écart de température entre le jour et la nuit qui peut atteindre de 20°C. Ce qui induit un gradient thermique très important.

Le confort thermique est assez influencé par plusieurs paramètres climatologiques et les caractéristiques intrinsèques des matériaux de construction utilisés dans nos habitas.

La présente étude tente à simuler l'effet du gradient thermique par des prototypes fictifs afin de déterminer le gradient thermique quotidien entre l'extérieur et l'intérieur des bâtis en utilisation deux types de couverture extérieure en matériaux locaux.

Le model choisi a monté un gain légère, mais n'a pas décrit fidèlement la réalité du phénomène comparativement au bâti réel réalisé dans le même contexte d'étude à Ouargla.

## Mots clés :

Matériaux de construction ; Couverture extérieure ; gradient thermique ; température ; caractéristiques thermiques ; confort thermique.

## Sommaire

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des notations	
Introduction general	

### CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. INTRODUCTION	1
I.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE	3
I.3. TOPOGRAPHIE DE LA REGION	4
I.4. GEOLOGIE DE LA REGION	4
I.5.HYDROGEOLOGIE DE LA REGION	4
I.5.1.Nappe phréatique	4
I.5.2.Nappe terminal	4
I.5.3.Nappe albienne	4
I.6.CLIMAT DE LA REGION D'OUARGLA	5
I.6.1 Température	5
I.6.2.Précipitation	5
I.6.3.Insolation	6
I.6.4.Vents	7
I.6.5. Evaporation	7
I.6.6.Humidité	8
I.6.7.Classification climatique	8
I.7. CONSOMMATION ENERGETIQUE DE LA VILLE D'OUARGLA	9
I.8.CONCLUSION	11

### CHAPITRE II : LES CARACTERISTIQUES THERMIQUE DE MATERIAUX DE CONSTRUCTION UTILISE DANS LA ZONE D'ETUDE.

II.1 INTRODUCTION	13
II.2.MATERIAUX DE CONSTRUCTION UTILISES DANS LA ZONE D'ETUDE	13
II.2.1 Matériaux Anciens	13
II.2.2.Nouveaux matériaux	13
II.3 GRANDEURS THERMIQUES	13
II.3.1 Conductivité Thermique	13
II.3.2 Diffusivité Thermique	14
II.3.3.Effusivité Thermique	15
II.3.4. Résistance thermique	15
II.3.5. Capacité thermique	15
II.3.6 Chaleur spécifique (massique)	15
II.3.7 Inertie thermique	16

<b>II.3.8 Déphasage thermique</b>	<b>16</b>
<b>II.3.9 Coefficient de transmission thermique (calorifique)</b>	<b>16</b>
<b>II.4.TRANSFERT THERMIQUE</b>	<b>17</b>
<b>II.4.1. Modes de transfert de chaleur</b>	<b>17</b>
<b>II.4.1.1 Conduction</b>	<b>17</b>
<b>II.4.1.2. Convection</b>	<b>17</b>
<b>II.4.1.3. Rayonnement</b>	<b>18</b>
<b>II.5 CLIMAT ET CONFORT THERMIQU</b>	<b>19</b>
<b>II.5.1 Climat</b>	<b>19</b>
<b>II.5.1.1 Définition du climat</b>	<b>19</b>
<b>II.5.1.2 Eléments du climat</b>	<b>19</b>
<b>II.5.2.1 Définition du confort</b>	<b>20</b>
<b>II.5.2.2 Confort thermique dans l'habitat</b>	<b>21</b>
<b>II.5.2.3 Facteurs liés aux conditions climatiques</b>	<b>21</b>
<b>II.6. Conclusion</b>	<b>22</b>
<b>CHAPITRE III : ETUDE EXPERIMENTALE PAR SIMUATION.</b>	
<b>III.1. INTRODUCTION</b>	<b>23</b>
<b>III.2. TYPES DES BOX UTILISÉS</b>	<b>23</b>
<b>III.3 METHODES ET LOIS SUIVIES POUR LE CALCUL DE LA TEMPERATURE INTERNE DES BOX</b>	<b>23</b>
<b>III.4 RESULTAT OBTENIR DE LES TEMPERATURES INTERNE DE CHAQUE BOX PAR EXCEL</b>	<b>25</b>
<b>III.5 CONCLUSION</b>	<b>31</b>
<b>Conclusion générale et recommandations</b>	<b>33</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b>	<b>la Consommations d'énergie électrique de la ville d'Ouargla pour l'année 2008, 2009,2010 en ordre.</b>	<b>9</b>
<b>Tableau II.1</b>	<b>Conductivité thermique de quelques matériaux de constructions.</b>	<b>14</b>
<b>Tableau III.1</b>	<b>Types de box .</b>	<b>23</b>
<b>Tableau III.2</b>	<b>Température interne et externe du premier box (S1).</b>	<b>25</b>
<b>Tableau III.3</b>	<b>Température interne et externe de deuxième box (S2).</b>	<b>26</b>
<b>Tableau III.4</b>	<b>Température interne et externe du troisième box (S3).</b>	<b>27</b>
<b>Tableau III.5</b>	<b>Températures internes et externes des box selon Hathia</b>	<b>22</b>
<b>Tableau III.6</b>	<b>Différences de température externe et interne en fonction des heures.</b>	<b>30</b>

## Liste des figure

<b>Figure I.1</b>	la carte correspondante à la ville d'Ouargla.	<b>2</b>
<b>Figure I.2</b>	Température mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2004 - 2014) .	<b>5</b>
<b>Figure I.3</b>	La précipitation mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2004-2014).	<b>6</b>
<b>Figure I.4</b>	Durée mensuelle moyenne d'insolation de la région d'Ouargla (2004-2014) .	<b>6</b>
<b>Figure I.5</b>	vent mensuel moyen de la région d'Ouargla (2004-2014).	<b>7</b>
<b>Figure I.6</b>	évaporation mensuelle moyenne de la région d'Ouargla.	<b>7</b>
<b>Figure I.7</b>	humidité mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2004-2014).	<b>8</b>
<b>Figure I.8</b>	les zones climatiques en Algérie.	<b>9</b>
<b>Figure I.9</b>	la Consommations d'énergie électrique de la ville pour les années 2008, 2009, 2010.	<b>9</b>
<b>Figure I.10</b>	Facture de consommation de l'électricité et du gaz.	<b>10</b>
<b>Figure I.11</b>	Diagrammes de consommation de l'électricité et du gaz pour quatre trimestres.	<b>10</b>
<b>Figure II.1</b>	Représentation du flux thermique.	<b>14</b>
<b>Figure II.2</b>	Transfert de chaleur par conduction	<b>17</b>
<b>Figure II.3</b>	Transfert de chaleur par convection	<b>18</b>
<b>Figure II.4</b>	Transfert de chaleur rayonnement	<b>19</b>
<b>Figure III.1</b>	Schéma d'un box avec couverture.	<b>24</b>
<b>Figure III.2</b>	Température interne et externe de (S1) en fonction de temps.	<b>26</b>
<b>Figure III.3</b>	Températures interne et externe du box (S2) en fonction du temps.	<b>27</b>
<b>Figure III.4</b>	Températures interne et externe de (S3) en fonction de temps.	<b>28</b>
<b>Figure III.5</b>	Températures internes et externes des différents box (calculées ou mesurées) en fonction de temps.	<b>28</b>
<b>Figure III.6</b>	Ecart entre les températures externes et internes en fonction d'heures.	<b>28</b>



## Liste des notations

### Alphabétiques

<b>C :</b>	<b>la capacité thermique.</b>
<b><math>C_p</math> :</b>	<b>la chaleur spécifique.</b>
<b><math>dt</math> :</b>	<b>Différence de température.</b>
<b><math>e</math> :</b>	<b>Epaisseur.</b>
<b><math>h</math> :</b>	<b>Coeffiient de transert thermique par convection .</b>
<b><math>m</math> :</b>	<b>la masse .</b>
<b><math>R</math> :</b>	<b>Résistance thermique en <math>(m^2 \cdot K)/W</math> ou <math>(m^2 \cdot ^\circ C)/w</math>.</b>
<b><math>s</math> :</b>	<b>La surface.</b>
<b><math>: T_\infty</math></b>	<b>Température extérieur.</b>
<b><math>: T_i</math></b>	<b>Température intérieur.</b>
<b><math>\lambda</math> :</b>	<b>Coeffiient de transert thermique par conduction</b>

## **INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION GENERALE

Ouargla constitue la ville de Ouargla qui est le chef-lieu la wilaya .Elle se situe au sud-est du pays (Algérie) au fond de la basse vallée de l'Oued M'ya a environ 800 km au sud de la capitale. La région est caractérisée par un sol plat et aride avec des dunes du sable, en plus de présence de quelque oasis de palmiers qui ont une superficie de 8535 hectares dans toutes ses municipalités voisines. Elle est considérée comme un gain économique important pour la région. Elle se caractérise également par des pentes faibles ou la hauteur de la zone la plus basse atteint environ 101 mètres, alors que la hauteur maximale du point est d'environ 162 mètres au niveau de la mer.

Les régions de sud de notre pays sont caractérisées par une température très rude en été et très froid en hiver. Avec un écart de température entre le jour et la nuit qui peut atteindre de 20°C. Ce qui induit un gradient thermique très important.

La région de Ouargla présente une température moyenne annuelle de 23.32.Le mois le plus chaud est Juillet avec une température moyenne de 44.8 et celui le plus froid est Janvier avec une température moyenne de 12.1.Il faut noter que l'amplitude thermique est très important, et pour diminuer cette amplitude et atteindre le confort thermique il faut utiliser des matériaux de constructions a des bonnes caractéristiques thermiques.

