



**Université kasdi Merbah Ouargla**  
**Faculté des Sciences Appliquées**  
**Département de Génie Procédés**



## ***Mémoire de fin d'études***

***En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie des  
Procédés***

**Domaine:** Sciences et Technologie

**Filière:** Génie de Procédés

**Option:** Génie Chimique

**Présenté par: Amina SAOUD**

**Thème**

# **Utilisation des fibres naturelles dans l'isolation thermique des capteurs solaires**

**Soutenue publiquement le : 09/07/2019**

Devant la commission de jury :

Bouziane Khadija	M.A.A	Université Ouargla	Présidente
MENNOUCHE Djamel	M.C.A	Université Ouargla	Examineur
LATI moukhtar	M.A.A	Université Ouargla	Encadreur

**Année universitaire : 2018- 2019**

# DÉDICACES

**Ce modeste travail est dédié à :**

mes très chers parents (Mon Père Abd arachide, Ma Mère kherfi fatouma) qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, mes chers parents qui ont sacrifié toute leur vie afin de me voir devenir ce que je suis,

-mes frères : Idriss , Alhchmi et Abd allah

A mes soeurs : Meriem

A toute la famille : Saoud et kherfi

A mon oncle le professeur Mehamed Lamine , je vous remercie du fond du coeur.

A mes amis

A tous mes collègues de la promotion de 2 ème année Master génie chimie

A tous (es) qui ont contribués de près ou de loin à ma réussite

*Saoud Amina*

## *Remercîments*

Tous d'abord, nous tiens à remercier Allah clément et miséricordieux de notre avoir donné la force et le courage de mener à terme ce modeste travail.

Comme, c'est un plaisir de remercier tous ce qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire :

En premier lieu, nous voudrions exprimer notre remerciements les plus sincères à notre promoteur Lati moukhtar, pour notre avoir guidé pour la réalisation de cette étude et le soutien scientifique et moral.

Nos vifs remerciements iront aux membres de jury MENNOUCHE Djamel et Bouziane Khadija qui nous ferons l'honneur de juger notre travail.

Nous voudrions aussi remercier Mr Abi milloud Said pour leurs encouragements durant leurs passages au l'atelier,et

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participées de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

## Liste des figures

Figure I. 1: Classification des différents types de fibres naturelles .....	5
Figure I. 2: Structure et composition d'une paroi végétale .....	6
Figure I. 3: Palmier dattier .....	7
Figure I. 4: Fibres de Palmier dattier .....	8
Figure I. 5: Microstructure des fibres de palmier dattier .....	10
Figure I. 8: Laine de mouton .....	11
Figure I. 9 : Fibre de laine, vue longitudinale montrant les écailles extérieures .....	11
Figure I. 10 : L'argile de Beldet Âmer .....	12
Figure I. 11 : sable des dunes .....	13
Figure II. 1:Le schéma de principe d'un capteur solaire plan .....	17
Figure II. 2 : Schéma d'un capteur solaire plan .....	20
Figure II. 3 : Capteurs à tube sous vide .....	20
Figure II. 4 : Capteurs solaires non vitrés .....	21
Figure II. 5 : Capteur plan vitré .....	21
Figure II. 6: Principe de fonctionnement d'un capteur plan vitré .....	22
Figure III. 1: Coffre .....	26
Figure III. 2: Plaque d'aluminium .....	26
Figure III. 3:Vitre transparente .....	27
Figure III. 4: Les fibres de palmier dattier et Argile.....	28
Figure III. 5: Etape de préparation d'isolation Fibre/Argile.....	29
Figure III. 6: Le capteur réalise avec laine de mouton .....	29
Figure III. 7 : Un prototype réaliser par polystyrène .....	30
Figure III. 8: Photo des capteurs réalisés .....	31
Figure III. 9: Solarimètre à affichage numérique .....	32
Figure III. 10 : Thermocouple .....	32
Figure III. 11 :Le débit mètre.....	33
Figure III. 12: Variation du rayonnement solaire en fonction du temps.....	34
Figure III. 13 :Variation des températures sortie et entre en fonction de temps (18/06/2019) .....	35

Figure III. 14 :Variation des températures sortie et entré, en fonction de temps (19/06/2019).	36
Figure III. 15 :Variation des températures sortie et entré , en fonction de temps (20/06/2019).	36
Figure III. 16 : Variation des des débit volumique( $Q_v$ ) en fonction de tempe (18/06/2019)	37
Figure III. 17 : Variation des des débit volumique( $Q_v$ ) en fonction de tempe (19/06/2019).	38
Figure III. 18 :Variation des des débit volumique( $Q_v$ ) en fonction de tempe (20/06/2019)...	39
Figure III. 19: valeurs de rendement journalier (18/06/2019).....	40
Figure III. 20: valeurs de rendement journalier (19/06/2019).....	41
Figure III. 21: valeurs de rendement journalier (20/06/2019).....	41

## Liste des tableaux

Tableau I. 1 : Les caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées. ....	8
Tableau I. 2: Analyse chimique de la poudre des fibres calcinées à 400 °C .....	9
Tableau I. 3: Les principaux constituants organiques des fibres de dokar. ....	9
Tableau I. 4 : Analyse chimique d'argile. ....	13
Tableau I. 5 caractéristiques du sable de dunes .....	14
Tableau II. 1 :Caractéristiques des différents matériaux utilisés pour L'absorbeur .....	18
Tableau II. 2 : .Les caractéristiques des différents isolants utilisés.....	19

## Liste des Nomenclatures

<b>C<sub>p</sub></b> : Chaleur massique	J/K.kg
<b>Q<sub>v</sub></b> : débit volumique d'air	(m <sup>3</sup> /h).
<b>ρ</b> : Densité	kg/m <sup>3</sup>
<b>GI</b> : Rayonnement solaire total incident sur le capteur	W/m <sup>2</sup>
<b>η</b> : Rendement global	%
<b>T<sub>amb</sub></b> : Température d'ambiante	°C
<b>T<sub>e</sub></b> : Température d'entrée de l'air	°C
<b>T<sub>s</sub></b> : Température de sortie de l'air	°C
<b>T<sub>A/F</sub></b> Température de sortie de prototype des isolations d'argile et le fibre	°C
<b>T<sub>L</sub></b> Température de sortie de prototype des isolations de laine de mouton	°C
<b>T<sub>P</sub></b> Température de sortie de prototype des isolations de polyéthirène	°C
<b>S<sub>p</sub></b> Surface de passage d'air	(m <sup>2</sup> ).
<b>S<sub>c</sub></b> La surface captive	(m <sup>2</sup> ).
<b>V</b> : vitesse d'air	(m/s).