Les radiations solaires sont très importantes au Sahara car l'atmosphère présente une grande pureté durant l'année.

A Ouargla la durée maximale d'insolation est de 11,26 heures/jour au moins de Juillet, et un minimum de 8 heures/jour au mois de Janvier. La moyenne annuelle est de 8heures/jour.

La consommation d'énergie électrique à Ouargla s'élève à 602.532.063 Kwh/an en (2009) et cette consommation s'étale sur les quatre trimestres respectivement de 21%, 20%, 35% et 24%. Où il est clair que la saison d'été elle est de (11 à15)% plus élevée que les autres saisons.

Le confort thermique à Ouargla est donc assez affecté par les données climatique de la région entre autre le rayonnement solaire 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 extérieures du bâtiment qui diffusent une partie de la chaleur à l'intérieur, la température de l'air qui est liée à l'ensoleillement, l'altitude et la 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.

Le confort thermique est assez influencé par plusieurs paramètres climatologiques et les caractéristiques intrinsèques des matériaux de construction utilisés dans nos habitas. La définition ou la proposition d'un matériau pour une structure donnée s'avère une question assez complexe notamment qu'elle en relation avec plusieurs paramètres liés à l'environnement extérieur de l'habitat et à l'intérieurs de ce dernier ainsi qu'aux conditions d'exposition soit l'orientation du bâtis.

Dans la présente étude et suite à la présente introduction générale, nous aurons à exposer les données de la région comme premier chapitre, en suite nous exposons les caractéristiques thermiques des matériaux de construction utilisés dans la zone d'étude dans le deuxième chapitre et en tant que troisième chapitre nous allons faire la simulation des calcul thermique par des prototype fictifs afin de déterminer le gradient thermique quotidien entre l'extérieur et l'intérieur des bâtis en utilisation deux types de couverture extérieure, et enfin nous finalisons notre travail par une conclusion générale.

## **CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.**

## **CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.**

### **I.1. INTRODUCTION**

Cette section est l'un des trois chapitres qui représente la partie théorique de la présente étude. Ce chapitre traite la situation géographique de la région (Ouargla) ainsi que son géologique, d'autre part la classification climatique est aussi mentionné dans cette partie.

### **I.2.SITUATION GEOGRAPHIQUE**

La cuvette de Ouargla constitue la ville de Ouargla qui est le chef-lieu la wilaya .Elle se situe au sud-est du pays (Algérie) au fond de la basse vallée de l'Oued M'ya a environ 800 km au sud de la capitale. [1]

- ✓ Altitude : 134m.
- ✓ Latitude : 31°57 N.
- ✓ Longitude : 5°20 E.

Elle est limitée :

- ✓ Au nord par la wilaya de DJELFA et la wilaya d'EL-OUED.
- ✓ Au sud par la wilaya de TAMANRASSET et la wilaya d'ILLIZI.
- ✓ A l'est par le TUNISIE sur 500km.
- ✓ A l'ouest par la wilaya de GHARDAIA.

La wilaya comporte actuellement de 21 communes regroupée en 10 daïras.



**Figure (I.1) : la Carte correspondante à la ville d'Ouargla. [2]**

### **I.3.TOPOGRAPHIE DE LA REGION**

La région est caractérisée par un sol plat et aride avec des dunes du sable, en plus de présence de quelque oasis de palmiers qui ont une superficie de 8535 hectares dans toutes ses municipalités voisines. Elle est considérée comme un gain économique important pour la région. Elle se caractérise également par des pentes faibles ou la hauteur de la zone la plus basse atteint environ 101 mètres, alors que la hauteur maximale du point est d'environ 162 mètres au niveau de la mer. [1]

### **I.4. GEOLOGIE DE LA REGION**

La prédominance des dunes caractérisent le relief d'Ouargla. Il n'y a pas de plissement à l'ère tertiaire, si bien que le relief revêt fréquemment un aspect tabulaire aux strates parallèles.[1]

Le relief de Ouargla est constitué de roche sédimentaire, alluvions dérivés de :

Marnes jaunâtres plus ou moins gréseuses, salées et gypseuses ;

Calcaires jaunâtres ou ocre gréseux ou marneux ;

Grés, sables et conglomérats ;

Sables récents du quaternaire ;

### **I.5.HYDROGEOLOGIE DE LA REGION**

Le réseau hydrique souterrain de la cuvette d'Ouargla est très important ou l'on distingue trois niveaux aquifères, la nappe phréatique, le complexe terminal et la nappe albienne. [1] μ

#### **I.5.1.Nappe phréatique**

Elle est contenue dans des sables alluviaux de la vallée en suivant la pente de cette dernière. Sa profondeur varie de 1à8 m.

#### **I.5.2.Nappe terminal**

Le complexe terminal est caractérisé par deux types de nappe, la nappe mio- pliocène et la nappe du sénonien-éocène.

### I.5.3.Nappe albiennne

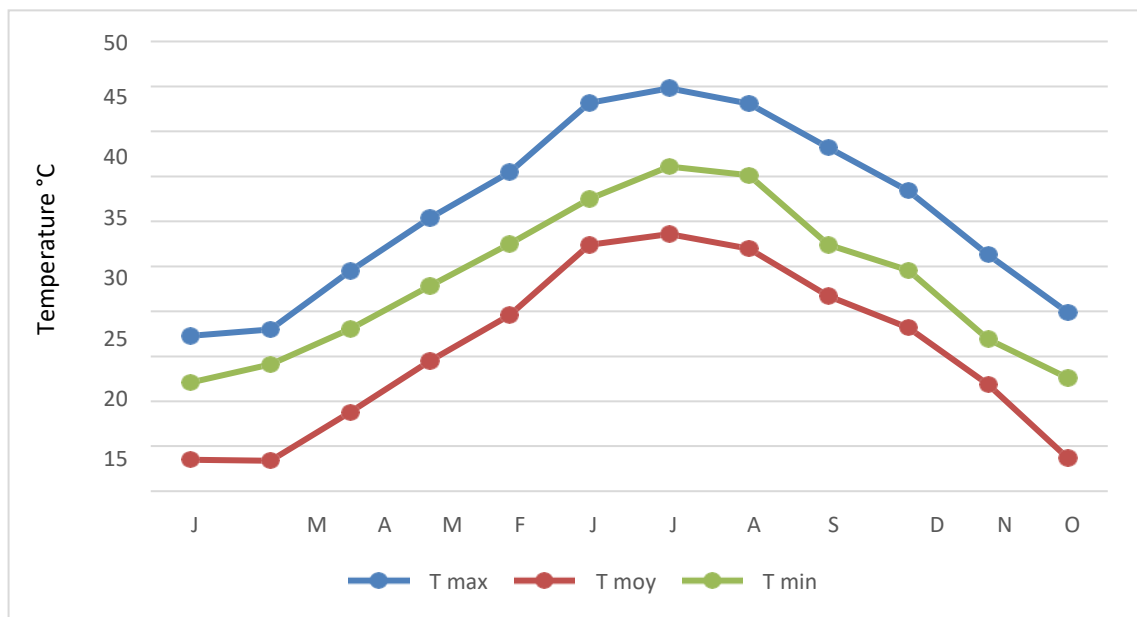
Cette nappe est contenue dans les argiles sableuses et les grès du continental intercalaire, située entre 1120m et 1380 m.

## I.6.CLIMAT DE LA REGION D'OUARGLA

L'étude du climat de la région d'Ouargla comprend les facteurs climatiques de la région d'étude (température, précipitation, humidité, insolation...etc.

### I.6.1 Température

Les régions de sud de notre pays sont caractérisées par une température très rude en été et très froid en hiver. Avec un écart de température entre le jour et la nuit qui peut atteindre de 20°C. Ce qui induit un gradient thermique très important. [5]



**Figure (I.2) : Température mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2004-2014). [3]**

La région d'Ouargla présente une température moyenne annuelle de 23.32. Le mois le plus chaud est Juillet avec une température moyenne de 44.8 et celui le plus froid est Janvier avec une température moyenne de 12.1. Il faut noter que l'amplitude thermique est très importante, et pour diminuer cette amplitude et atteindre le confort thermique il faut utiliser des matériaux de constructions à des bonnes caractéristiques thermiques.



### I.6.2.Précipitation

Les précipitations sont marquées par leur caractère faible et irrégulier, comme dans la majeure partie des régions sahariennes. [3]

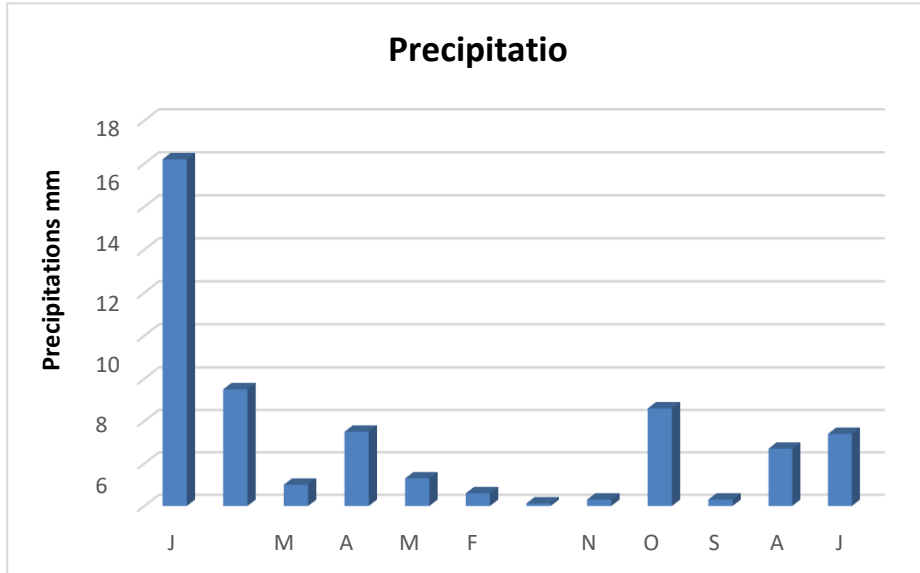


Figure (I.3) : Précipitation mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2004-2014). [3]

La moyenne annuelle des précipitations est de 38,23 mm avec un maximum de 16,2 mm en Janvier et un minimum de 0,12 mm en Juillet.

### I.6.3.Insolation

Les radiations solaires sont très importantes au Sahara car l'atmosphère présente une grande pureté durant l'année. [3]

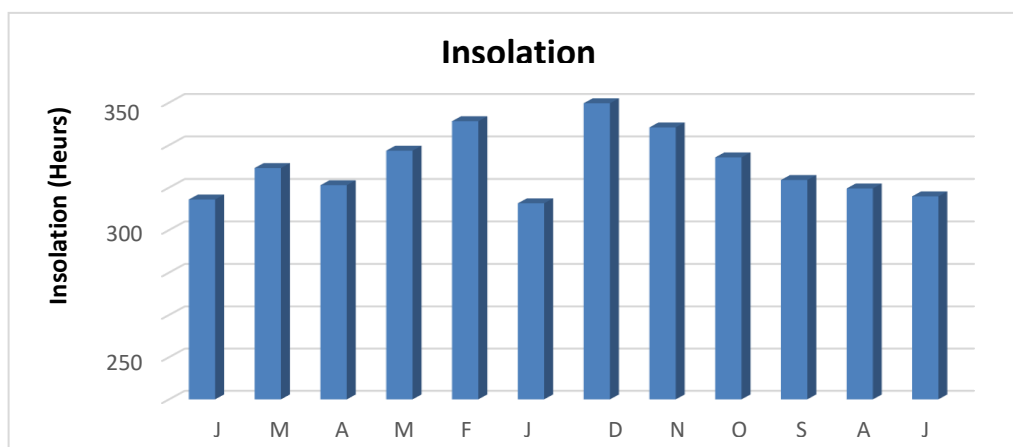


Figure (I.4) : Durée mensuelle moyenne d'insolation de la région d'Ouargla (2004-2014). [3]

A Ouargla la durée maximale d'insolation est de 11,26 heures/jour au moins de Juillet, et un minimum de 8 heures/jour au mois de Janvier. La moyenne annuelle est de 8heurs/jour.

#### I.6.4.Vents

Les régions de sud sont caractérisées par des vents forts, surtout au printemps et en été. [3]

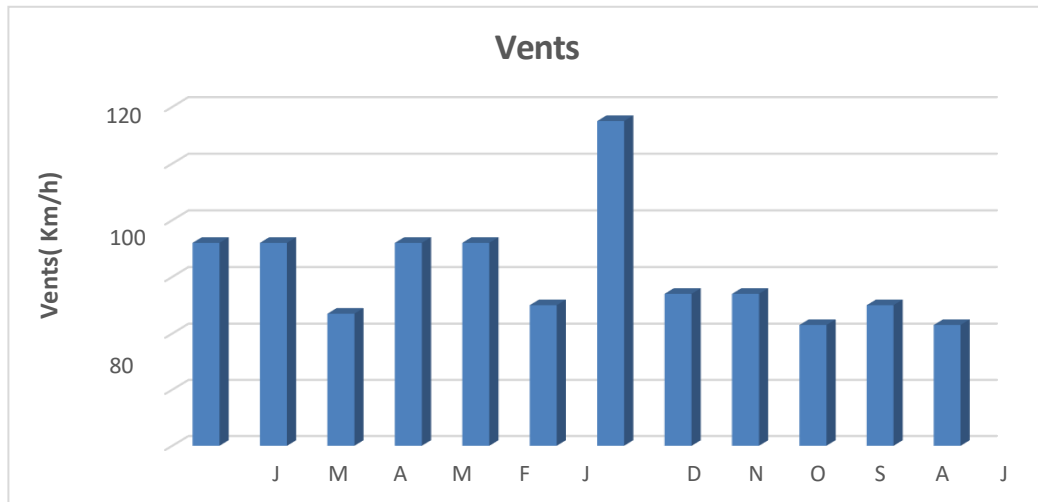


Figure (I.5) : Vent mensuel moyen de la région d'Ouargla (2004-2014). [3]

A partir de figure (I.5), on remarque que le vent prend la plus grande valeur au mois de juillet, environ de 120 km/h.

#### I.6.5 Evaporation

Evaporation est très importante, surtout durant la période chaude à cause de l'augmentation de température. [3]

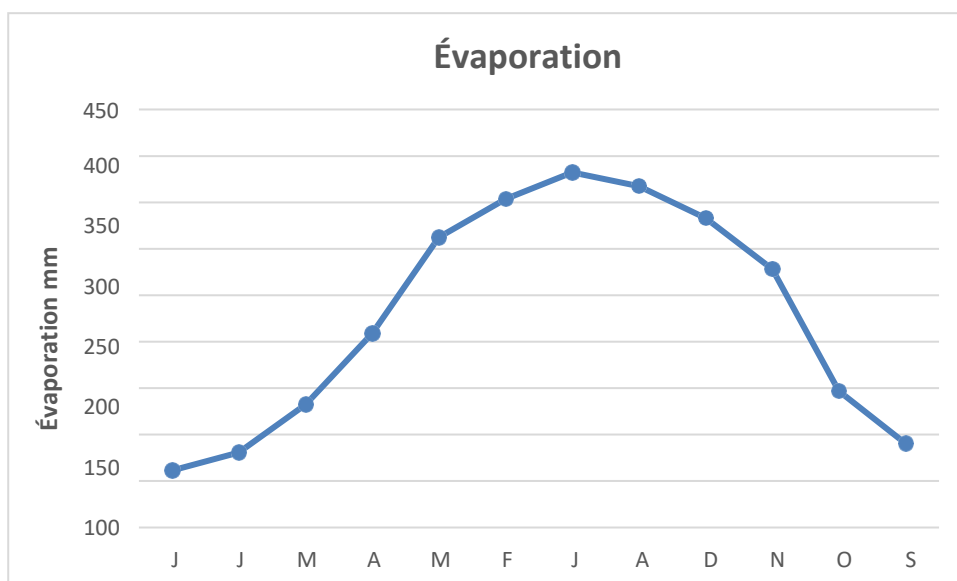


Figure (I.6) : Evaporation mensuelle moyenne de la région d'Ouargla. [3]

A partir de figure (I.6) la valeur maximale énergétique est de 382,3 mm au mois d'Aout, alors que le minimum enregistré est de 61,6 mm en Septembre. La moyenne annuelle est de l'ordre de 288,11 mm.

### I.6.6.Humidité

L'humidité agit sur la densité des populations en provoquant une diminution du nombre d'individus. [5]

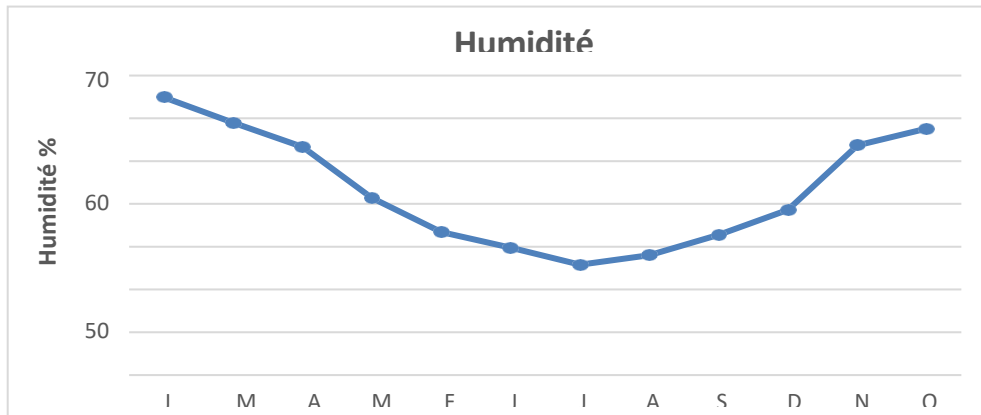


Figure (I.7) : Humidité mensuelle moyenne de la région d'Ouargla (2004 -2014).[3]

L'humidité moyenne annuelle est de 44,52% dont le maximum étant de 64,9% en mois de Janvier et le minimum au mois de Juillet 25,8%.

### I.6.7 Classification climatique

Les zones sont classé selon les facteurs climatiques, donc en peut classer la zone d'Ouargla : C'est une zone plus chaude et sac en été, et une zone froide et sec en hiver.