# Sommaire

Liste des figures .....	
Liste des tableaux.....	
Sommaire .....	
Introduction.....	1

## Chapitre I: Généralité sur les matériaux utilisés

I-1 Les fibres naturelles .....	5
I.2. Origines des fibres naturelles.....	5
1.3. Présentation de différentes fibres .....	6
I.3.1. Les fibres végétales.....	6
I.3.1.1.Composition chimique .....	6
I.3.1. 2. Les fibres des palmiers dattiers .....	7
I.3.1.2.1 Composition chimiques des fibres de palmier dattier .....	9
I.3.1.2.2. Analyse des Matières Organiques .....	9
I.3.2. Le fibre animale .....	10
I.3.2.1.Laine de mouton .....	10
I.3.2.1.1 Caractéristiques chimiques et techniques de la laine de mouton.....	11
II L'argile .....	12
II.1. Densité sèche .....	12
II.2. Analyse chimique .....	13
III. Le sable des dunes.....	13

## Chapitre II: généralités sur les capteurs solaires

I. Capteurs solaires .....	16
I .1. Définition .....	16
I.2.Types de capteurs solaires .....	16
1.2.1. capteur photovoltaïques .....	16
I.2.2 .Les capteurs solaires thermiques .....	16
I.3 Paramètres et caractéristiques de fonctionnement des capteurs solaires .....	22
I.3.1. Paramètres externes : .....	22
I.3.2.Paramètres internes : .....	22



## Chapitre III: Partie expérimental (étude comparative)

III.1. Introduction .....	24
III.2.Objectif :.....	24
III.3.Présentation du site .....	24
III.4.Principe de fonctionnement du capteur solaire solaire plan a' air .....	24
III.5.Les composants des capteurs réalisent .....	25
III.6. Dimension du capteur réalisé .....	25
III.7.Réalisation du capteur .....	26
III.7.1.Préparation de composant .....	26
III. 7.2.Préparation des matériaux .....	28
III.8. Angle d'inclinaison du capteur solaire.....	31
III.9. Appareillages de mesures.....	31
III.9.1. Mesure du rayonnement solaire global .....	31
III.9.2. Mesures des températures .....	32
III.9.3.Mesure du débit d'air: .....	33
III.10.Résultats obtenus :.....	33
III.10.1.Variation du rayonnement global.....	33
III.10.2.L'évolution de la température dans le capteur solaire .....	34
III.10.3.Variation du débit de l'air dans du capteur solaire .....	37
III.10.4. Rendement journalier :.....	39
CONCLUSION .....	43

*Introduction*  
*générale*

## Introduction

Les énergies renouvelables ont connu une première phase de développement à l'occasion des chocs pétroliers de 1973 et 1978, puis une période de repli après le contre-choc de 1986, avant de retrouver un second souffle en 1998 à la suite de la signature du protocole de Kyoto, protocole qui prévoit notamment une baisse de 5.2% des émissions de gaz à effet de serre des pays riches sur la période 2002-2012 par rapport à 1990. Parmi les énergies renouvelables, nous citons l'énergie solaire. En effet l'énergie thermique produite par voie solaire est une forme d'énergie très écologique sans émission de CO<sub>2</sub>. De ce fait substitution des charbons, gaz naturel et autres réduisent sans aucun doute les effets désastreux des systèmes énergétiques classiques[1].

Les applications thermiques de l'énergie solaire, telles que le distillat, le séchage des produits agroalimentaires et le chauffage des habitations ou de l'eau sanitaire, exigent de la part des collecteurs des rendements élevés. Cette performance peut être atteinte en réduisant les pertes thermiques à travers l'isolation du capteur solaire. L'isolation thermique est un des composants clés pour un bon capteur.

Les isolants les plus couramment utilisés sont la laine de verre et les mousses polyuréthanes pour leurs caractéristiques remarquables (faible conductivité thermique). Cependant, en plus des inquiétudes concernant leur caractère cancérigène, ces deux matériaux provoquent avec certitude des irritations cutanées et respiratoires lors de leur pose. Donc, les matériaux naturels écologiques sont là pour les remplacer[2].

L'objectif de ce travail consiste à apporter notre contribution à la valorisation des ressources locales en l'occurrence les fibres de palmier dattier, l'argile et la laine de mouton.

Quoique l'Algérie soit parmi les pays qui possèdent une multitude de matériaux végétaux (le palmier dattier) et animaux (laine de mouton), la valorisation de ces matériaux dans le domaine de l'isolation reste insuffisante.

Parmi les fibres végétales qui sont considérées comme déchet en Algérie, les fibres de palmier dattier. En dépit de son important potentiel quantitatif en Algérie, les fibres de palmier ne sont pas utilisées dans les différents secteurs industriels, et ceci faute d'une valorisation de ce matériau. Il y'a donc une nécessité d'explorer le potentiel d'utilisation de cette ressource au profit de l'industrie nationale. Vu leurs propriétés thermiques, les fibres de palmier dattier

représentent un matériau de renforcement très efficace pour l'isolation thermique des capteurs solaires.

Les fibres animales telles que la laine sont la deuxième source la plus importante de fibres naturelles après les fibres végétales. C'est aussi la deuxième source naturelle en termes de disponibilité. Généralement, les fibres animales sont plus coûteuses que les fibres végétales et la disponibilité est inférieure aux fibres végétales qui les rendent coûteuses pour certaines applications[3].

Nous souhaitons analyser la possibilité d'utiliser certaines végétales (palmier dattier) et animales (laine de mouton) pour réaliser des isolants thermiques des capteurs solaires.

Ce mémoire comporte les trois chapitres suivants :

- **Le premier chapitre** est consacré à une étude théorique générale sur les matériaux utiliser.
- **Le deuxième chapitre** présent de généralité sur le capteur solaire.
- **Le troisième chapitre** comporte l'étude comparative sur les capteurs solaires avec les résultats trouvés et la discussion.