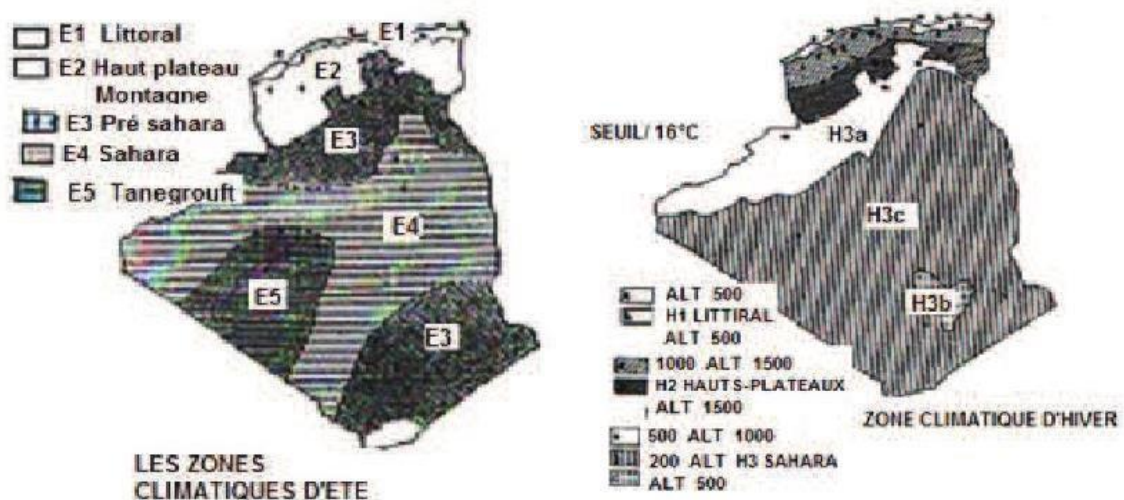


Figure (I.8) : Zones climatiques en Algérie. [2]

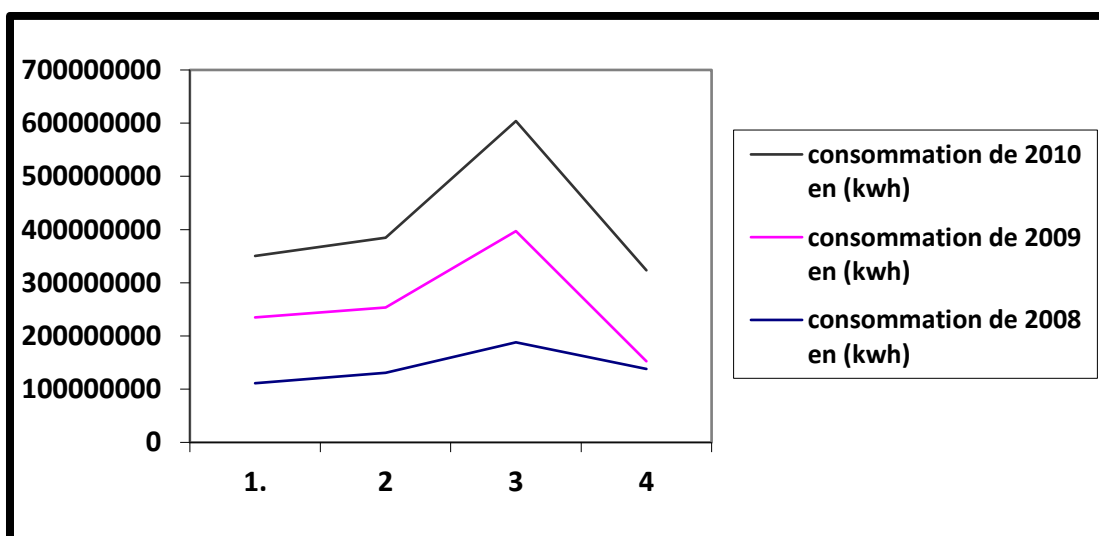
Selon la figure(I.8) on peut classer (la ville objet de l'étude est située dans la zone climatique d'hiver H3c et la zone climatique d'été E4).

### **I.7.CONSUMMATION ENERGETIQUE DE LA VILLE D'OUARGLA**

La consommation d'électricité dans la ville d'Ouargla est un mitigé, car cette consommation varie d'une saison à l'autre, elle est culminée en été nous allons étudier l'analyse de la consommation d'énergie électrique qui montre les quantités consommées d'énergie électrique au cours des 3 années 2008, 2009,2010. [6]

**Tableau (I.1) : Consommations d'énergie électrique de la ville d'Ouargla pour l'année 2008, 2009,2010 en ordre. [4]**

<b>Trimestre</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Consommation (kWh)</b>	<b>111226550</b>	<b>131029116</b>	<b>188083334</b>	<b>137768546</b>
<b>Consommation (kWh)</b>	<b>123804956</b>	<b>122434034</b>	<b>209012854</b>	<b>147280219</b>
<b>Consommation (kWh)</b>	<b>115645530</b>	<b>130982371</b>	<b>206882026</b>	<b>170996231</b>



**Figure (I.9) : Consommations d'énergie électrique de la ville pour les années 2008, 2009,2010. [4]**



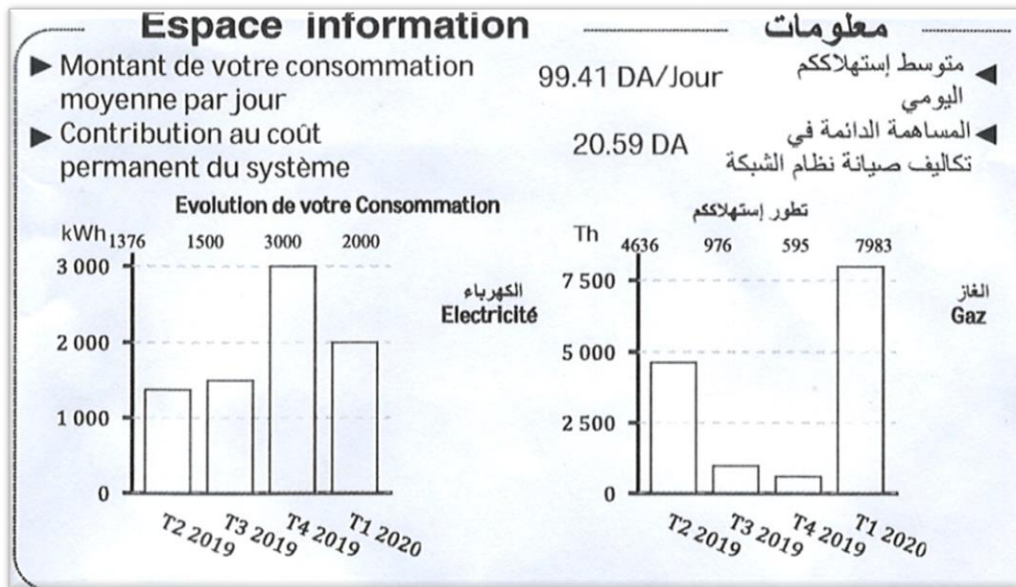


Figure (I.11) : Diagrammes de consommation de l'électricité et du gaz pour quatre trimestres. [5]

On remarque que la consommation de l'électricité est très élevée dans T4 (trimestre 4) qui correspond à la période estivale à cause de la climatisation, alors qu'en hiver soit le premier trimestre (T1), on remarque que la consommation du gaz est la plus élevée à cause de la consommation excessive du gaz pour le chauffage. A ce propos, il est loisible d'utiliser des matériaux de construction qui contribuent au confort thermique des maisons afin de réduire la consommation d'énergie dédiée à la climatisation en été et au chauffage en hiver.

## I.8. CONCLUSION

Dans cette étude nous avons présenté quelques données climatiques de la région de Ouargla, à partir de ces données on peut conclure que la région d'étude est caractérisée par :

- Un été très chaud et sec, ou l'écart de température est assez important atteignant 15°C.
- Un hiver assez froid et sec, avec un écart de température assez important.

Aussi on peut conclure à partir des données de la consommation d'énergie, que la consommation d'énergie électrique est assez élevée en été à cause de la climatisation et que la consommation de gaz est assez élevée en hiver à cause du chauffage, si pour ça qu'il faut rechercher des solutions qui diminuent cette consommation d'énergie par des mesures

adéquates, entre autres, l'utilisation des matériaux de construction qui assurent le confort thermique désiré soit ayant des caractéristiques thermiques favorable à être utilisés dans la région d'étude (Ouargla).

## **CHAPITRE II**

**CARACTERISTIQUES THERMIQUES DES MATERIAUX DE  
CONSTRUCTION UTILISENT DANS LA ZONE D'ETUDE.**



---

## CHAPITRE II CARACTERISTIQUES THERMIQUES DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION UTILISENT DANS LA ZONE D'ETUDE.

### II.1 INTRODUCTION

Les propriétés thermiques des matériaux de construction sont des grandeurs qui caractérisent le comportement des matériaux, certaines de ces propriétés représentent les capacités d'un corps à propager ou à stocker de la chaleur. Dans ce chapitre nous donnons quelques rappels sur les propriétés thermiques des matériaux de construction utilisés dans la zone d'étude, les modes de transfert de chaleur et le climat et le confort thermique.

### II.2.MATERIAUX DE CONSTRUCTION UTILISES DANS LA ZONE D'ETUDE

#### II.2.1. Matériaux Anciens

- ✓ Pierre.
- ✓ Plâtre.
- ✓ Constructions en terre crue (l'adobe, pisé, bauge, torche).
- ✓ Timchemt.
- ✓ Argile.

#### II.2.2.Nouveaux matériaux

- ✓ Béton.
- ✓ Charpente métallique.
- ✓ Bois.
- ✓ Béton précontrainte.
- ✓ Brique.
- ✓ Verre.

### II.3 GRANDEURSTHERMIQUES

Elles sont généralement décrites par des notions telles que la conductivité thermique ( $W/m.K$ ) et la diffusivité thermique ( $m^2/ s$ ).

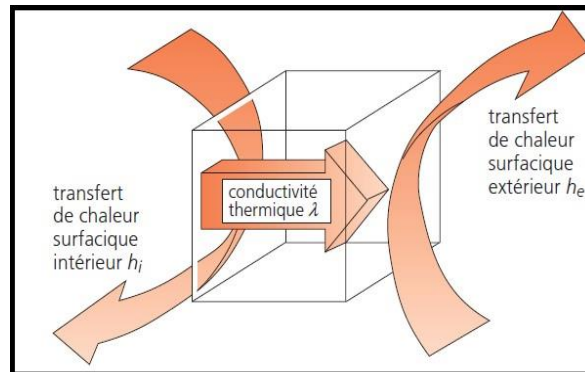
Plus la conductivité d'un matériau est faible plus son pouvoir d'isolation est important.

De plus, la diffusivité thermique qui est fonction de la conductivité, la masse volumique et la chaleur spécifique du matériau représente la vitesse à laquelle la température de surface d'un matériau varie. [6]

#### II.3.1. Conductivité Thermique

La conductivité thermique 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 ( $\lambda$ ). Il s'exprime en watts par mètre kelvin ( $W/m.K$ ) ou parfois en ( $W/m.^{\circ}C$ ) 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. [7]



**Figure. (II.1) : Représentation du flux thermique.**

Le tableau suivant présente la conductivité thermique de quelques matériaux de constructions:

**Tableau (II.1): Conductivité thermique de quelques matériaux de constructions.[8]**

Matériau	Conductivité thermique (W/m.K)
Argent	419
Béton	1,4
Brique terre cuite	1,1
Bois	0,12-0,23
Verre	0,78
Plâtre	0,48
Polystyrène	0,027

### II.3.2. Diffusivité Thermique

La diffusivité thermique correspond à la vitesse d'avancement d'un front de chaleur à travers les matériaux. La diffusivité thermique représente la vitesse à laquelle la chaleur se propage à l'intérieur d'un matériau. Ce paramètre caractérise la cinétique de réponse du milieu à une perturbation thermique. Elle est directement proportionnelle à la conductivité

---

thermique et inversement proportionnelle à la chaleur spécifique et à la masse volumique. [20]

### II.3.3. Effusivité Thermique

L'effusivité d'un matériau caractérise sa capacité à échanger de l'énergie thermique avec son environnement. Elle indique la capacité des matériaux à absorber (ou constituer) plus au moins rapidement un rapport de chaleur. L'effusivité caractérise la sensation chaud ou de froid que donne un matériau. [21]

### II.3.4. Résistance thermique

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.

$$R = \frac{e}{\lambda} \dots \dots \dots (II.1)$$

Plus la R est élevée, plus le matériau ou la paroi est isolante. Elle s'exprime en  $(m^2 \cdot K)/W$  ou  $(m^2 \cdot ^\circ C)/w$ . [13,14]

### II.3.5. Capacité thermique (C)

La capacité thermique est l'énergie qu'il faut apporter à un corps pour augmenter sa température de un kelvin (1K). Elle s'exprime en (J/K). C'est une grandeur extensive : plus la quantité de matière est importante plus la capacité thermique est grande. [13,14]

$$C = C_p \times m \dots \dots \dots (II.2)$$

Où : C : est la capacité thermique ;

C<sub>p</sub> : est la chaleur spécifique ;

m : est la masse ;

---

### **II.3.6 Chaleur spécifique (massique) (Cp)**

La chaleur spécifique est déterminée par la quantité d'énergie à apporter par échange thermique pour élever d'un kelvin la température de l'unité de masse d'une substance. Cette quantité d'énergie est absorbée ou restituée par des réactions endothermiques ou exothermiques pour des transformations physiques ou chimiques dans le matériau. [22]

### **II.3.7. Inertie thermique**

L'inertie thermique est la capacité du matériau à emmagasiner une certaine quantité de chaleur. Elle mesure la quantité de la chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1m<sup>3</sup> de matériau, cette quantité de chaleur ce trouvant stockée dans le matériau. C'est un critère de choix très important. Sa valeur est d'autant plus élevée que le matériau est plus dense.[23]

### **II.3.8. Déphasage thermique**

Une des conséquences de l'inertie thermique, le déphasage (exprimé en heures) est le décalage entre le moment où le matériau est soumis à une source de chaleur et le moment où il restitue la chaleur de l'autre côté du matériau. En faisant varier l'épaisseur du matériau, on fait varier le déphasage. Plus un matériau est isolant ou à inertie thermique importante, plus il déphase.[23]

### **II.3.9. Coefficient de transmission thermique (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, plus la paroi est isolante. Il est exprimé en watt par mètre carré degré Celsius [W/m<sup>2</sup>.°C] ou degré kelvin [W/m<sup>2</sup>.°K].[24]

---

## II.4.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. [9,10]

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

### II.4.1. Modes de transfert de chaleur

#### II.4.1.1. 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.

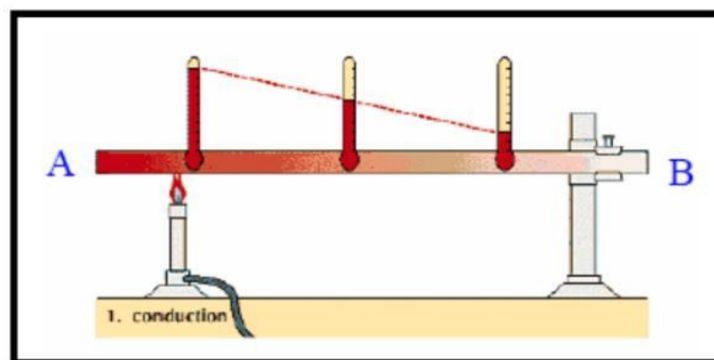
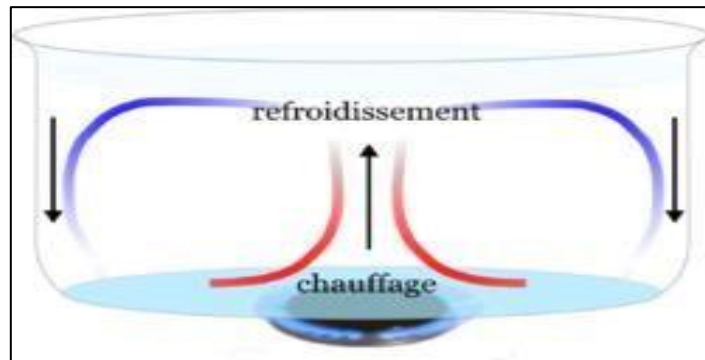


Figure (II.2) : Transfert de chaleur par conduction

---

### II.4.1.2 .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.[11, 12]



**Figure (II.3) : Transfert de chaleur par convection**

### II.4.1.3. Rayonnement

Le rayonnement 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 qui se propagent en ligne droite sans aucun support de matière. [11, 12]

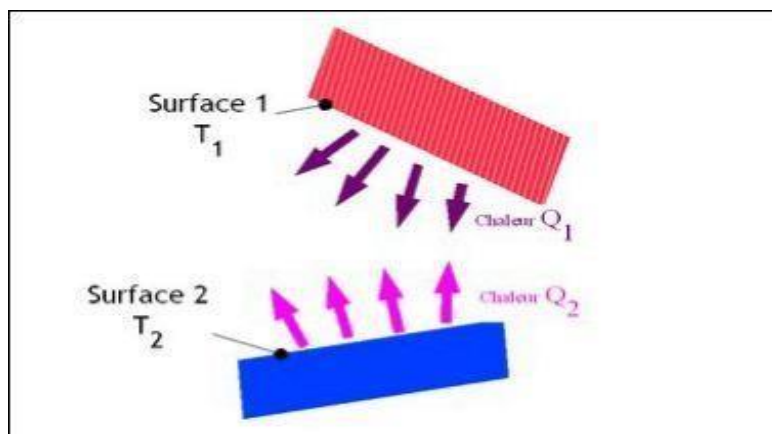


Figure (II.4) : Transfert de chaleur rayonnement

## II.5 CLIMAT ET CONFORT THERMIQUE

### II.5.1 Climat

#### II.5.1.1 Définition du 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.

#### II.5.1.2 Eléments 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 extérieures du bâtiment qui diffusent une partie de la chaleur à l'intérieur. [19]

##### ✓ Température

La température de l'air est liée à l'ensoleillement, l'altitude et la 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. [19]

✓ **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. [19]

✓ **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 des précipitations sont deux données importantes pour l'habitat et le choix des matériaux.[19]

✓ **Vents**

Les vents sont des courants créés par la différence entre zones de haute et de basse pression. La rotation de la terre engendre la direction des vents. Les vents peuvent aussi être générés par la différence de température entre deux surfaces (terre-eau). [19]

### **II.5.2.1 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. [16]



---

### **II.5.2.2 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.[17]

### **II.5.2.3 Facteurs liés aux conditions climatiques**

#### **✓ 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.

#### **✓ 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 %.[18]

✓ **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. [18]

✓ **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. [18]

## **II.6 CONCLUSION**

Après l'étude menée dans ce chapitre et à titre de conclusion nous pouvons avancer ce qui suit:

Le confort thermique est assez influencé par plusieurs paramètres climatologiques et les caractéristiques intrinsèques des matériaux de construction utilisés dans nos habitats. La définition ou la proposition d'un matériau pour une structure donnée s'avère une question assez complexe notamment qu'elle en relation avec plusieurs paramètres liés à l'environnement extérieur de l'habitat et à l'intérieurs de ce dernier ainsi qu'aux conditions d'exposition soit l'orientation du bâtis.