Enfin nous avons terminé notre travail par une conclusion générale.



# **CHAPITRE I:**

## **Isolants thermique utilisés**

## I-1 Les fibres naturelles

Les fibres naturelles provenant du secteur forestier ou animale sont considérées aujourd'hui comme une alternative intéressante aux fibres classiques (amiante, verre, carbone et aramide). L'utilisation des fibres continue d'augmenter en raison de leurs avantages: faible densité par rapport aux fibres de verre, renouvelables, faible coût, propriétés mécaniques élevées (résistance à la traction). De plus, les fibres végétales ont une structure poreuse, ce qui conduit à une bonne isolation thermique et acoustique. Les fibres naturelles font par conséquent partie de la nouvelle génération de renforts qui respecte l'environnement et peuvent être incorporés dans diverses matrices pour en faire des matériaux écologiques, légers et à faible coût. [4]

## I.2. Origines des fibres naturelles

Les fibres naturelles sont subdivisées en fonction de leurs origines, venant de plantes (cellulosique), d'animaux (protéinique) ou de minéraux (amiante) [4].

La classification des différents types de fibres naturelles est présentée dans la figure 1.1.

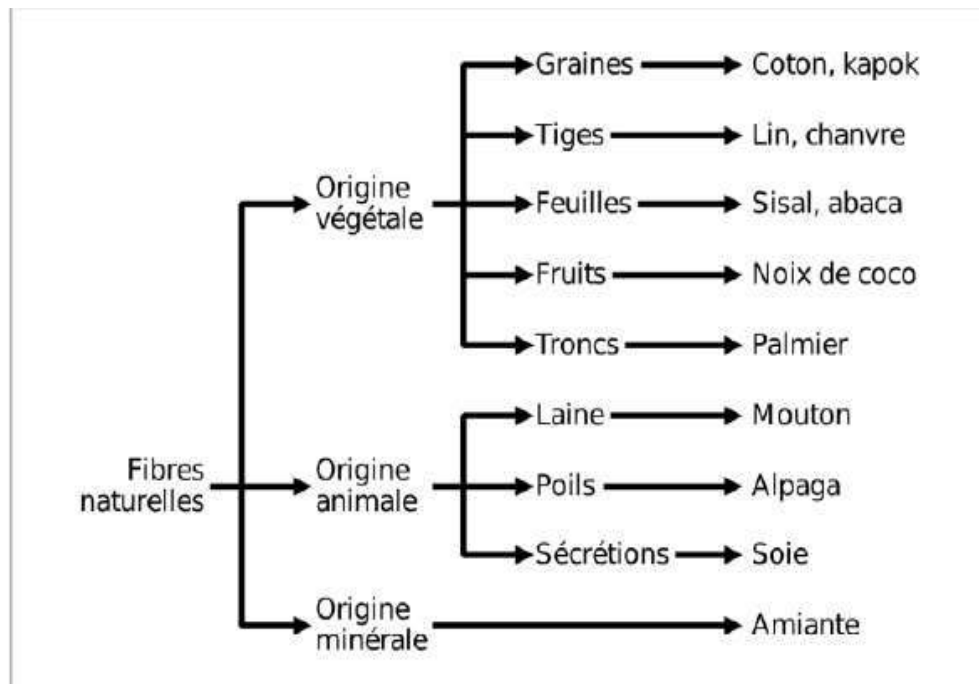


Figure I. 1: Classification des différents types de fibres naturelles [5]

### 1.3. Présentation de différentes fibres .

En raison de leur disponibilité partout, les fibres végétales et les fibres animales remplacent de plus en plus les fibres synthétiques dans les matériaux composites pour les applications industrielles. Parmi les nombreuses fibres , on cite dans ce qui suit, un étude de chaque type de fibre de diverses provenances : palmier dattier, le mouton.

#### I.3.1. Les fibres végétales

Les fibres végétales peuvent être considérées comme composites naturels constituées essentiellement de fibrilles de cellulose, maintenues ensemble par une matrice composée principalement de lignine et d'hémicellulose (Figure 1.2). Les fibrilles de cellulose sont orientées en hélice suivant un angle nommé angle micro fibrillaire. Les conditions climatiques, l'âge et le processus de digestion influe non seulement sur la structure des fibres, mais aussi la composition chimique [4].

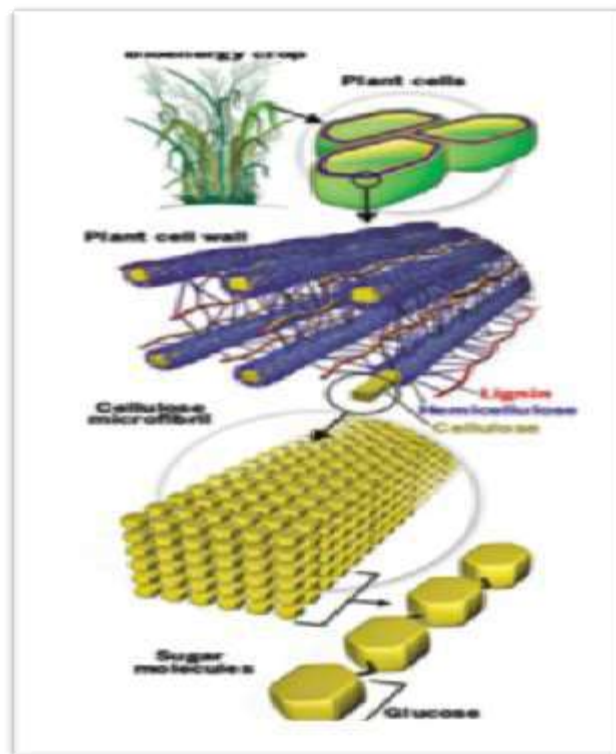


Figure I. 2: Structure et composition d'une paroi végétale [4].

##### I.3.1.1.Composition chimique

Les Les principales composantes des fibres végétales sont la cellulose ( $\alpha$ -cellulose), l'hémicellulose, la lignine, la pectine, et les cires [5,6].