**CHAPITRE III : ETUDE EXPERIMENTALE PAR  
SIMULATION.**

## **CHAPITRE III: ETUDE EXPERIMENTALE PAR SIMUATION.**

### **III.1 INTRODUCTION**

Au présent chapitre, nous allons présenter la partie liée à la simulation de l'étude expérimentale quant à la variation des températures internes des bâtis en fonction des températures externes, l'opération consiste en l'exposition des box ayant différents types de couvertures extérieurs à l'effet d'ensoleillement (rayons solaires) ce qui donne création d'une température externes au paroi extérieur, étant donné qu'il existe une température intérieure initiale, le système fonctionnel tend vers un équilibre thermique qui ne reflète que l'équilibre énergétique. Donc dans ce chapitre nous allons chercher les températures intérieures dans chaque box à partir des températures extérieures par calcul manuel lorsque ces dernières varient du matin jusqu'au soir (6h du matin à 19h soir).

### **III.2 TYPES DES BOX UTILISÉS**

Trois types de box ont été utilisés, soit S1, S2, S3 dont les données spécifiques sont présentées sur le tableau(III.1) suivant :

**Tableau (III.1) : Types de box.**

<b>Type (Modèles)</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>S1</b>	Murs construits en brique d'une épaisseur de 15 cm, sans couverture extrême.
<b>S2</b>	Murs construits en brique d'une épaisseur de 15 cm, recouverts en plaques d'aluminium.
<b>S3</b>	Murs construits en brique d'une épaisseur de 15 cm, recouvert en plaques de contreplaqué.

Tous les box ont un Volume interne de  $1\text{m}^3$  soit une surface horizontale interne de  $1\text{m}^2$ .

#### **Remarque :**

En raison de cette pandémie de virus corvid19, la mise en pratique de la partie expérimentale par la réalisation de dispositifs (prototypes) réels n'a pas pu avoir lieu. De ce fait, nous nous somme limités à la simulation et se contenter du calcul manuel.

### **III.3 METHODES ET LOIS SUIVIES POUR LE CALCUL DE LA TEMPERATURE INTERNE DES BOX :**

Le calcul des températures internes en connaissant les températures externes repose sur un fondement théorique que nous résumons en ce qui suit:[26]

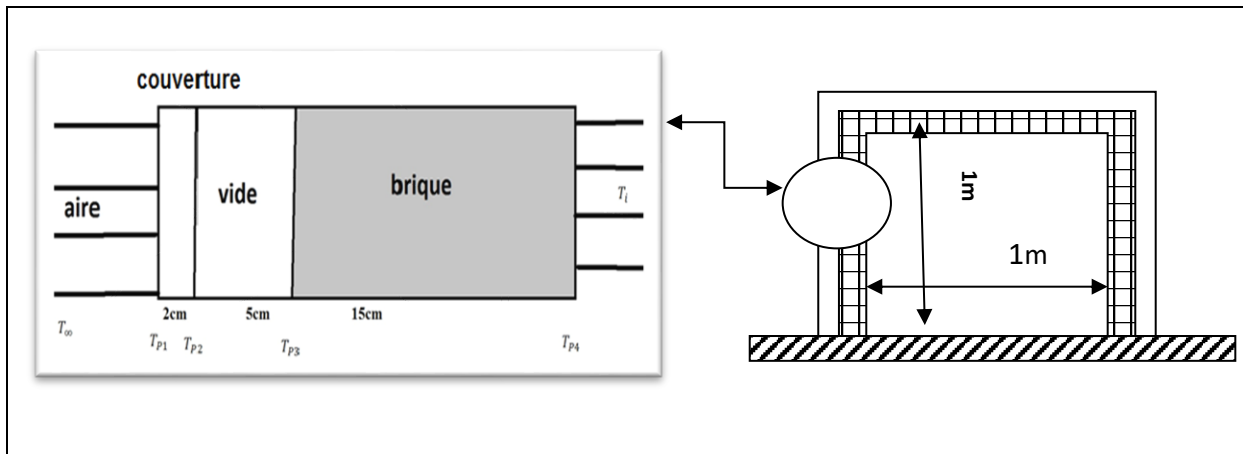


Figure (III.1) : Schéma d'un box avec couverture.

$T_{\infty}$  : Température extérieur.

$T_i$  : Température intérieur.

On a la loi de Newton de conduction :

$$Q = h \cdot s (T_{P1} - T_{\infty}) > 0$$

Avec:

$h$ : Coefficient de transert thermique.

$s$ : La surface.

On a la loi de Faraday :

$$Q = \lambda(k) = \lambda \cdot s \cdot dt/e$$

Avec :

$dt$  : Différence de température.

$e$  :Epaisseur.

A partir la loi de Faraday nous trouvons que :

$$Q = \lambda \cdot s \cdot \frac{T_{P1} - T_{P2}}{e} = \frac{T_{p1} - T_{p2}}{e/y \cdot s}$$

Pour calculer  $T_i$  (Température intérieur) :

On a :

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + \dots$$

On remplace chaque Q par ce qui lui est équivalent nous trouvons que :

$$Q_t = h \cdot S \cdot (T_{P1} - T_\infty) + \lambda_a \cdot S \cdot \frac{(T_{P1} - T_{P2})}{e_1} + \lambda_{air} \cdot S \cdot \frac{(T_{P2} - T_{P3})}{e_2} + \lambda_{brique} \cdot S \cdot \frac{(T_{P3} - T_{P4})}{e_3} + \lambda_e \cdot S \cdot \frac{(T_{P4} - T_i)}{e_4}$$

Et de ceci on trouve :

$$Q_t = \frac{T_\infty - T_i}{\frac{1}{h \cdot S} + \left(\frac{e_1}{k_1 s_1}\right) + \left(\frac{e_2}{k_2 s_2}\right) + \left(\frac{e_3}{k_3 s_3}\right) + \left(\frac{1}{h_2 \cdot S}\right)}$$

Alors que :

$$Q_t = \frac{T_\infty - T_i}{\frac{1}{h \cdot S}}$$

Et on a :

$$Q_t = Q$$

Donc :

$$Q_t = Q = \frac{T_\infty - T_i}{\frac{1}{h \cdot S}}$$

et de ceci on aura :

$$-T_i = \left[ Q * \left(\frac{1}{h \cdot S}\right) \right] - T_\infty$$

Donc :

$$T_i = - \left[ Q * \left(\frac{1}{h \cdot S}\right) \right] + T_\infty$$

### III.4 RESULTAT OBTENIR DE LES TEMPERATURES INTERNE DE CHAQUE BOX PAR EXCEL

Tableau (III.2) : Température interne et externe du premier box (S1).[25]

Temps en (Heure)	Température externe (C°)	Température interne (C°)	$\Delta T = T_{ext} - T_{int}$ (C°)
06 <sub>h</sub>	30.5	30.8	- 0.3
07 <sub>h</sub>	30.7	31.5	-0.8
08 <sub>h</sub>	31.4	31.7	-0.3
12 <sub>h</sub>	41.5	33.4	8.1
13 <sub>h</sub>	43.6	36.7	6.9
14 <sub>h</sub>	45.2	38.3	6.9
17 <sub>h</sub>	46.5	44.5	2
18 <sub>h</sub>	43.1	43.9	-0.8
19 <sub>h</sub>	40	44	-4

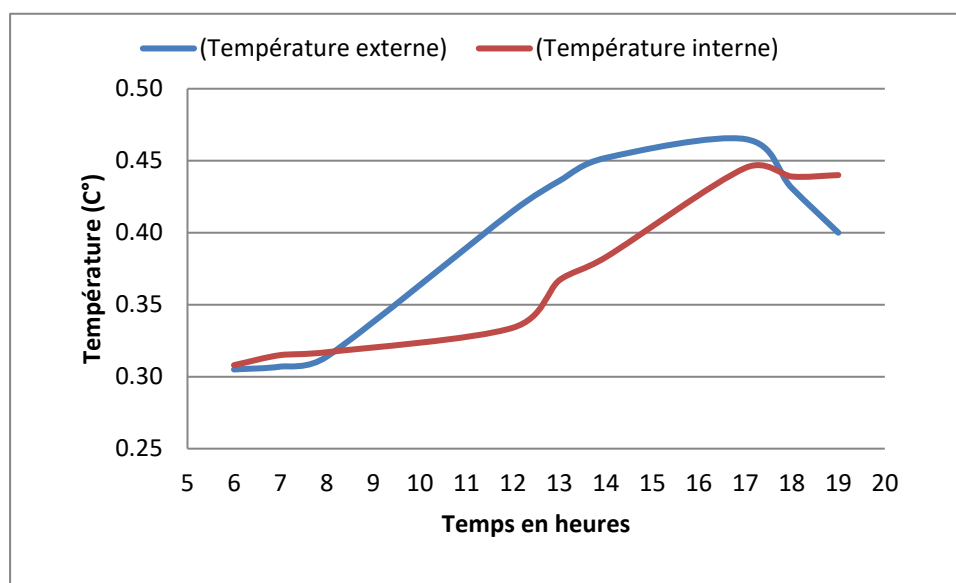


Figure (III.2) : Température interne et externe de (S1) en fonction de temps.

Il est claire que la température extérieure augmente avec le levée du soleil où elle atteint son maximum de 14h00 jusqu'à 17h30 où la courbe commence à descendre conformément au couché du soleil.