### I.3.1. 2. Les fibres des palmiers dattiers

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est l'un des palmiers les plus cultivés pour ses fruits dans les régions arides et semi-arides du monde [7,8]. Le palmier dattier peut atteindre un âge qui dépasse le siècle . L'Algérie dispose des millions de palmiers-dattiers dont plus de la moitié est du cultivar 'Deglet Noor' et le reste produit plus de 800 variétés de dattes dans les oasis du sud [8].En 2013 L'entretien annuel des palmiers dattiers produit un gisement renouvelable estimé à 200 000 tonnes de déchet renouvelable constitué essentiellement de palmes sèches . Les matériaux issus de l'entretien périodique des palmiers dattiers présentent des caractéristiques thermiques comparables à des produits finis industrialisés [9].

Il est intéressant de noter qu'il existe des palmiers mâles appelés dokars et des palmiers femelles. Le palmier dattier a une structure fibreuse, présentant quatre types de fibres : les fibres de bois dans le tronc, les fibres de feuille au niveau des pédoncules, les fibres de surface autour du tronc (figure 1.3) [10] .

En effet, une étude effectuée sur le tronc de palmier dattier montre une conductibilité thermique comparable à celle des panneaux de polystyrène largement utilisé dans les systèmes d'isolation thermique .



**Figure I. 3: Palmier dattier [4]**

les fibres ne forment point un tissu comme dans le bois ordinaire. Ce tissu présente des couches assez semblables à des toiles d'araignées (ils sont placés sans ordre, les uns à côté des autres)[2].

Les fibres utilisées dans cette étude sont des fibres végétales de palmier dattier de dokar.



**Figure I. 4:** un fibres de Palmier dattier [11] .

il a constaté que les fibres de dokar donnent le meilleur résultat de isolation thermique. C'est pour cette raison notre choix est porté pour ces fibres [10].

**Les caractéristiques des fibres de palmier dattier de Ouargla comme suite dans le tableau I.1 :**

Les essais effectués sur les fibres par KRIKER et ABBANI [12] .

**Tableau I. 1 :** Les caractéristiques physiques et mécaniques des fibres utilisées.[

<i>Masse volumique apparente</i>	$\rho_a = 512.21 - 1088.81 \text{ Kg/m}^3$		
<i>Masse volumique absolue</i>	$\rho_s = 1300 - 1450 \text{ Kg/m}^3$		
<i>Résistance à la traction [MPa]</i>	L=100mm	L=60 mm	L=20 mm
	170 ±40	240 ±30	290±20
<i>Déformation à la rupture</i>	$\epsilon = 0.232$ (fibre de diamètre 0. 8 mm)		
<i>Taux d'humidité</i>	w = 9.5 - 10.5 %		
<i>Taux d'absorption en eau (après 24H)</i>	TA = 96.83 - 202.64 %		
<i>Diamètre (des fibres utilisées)</i>	d = varié entre 0.1 - 1 mm		

### I.3.1.2.1 Composition chimiques des fibres de palmier dattier

L'analyse par spectrochimie de la poudre des fibres après calcination à 400 °C donnée les éléments suivants : les essais dont réalise au laboratoire ' INSA Lyon'

**Tableau I. 2:** Analyse chimique de la poudre des fibres calcinées à 400 °C

<i>Elément</i>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF
%	48.04	6.12	2.51	0.05	4.88	14.2	1.81	2.8	0.42	0.45	18.08

Vu le pourcentage élevé de SiO<sub>2</sub> et CaO, nous remarquons que les fibres utilisées contiennent aussi de la silice et de la chaux.

En outre l'analyse, de la poudre des fibres calcinées à 400°C, par les rayons X

a montrée aussi que les fibres de palmier dattier type Dokar contiennent le quartz SiO<sub>2</sub>, la calcite CaCO<sub>3</sub>.

### I.3.1.2.2. Analyse des Matières Organiques

L'Analyse des matières organiques des fibres de dokar, au laboratoire de biologie de l'université de Ouargla, a donné sur le tableau I.3 les proportions de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. Nous constatons que ces fibres présentent des taux en cellulose et hémicellulose relativement faibles par rapport à celui des fibres de sisal.

la cellulose est l'élément essentiel de la résistance [12].

**Tableau I. 3:** Les principaux constituants organiques des fibres de dokar.

<i>Matière</i>	Cendre	Cellulose	Hémicellulose	Lignine
<i>Proportion (%)</i>	1.2 ± 0.3	43 ± 2	8 ± 2	35 ± 5

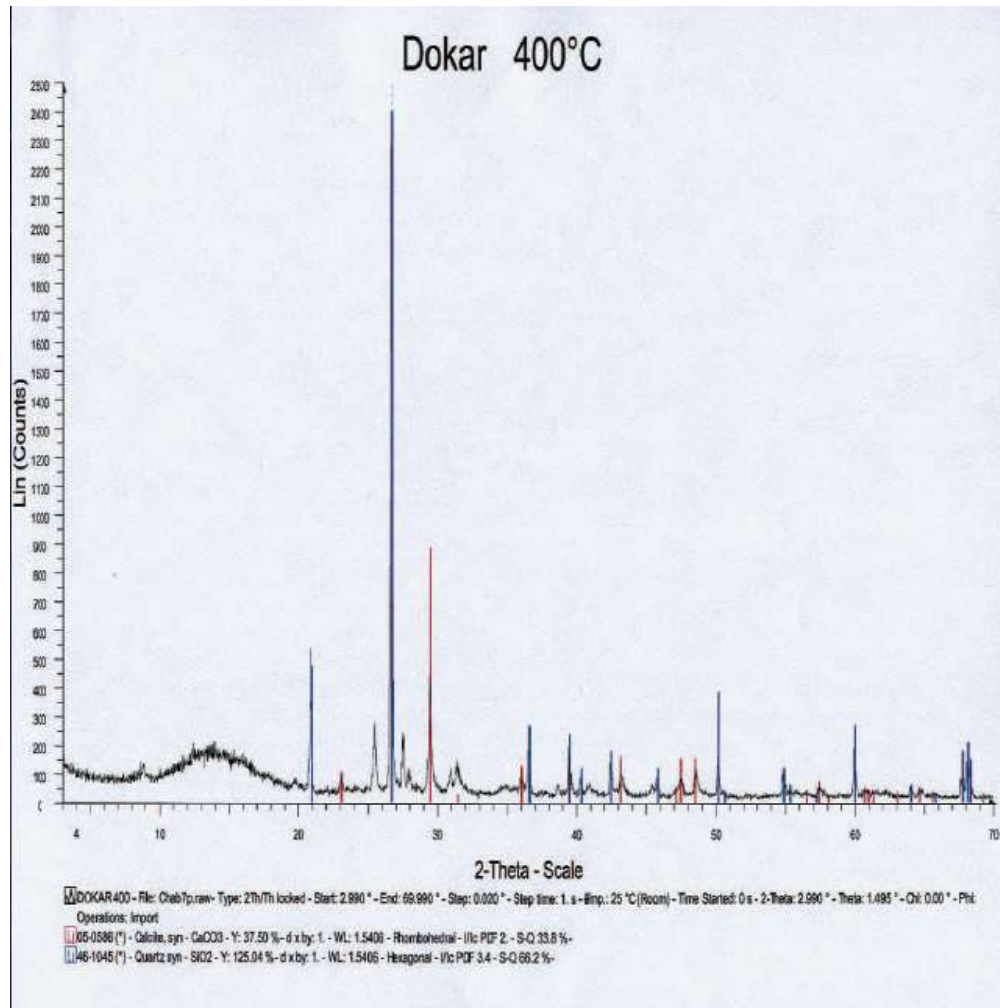


Figure I. 5: Microstructure des fibres de palmier dattier [11]

### I.3.2. Le fibre animale

Le fibre animale est une soie et la laine sont des fibres protéiniques composées de divers acides aminés se présentent sous forme de poils ou de soies. Parmi ceux-ci sont des fibres de laine

La laine est un matériau généralement d'origine animale qui est constitué de fibres kératiniques, utilisé dans la production textile, notamment pour d'isolant thermique [13].

#### I.3.2.1. Laine de mouton

la laine est un bon isolant thermique, notamment du fait qu'elle emprisonne près de 80 % d'air dans son propre volume. Elle est très fortement hygroscopique. Cela signifie qu'elle peut absorber et relâcher l'eau à hauteur de 33% de son poids (c'est-à-dire 1 kg de laine absorbe jusqu'à 330 millilitres d'eau)[13].



**Figure I.6:**Laine de mouton

Un fibre de laine mesure de 20 à 80 microns de diamètre et sa longueur varie de 2 à 30 cm. La fibre de laine est recouverte d'écailles ; sa section montre une sorte d'écorce appelée *cuticule* où se creuse un canal [14].



**Figure I.7:** Fibre de laine, vue longitudinale montrant les écailles extérieures [14]

### **I.3.2.1.1 Caractéristiques chimiques et techniques de la laine de mouton**

Le constituant principal de la laine est la kératine, molécule complexe constituée d'acides aminés[13]. Les caractéristiques technique de laine de mouton comme suite [14] :

- Chaleur spécifique : 1720 – 1750 J/KgK
- Conductivité thermique : 0,035 W/mK
- Résistance incendie : incombustible classe B2-E
- Densité de la laine : 20 kg/m<sup>3</sup>.
- résistance thermique pour 5 cm (m<sup>2</sup>K/W) :1,34
- résistance thermique pour 15 cm (m<sup>2</sup>K/W) : 4,29

## **II L'argile**

L'argile est une roche sédimentaire, composée pour une large part de minéraux spécifiques, silicates en général d'aluminium plus ou moins hydratés, qui présentent une structure feuilletée qui explique leur plasticité, ou bien une structure fibreuse qui explique leurs qualités d'absorption. Pour notre étude on a utilisé l'argile de Touggourt le gisement de Beldet Amer [15].



**Figure I.8:** L'argile de Beldet Âmer [11]

Nous avons effectué les essais suivants sur l'argile :

- Densité sèche
- Analyse chimique

Ces essais sont réalisés au laboratoire de travaux public de L.T.P.Sud OUARGLA.

### **II.1. Densité sèche**

Le résultat de la densité sèche est mesuré selon la norme NF P 94/064.

- La densité sèche P =2,03 g/cm<sup>3</sup>

## II.2. Analyse chimique

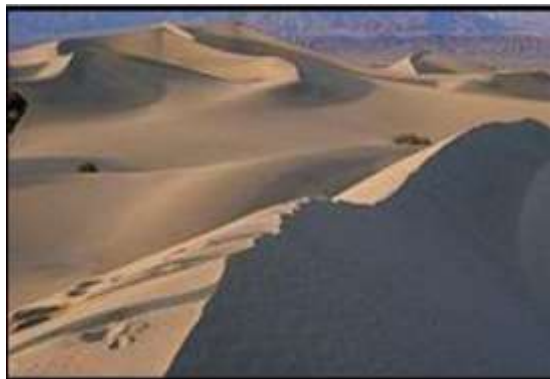
Les principaux résultats de l'analyse chimique réalisée au laboratoire de travaux public de L.T.P.Sud OUARGLA sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau I. 4** : Analyse chimique d'argile [11].

	Composants	Pourcentages(%)
<i>Insolubles NF P 15 – 461</i>	Insolubles	63,18
<i>Sulfates BS 1377</i>	SO <sub>3</sub>	0,45
	Ca SO <sub>4</sub> / 2H <sub>2</sub> O	2,46
<i>Carbonates NF P 15 – 461</i>	CaCO <sub>3</sub>	18
<i>Chlorures méthode de MOHR</i>	Cl <sup>-</sup>	0,42
	NaCl	0,68

## III. Le sable des dunes

Le sable des dunes est le résultat d'une érosion et d'une sédimentation des différentes roches suivi d'un transport fluviatile et parfois éolien. La plus grande partie des formations sableuses est constitué de quartz. Il est caractérisé par une granulométrie fin et très serrée [11].



**Figure I.6** : sable des dunes [11].

Les caractéristiques et les compositions chimique du sable de dunes sont donné dans les tableaux(I.5 et I.6)[11].