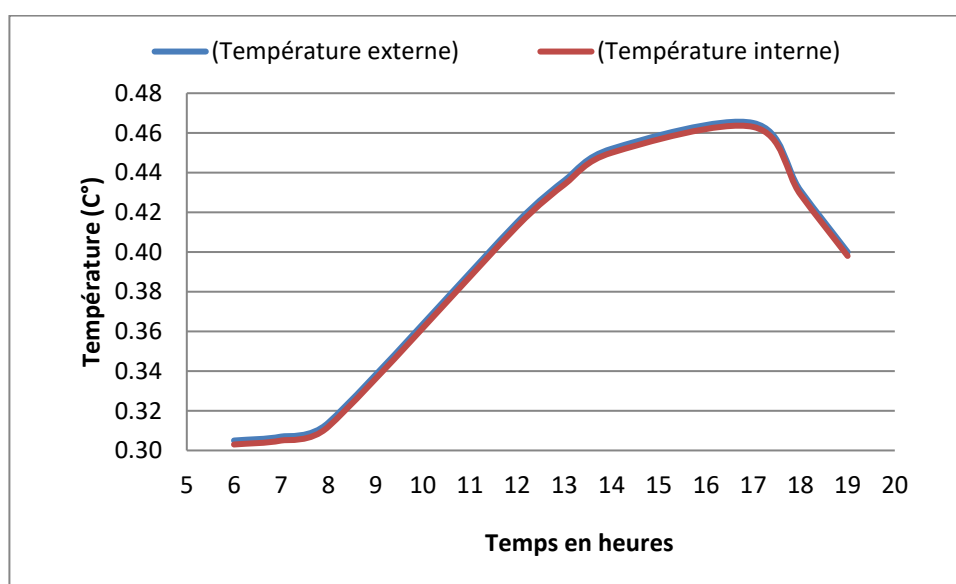
La température intérieure tend à suivre la température extérieure mais avec un écart variable, cet écart est de 6h à 8h du matin négatif et insignifiant à lors qu'à partir de 8h jusqu'à 18h est positif et atteint son maximum entre 12h et 15h.

**Pour le box N°S2**, où les résultats de calcul sont présentés sur le tableau(III.3) ci-après:

**Tableau (III.3) : Température interne et externe de deuxième box (S2).**

Temps en (Heures)	Température externe (C°)	Température interne (C°)	$\Delta T = T_{ext} - T_{int}$ (C°)
06 <sub>h</sub>	30.5	30.3	0.2
07 <sub>h</sub>	30.7	30.5	0.2
08 <sub>h</sub>	31.4	31.2	0.2
12 <sub>h</sub>	41.5	41.3	0.2
13 <sub>h</sub>	43.6	43.4	0.2
14 <sub>h</sub>	45.2	45	0.2
17 <sub>h</sub>	46.5	46.3	0.2
18 <sub>h</sub>	43.1	42.9	0.2
19 <sub>h</sub>	40	39.8	0.2

Sur le tableau (III.3) on remarque que la différence entre la température externe et interne est de 0.2 C°, le long de la période d'essai. Et que la température extérieure est toujours supérieure à la température intérieure pour le deuxième box (ayant une couverture en Aluminium).



**Figure (III.3) : Températures interne et externe du box (S2) en fonction du temps.**



A partir de la figure (III.3), les courbes sont pratiquement identiques avec une légère différence pratiquement insignifiante selon le modèle adopté.

La vérification du model de calcul retenu ne peut se faire que par la réalisation pratique d'un box réel.

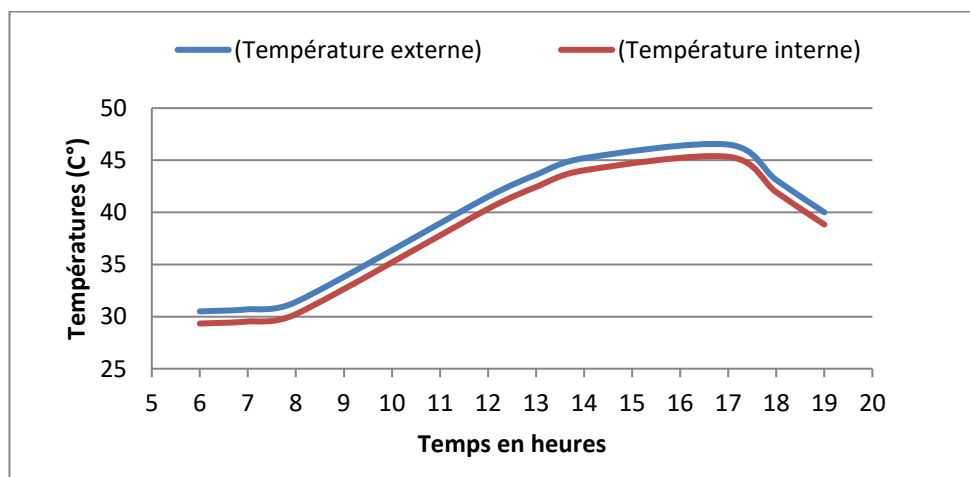
**Pour le box N° S3**

Les résultats de calcul du box N°S3 sont présentés sur le tableau (III.4) ci-après:

**Tableau (III.4) : Température interne et externe du troisième box (S3).**

Temps en (Heure)	Température externe (C°)	Température interne (C°)	$\Delta T = T_{ext} - T_{int}$ (C°)
06 <sub>h</sub>	30.5	29.33387805	1.166121
07 <sub>h</sub>	30.7	29.53387805	1.16612
08 <sub>h</sub>	31.4	30.23387805	1.1661
12 <sub>h</sub>	41.5	40.33387805	1.1661
13 <sub>h</sub>	43.6	42.43387805	1.1661
14 <sub>h</sub>	45.2	44.03387805	1.16612
17 <sub>h</sub>	46.5	45.33387805	1.1661
18 <sub>h</sub>	43.1	41.93387805	1.16612
19 <sub>h</sub>	40	38.83387805	1.16612

Le tableau (III.4) représenté les températures internes et externes et la différence entre elles au cours du temps pour le troisième box (ayant une couverture en contreplaque de boit). Il est clair que la différence entre la température interne et externe est pratique la même au cours du temps de l'essai voir 1.16C°, et que la température extérieur est toujours supérieure à la température intérieure.



**Figure (III.4) : Températures interne et externe de (S3) en fonction de temps.**

A partir de la figure (III.4), les courbes sont pratiquement identiques avec une différence de 1.16 C°, à notre sens très faible selon le modèle adopté. Il y a lieu de vérifier le model de calcul retenu qui ne peut se faire que par la réalisation pratique d'un box réel.

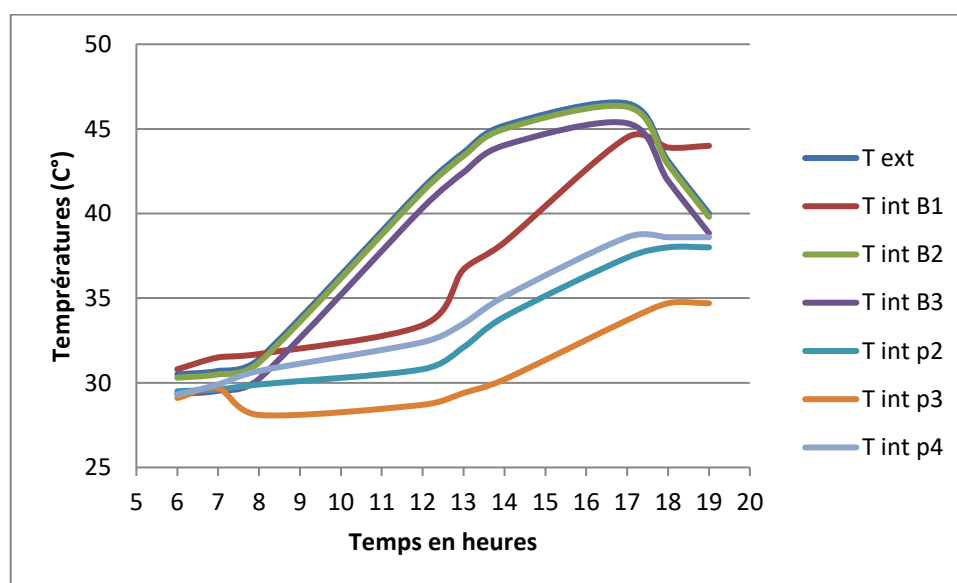
Les travaux menés par Hathia [25], ont conduit aux résultats mentionnés sur le tableau (III.5) suivant :

**Tableau (III.5) : Températures internes et externs des box salon Hathia [25]**

Les heures	T ext (°c)	T int p1 (°c)	T int p2 (°c)	T int p3 (°c)	T int p4 (°c)
06h	30.5	30.8	29.5	29.1	29.3
07h	30.7	31.5	29.6	29.7	29.9
08h	31.4	31.7	29.9	28.1	30.7
12h	41.5	33.4	30.8	28.7	32.4
13h	43.6	36.7	32.1	29.4	33.5
14h	45.2	38.3	33.9	30.2	35.1
17h	46.5	44.5	37.4	33.7	38.6
18h	43.1	43.9	38	34.7	38.6
19h	40	44	38	34.7	38.6

Si on veut comparer les résultats de note études avec ceux des travaux de Hathia [25], il ya lieu de remarquer sur la figure (III.5) qui juxtapose les différents résultats et mesures.

Il est clair pour l'ensemble des lectures que la température extérieure est la plus élevée par rapport aux températures internes que ce soient mesurées ou calculées.