**Tableau I. 5.** caractéristiques du sable de dunes

Masse volumique absolue	$\rho_s = 2560 \text{ kg/m}^3$
Masse volumique apparente	$\rho_a = 1512,5 \text{ kg/m}^3$
Equivalent de Sable	ESp = 99,23 % ESv = 97.86%

**Tableau I. 6 .** Compositions chimique de sable .

<i>Composants</i>	Pourcentages (%)
<i>Fe 2O3 – AL2 O3</i>	0,25
<i>SO4 Ca, 2H2 O 2, Insoluble</i>	2,78
<i>SO4</i>	0,51
<i>Ca CO3</i>	1,30
<i>Insoluble</i>	93,23
<i>Na Cl</i>	Trace
<i>Perte au Feu</i>	1,16



# **Chapitre II**

## **Généralité sur les capteurs solaires.**

## I. Capteurs solaires

### I.1. Définition

Un capteur solaire est défini comme étant tout système recevant de l'énergie solaire en la transformant en une énergie utile [16].

### I.2.Types des capteurs solaires

Principalement il y a deux types de capteurs solaires :

#### I.2.1 capteurs solaires photovoltaïques

Qui transforment l'énergie lumineuse en énergie électrique. L'effet photovoltaïque constitue la conversion directe de l'énergie du rayonnement solaire en énergie électrique



Figure II.1: Photovoltaïques [ 17]

#### I.2.2 .Les capteurs solaires thermiques

Les capteurs solaires thermiques transforment l'énergie radiante en énergie thermique extraite [18] .

Ces capteur sont un dispositif destiné à absorber le rayonnement solaire et à transmettre la chaleur ainsi produite à un fluide caloporteur [16].

Il existe deux types des capteurs solaires thermiques

##### a- capteurs solaires à concentration

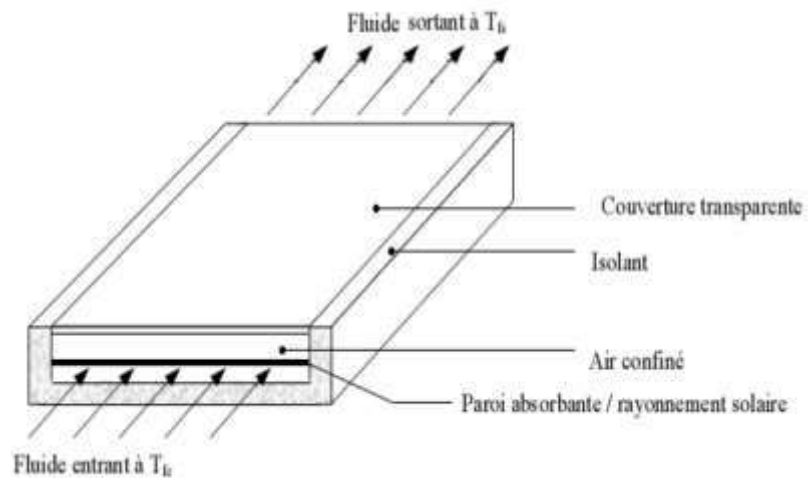
Il existe plusieurs types

- Un capteur cylindro-parabolique.
- Un capteur parabolique.
- La tour.
- Les cuiseurs solaires.

### b- Capteurs solaires plans à air .

Ces capteurs solaires plans à air transforment l'énergie radiante du soleil en énergie thermique extraite par l'air en écoulement dans le capteur. Cette énergie est utilisée dans différentes applications solaires, comme par exemple, le séchage des grains ou du bois, le chauffage des locaux industriels ou à usage d'habitation. Plusieurs types de capteurs à air ont été construits et testés à travers le monde. L'objectif principal étant de collecter le maximum d'énergie solaire à un coût minimum [19].

L'efficacité des capteurs dépend de l'angle qu'ils forment avec le plan horizontal. Leur inclinaison optimale varie selon la latitude de lieu d'installation.



**Figure II.2:Le schéma de principe d'un capteur solaire plan est [1]**

#### b-1- Les composants d'un capteur solaire plan

Le capteur plan est une boîte constituée de trois parties principales :

**b-1-1- Partie avant**

C'est la couverture transparente constituée du verre ou du plastique et qui peut être simple, doublée ou triplée. Cette couverture doit assurer trois fonctions essentielles

- Recevoir le maximum du rayonnement incident sans réflexion ni diffusion importante.
- Transmettre la plus part du rayonnement reçu.
- S'opposer aux déperditions thermiques par convection et rayonnement.

**b-1-2- Partie absorbante**

C'est au niveau de laquelle s'effectue la conversion thermique, et qui doit assurer les fonctions suivantes :

- Absorber la plus grande partie du rayonnement incident.
- Transmettre la chaleur produite par cette absorption vers le fluide caloporteur.
- N'accepter que le minimum d'échanges thermiques vers l'extérieur pour rendre efficace cette partie.

**Tableau II. 1 :** Caractéristiques des différents matériaux utilisés pour L'absorbeur

Matière	$\lambda$ Conductivité w/m°C	Chaleur massique k cal/kg°C	Masse volumique kg/m <sup>3</sup>
Aluminium	230	0,214	2,700
Cuivre	380	0,092	8,930
Zinc	112	0,092	7,130
Acier (galvanisé)	52	0,174	7,900
Inox	52	0,17	7,900
Matières plastiques	0,2 - 0,4	0,2 – 0,25	1,000 à 1,500

**b-1-3- Partie arrière**

Elle est généralement constituée d'une couche isolante, qui diminue les pertes par convection et ralentit ainsi le refroidissement de la face opposée au rayonnement solaire. Le choix du matériau à utiliser dépend de :

- . Masse volumique | Température maximale d'utilisation
- La permanence de ces caractéristiques dans le temps (conductivité thermique).

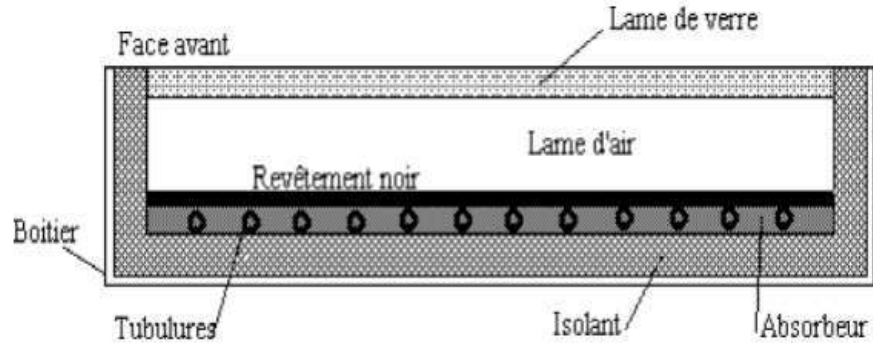
La résistance aux chocs, à l'humidité, au feu, à l'eau de pluie....etc [20].

Généralement les matériaux utilisés sont la laine de verre et les mousses de polyuréthane. Il faut que les produits utilisés résistent aux températures de fonctionnement. Le polystyrène dont la limite d'utilisation est 85 °C et à proscrire. Les laines de verre et laines de roche sont sensibles à l'humidité et il faut veiller à ce qu'elles restent toujours sèches. Le (tableau .III.3) donne les caractéristiques des différents isolants utilisés.

**Tableau II. 2 :** .les caractéristiques des différents isolants utilisés [21]

	$\rho$ en kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ en W/m.K	$\rho C$ en Wh/m <sup>3</sup>	Epaisseur hiver en cm	Epaisseur été en cm
Laine de bois	160	0.050	90	22.5	21.5
Ouate de cellulose	100	0.050	51	22.5	27
Chènevotte	90	0.055	48	22.5	28.2
Laine de bois	55	0.040	31	18	31.2
Liège expansé (vrac)	60	0.045	31	18.9	32
Ouate de cellulose (insufflée)	60	0.048	31	21.6	34.2
Perlite expansé	80	0.050	22	22.5	41.2
Polyuréthane rigide	30	0.030	12	13.5	44
Coton	20	0.040	6	18	58
Laine de mouton	10	0.040	5	18	82.7
Laines minérales	15	0.040	5	18	83.6
Polystyrène	7	0.035	3	15.8	98.5
Fibres polyester	15	0.045	2	19.5	110

Dans notre étude nous avons choisis un nouveau composite l'argile renforcé avec le fibre de palmier dattier et le laine de mouton comme isolant en raison de sa conductivité faible.

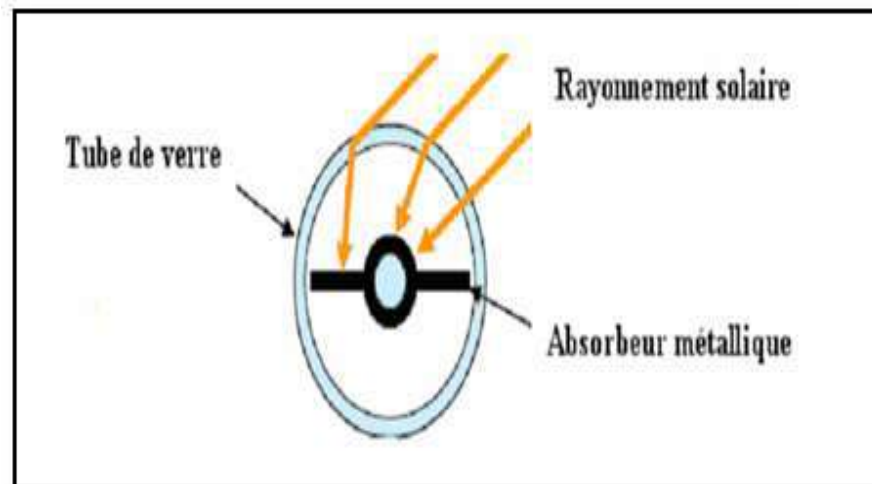


**Figure II.3:** Schéma d'un capteur solaire plan [20]

### b-2- Les types d'un capteur solaire plan

#### b-2-1- Les capteurs à tubes sous vide

Le capteur à tubes sous vide présenté dans la figure (I.6), permet de satisfaire aux applications nécessitant des niveaux de températures plus importants. Il se trouve dans des applications industrielles, mais pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, il se trouve aussi dans l'habitat individuel et collectif[16].

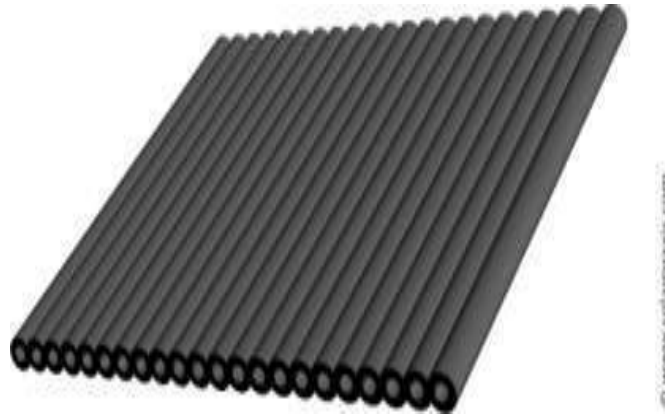


**Figure II.4:** Capteurs à tube sous vide

#### b-2-2- Les capteurs plans non vitrés

Sont des capteurs simples adaptés aux basses températures peu sensibles à l'angle d'incidence du rayonnement [21] .

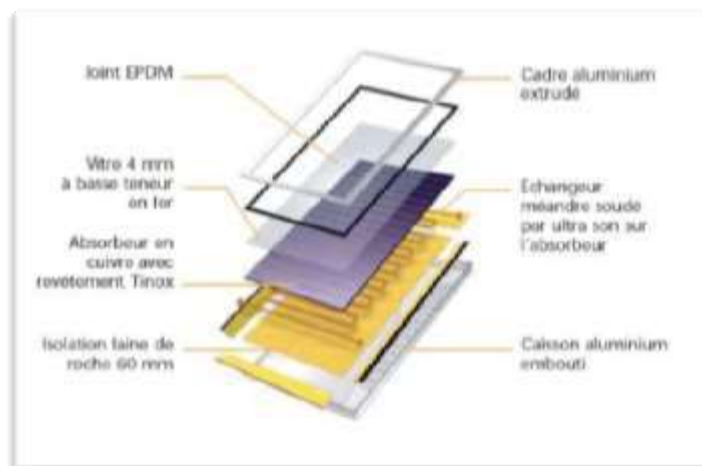
- Convient au piscines
- Peu coûteux
- Faible rendement



**Figure II.5:** Capteurs solaires non vitrés [22]

#### b-2-3- Les capteurs plans vitrés

- Rendement meilleur que non vitré (effet de serre)
- Température entre 30°C et 80
- Technologie la plus répandue



**Figure II.6:** Capteur plan vitré [22]

### I.3 Paramètres et caractéristiques de fonctionnement des capteurs solaires

#### I.3.1. Paramètres externes :

- Paramètres d'ensoleillement : éclairement énergétique du au rayonnement global, à la position du soleil et à la durée d'insolation.
- la température extérieure.
- la vitesse du vent sur le capteur.