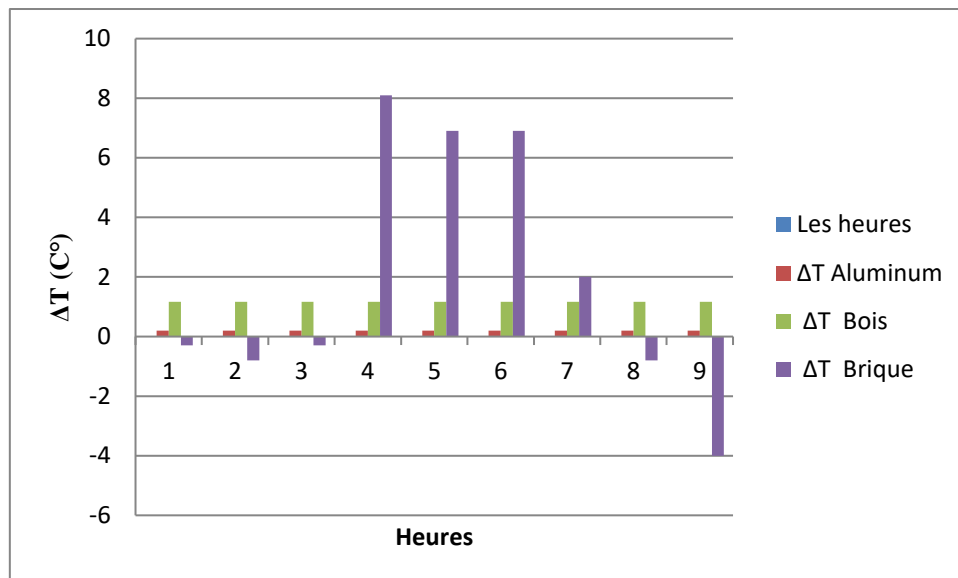


**Figure (III.5) : Températures internes et externes des différents box (calculées ou mesurées) en fonction de temps.**

Pour mieux voir la différence entre le comportement thermique des différents box, il y a lieu de comparer les écarts de températures des différents box. Comme montrée sur le tableau (III.5) et la figure (III.6) ci-après:

**Tableau (III.5) : Différences de température externe et interne en fonction des heures.**

Les heures	$\Delta T$ Aluminium (S2)	$\Delta T$ contreplaqué (S3)	$\Delta T$ Brique (S1)
06 <sub>h</sub>	0.2	1.166121	-0.3
07 <sub>h</sub>	0.2	1.16612	-0.8
08 <sub>h</sub>	0.2	1.1661	-0.3
12 <sub>h</sub>	0.2	1.1661	8.1
13 <sub>h</sub>	0.2	1.1661	6.9
14 <sub>h</sub>	0.2	1.16612	6.9
17 <sub>h</sub>	0.2	1.1661	2
18 <sub>h</sub>	0.2	1.16612	-0.8
19 <sub>h</sub>	0.2	1.16612	-4



**Figure (III.6) : Ecart entre les températures externes et internes en fonction d'heures.**

Dans le premier modèle (brique), on remarque une nette différence de température, ce qui indique l'influence des murs sur le processus de transfert de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur.

Dans le deuxième modèle (aluminium), on remarque une différence stable entre la température extérieure et interne.

Dans le troisième modèle (contre-plaquées en bois), on remarque une différence stable entre la température extérieure et interne.

Il semble que le model adopté ne reflète par la réalité du phénomène reste à modifier les conditions et rechercher les précautions non encore prise en considération tel que le cumul de l'énergie à l'intérieure du box chose qui peut modifier énormément les résultats trouvés.

### **III.5 CONCLUSION**

L'exposition du model adopté pour le calcul des températures internes des box semble ne pas être en concordance avec la réalité du phénomène.

Ecart de température est assez important ( $\Delta T = 8C^{\circ}$ ) pour le box S1 (celui de Hatia), alors que par simulation nous n'avons pas trouvé les mêmes valeurs escomptées pour les autres box que se soit en aluminium ou en contre-plaqué (bois)

## **CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS**

## CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

En guise de conclusion pour cette étude nous pouvons avancer ce qui suit:

Vu les données climatiques de la région de Ouargla à savoir Un été très chaud et sec, ou l'écart de température est assez important atteignant 15°C. et Un hiver assez froid et sec, avec un écart de température assez important. Cet état de fait, engendre une consommation d'énergie électrique est assez élevée en été à cause de la climatisation et que la consommation de gaz est assez élevée en hiver à cause du chauffage, si pour cette raison qu'il faut rechercher des solutions qui diminuent cette consommation d'énergie par des mesures adéquates, entre autres, l'utilisation des matériaux de construction qui assurent le confort thermique désiré soit ayant des caractéristiques thermiques favorables à être utilisés à Ouargla.

Etant donné que le confort thermique (objectif recherché par les habitants) est assez influencé par plusieurs paramètres climatologiques et les caractéristiques intrinsèques des matériaux de construction utilisés dans nos habitats, la définition ou la proposition d'un matériau pour une structure donnée s'avère une question assez complexe notamment qu'elle en relation avec plusieurs paramètres liés à l'environnement extérieur de l'habitat et à l'intérieur de ce dernier ainsi qu'aux conditions d'exposition soit l'orientation du bâtiment.

Par la présente étude, nous avons essayé d'exposer l'aspect climatologique de la région et caractéristiques thermiques des matériaux de construction utilisés dans la région ainsi que le fondement théorique du transfert de chaleur afin de chercher un modèle à adopter pour déduire la température interne à partir de la température externe à travers des boîtes fictives mises à cet égard et pour pouvoir les comparer aux résultats obtenus par d'autres chercheurs ayant travaillé sur les mêmes modèles mais d'une façon pratique.

Nous avons conclu encore que la couverture de la construction en contreplaqué à base de bois est un bon isolant thermique comparativement à la couverture en aluminium.

Malheureusement, le modèle de calcul choisi n'a pas reflété la réalité des changements de températures intérieures chose qui impose la nécessité encore d'autres approches de calcul afin de décrire la réalité du phénomène.

A ce propos, nous recommandons ce qui suit;

### **Recommandations:**

- 1- Nous conseillons les étudiants qui veulent poursuivre cette étude de veiller sur le modèle choisi et d'adapter une approche qui décrit fidèlement le phénomène en sa réalité.
- 2- Encourager plus ce genre d'études qui tiennent compte de l'aspect énergétique et confort thermique notamment la technologie des matériaux locaux ayant une résistance thermique assez élevée, et optimisation de qualité (résistance mécanique et thermique)

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] ROUVILLOIS B. ; « Le pays de Ouargla (Sahara Algérienne) variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. », Université Sorbonne, Paris.1975 ;

[2] ENAG "Recommandation architecturale », EDITION Ouvrage, Alger ; 1993

[3] L'office National De Météorologie. Les données climatiques de Ouargla de l'année de 2004 jusqu'à l'année 2014 ».

[4] Document, « Les Données SONELGAZ de Ouargla de l'année de2008 jusqu'à l'année 20110 ».

[5] Document, « Les Données SONELGAZ de Touggourt ».

[6] AURENT.M, VUILLERMOZ, P. Conductivité thermique des solides. Techniques de l'ingénieur, traité Constantes physico-chimiques K, 1993, 420.

[7] MEKHERMECHE A. « Contribution à l'étude des propriétés mécaniques et thermiques des briques en terre en vue de leur utilisation dans la restauration des Ksours sahariennes » mémoire de magister, université de Ouargla ,2012.

[8] Matériaux de construction « Cours en ligne matériaux de construction », « [www.la.refer.org](http://www.la.refer.org) ».

[9]YVES J., « transferts thermiques », Ecole des mines Nancy, Edition 2012.

[10]Fiche thermique, « Isolation thermique » Mairie de Paris, Edition Novembre2009.

[11] BOUVENOT A., « Transferts de chaleur », Edition 2010.

[12] CLONED J., « Les matériaux isolantes thermiques pour le bâtiment », Centre d'animation régional en matériaux avancé, Mai 2010.

[13]Fiche Thermique « Isolation thermique », Mairie de Paris, Edition Novembre2009.

[14] SAINT G., « Introduction à la thermique de bâtiment », Edition 2012.

[15]YVES J., « Théorie et pratique de la métrologie thermique » Ecole des mines Nancy, Edition 2008.

[16] M'SELLEM H. et ALKAMA D., « 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, 2009.

[17]BENTCHIKOU M. « Contribution A L'étude Et A L'élaboration De Matériaux Composites Pour L'isolation Thermique Cas de béton de fibres de papiers recyclés » thèse de doctorat, Ecole Nationale Polytechnique Alger, Mai2008.

- [18] MFOURA. « Simulation des paramètres du confort thermique d'hiver en Algérie » thèse de doctorat, université de Constantine, 2008.
- [19] ALAIN M. et ARLETTE Z., « Habitat traditionnel dans le monde éléments pour une approche» Etablissement humains et environnement socio-culturel UNESCO Aout1983.
- [20] KHAB H. «Etude du comportement hygrothermique d'éléments de construction. Application aux toitures» thèse de Master, Université de Constantine,2007.
- [21] CHAHWANE. «Valorisation de l'inertie thermique pour la performance énergétique des bâtiments» Thèse de doctorat, université de Grenoble, 2011.
- [22] NGUYEN. « Comportement des bétons ordinaire et à hautes performances soumis à haute température: application à des éprouvettes de grandes dimensions» Thèse de doctorat, université de Cergy Pontoise, 2013.
- [23] BEKKOUCHE, BENOUA, CHEKNANE. « Etude par simulation de l'effet d'isolation thermique d'une pièce d'un habitat dans la région de Ghardaïa» Revue des Energies Renouvelables, 2007.
- [24] Matériaux d'isolation thermique: choisir des matériaux sains : Avec un Ecobilan Favorable Juillet 2010.Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments, recommandation pratique MAT05.
- [25] HATIA M. «Contribution à l'étude des propriétés thermique et mécaniques des blocs de construction utilisés dans les toitures des bâtiments du désert» mémoire de magister, université de Ouargla, 2013.
- [26] BENZAADA S, BOUZIANEM «transfert de chaleur» cours universitaire ,2006 .