#### I.3.2. Paramètres internes :

- Paramètres de position : l'inclinaison et l'orientation.
- Dimensionnement du capteur : L'épaisseur, la longueur, la largeur, et la surface réceptrice.
- La section de passage du fluide.

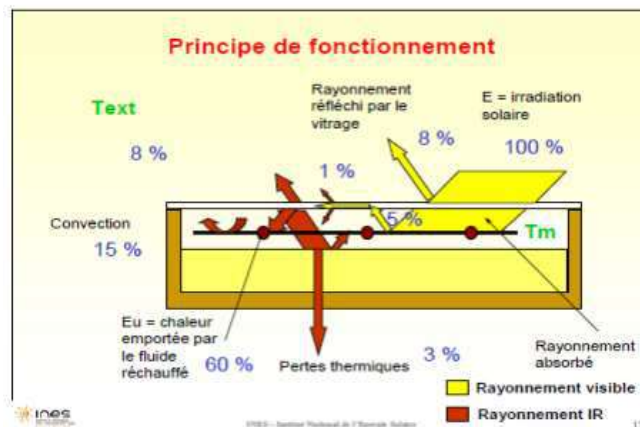


Figure II.7: Principe de fonctionnement d'un capteur plan vitré [20]



**Chapitre III :**  
**Partie expérimental (étude comparative)**

**Chapitre III : Partie expérimental (étude comparative)****III.1. Introduction**

Ce chapitre est composé de trois parties, la première partie est dédiée aux matériaux utilisés et aux techniques d'étude des propriétés des fibres. La deuxième est consacrée aux préparations des échantillons des composites à base de fibres de palmier dattier et d'argile.

Dans la troisième partie on s'intéresse aux :

- ✓ Mesures expérimentales:Le rayonnement solaire, les températures de l'air à l'entrée et la sortie du capteur, les températures de l'air ambiant et les débits de l'air à l'intérieure du capteur solaire
- ✓ Calcule des rendements thermiques des capteurs solaires.

**III.2.Objectif :**

L'objectif de ce travail consiste à la valorisation de ressources naturelles et locales en l'occurrence les fibres de palmier dattier, l'argile et laine de mouton en vue des isolations thermique de capteur solaire.

**III.3.Présentation du site**

La Wilaya d'Ouargla est située au sud-est de l'Algérie, couvrant une superficie de 163230 Km<sup>2</sup>. La ville de Ouargla se trouve à une altitude de 128 mètres et 31. 95° Est de la latitude. Elle est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées en période estivale, une forte évaporation et par une faible vie biologique de l'écosystème. L'insolation solaire moyenne est estimée en tant que 2900 kWh/m<sup>2</sup> annuellement, la ville de Ouargla change de 2,280 kWh/m<sup>2</sup> en décembre, à 7,620 kWh/m<sup>2</sup> en juillet, sur une surface horizontale. Le rayonnement diffus est évalué à 1,324 kWh/m<sup>2</sup> en janvier, et 1,984 kWh/m<sup>2</sup> en juillet. Les températures mensuelles enregistrées au mois le plus chaud (juillet) sont de 37° C à 50° C. Alors que celles du mois le plus froid (janvier) sont de 9,7 °C à 10,8° C.

**III.4.Principe de fonctionnement du capteur solaire plan a' air :**

Le capteur solaire plan est un système thermique qui permet la conversion de l'énergie solaire en énergie calorifique. La chaleur reçue de cette conversion est utilisée directement au chauffage de l'air. Son principe de fonctionnement est basé sur l'effet de serre qui consiste à piéger le

rayonnement solaire, ce dernier arrive au niveau du vitrage et le traverse pour atteindre une surface revêtue d'une peinture noire, appelée absorbeur. L'absorbeur va absorber une grande partie du rayonnement solaire entraînant une augmentation de sa température. Le rayonnement réfléchi par l'absorbeur arrive sur la vitre et comme celle-ci est opaque aux rayonnements infrarouges, le rayonnement est ainsi piégé

### **III.5. Les composants des capteurs réalisés :**

Les prototypes sont des capteurs solaires plans à air thermique à simple passage et simple vitrage. Il est conçu et réalisé au laboratoire des énergies nouvelles et renouvelables dans les zones arides (LENREZA). Et les composants du capteur sont:

- ✚ La couverture transparente: verre d'épaisseur 4 mm .
- ✚ L'absorbeur avec revêtement de surface: Une plaque mince en Aluminium.
- ✚ L'isolation thermique sur les côtes et à l'arrière du capteur.
- ✚ Le cadre ou le coffr: Plaque mince en acier galvanisé avec d'une épaisseur de 2 mm .

### **III.6. Dimension du capteur solaire**

Le prototype est réalisé avec des dimensionnements suivants :

- 0.5m<sup>2</sup> de surface (0.5x1m).
- La vienne d'air dynamique d'une hauteur de 25 mm est comprise entre la plaque absorbante d'aluminium peint en noir et l'isolation thermique.
- Une plaque inférieure en acier galvanisé de 0.4 mm couvre l'isolant arrière du capteur.
- La hauteur entre l'absorbeur et la vitre est de 25 mm.
- Pour placé et fixé les plaques, nous utilisons des tiges filetées et des écrous.
- L'isolation arrière et latérale du capteur est assurée par : feuille de polystyrène, l'argile et le fibre et laine de mouton de 50 mm d'épaisseur.
- un absorbeur; on utilise épaisseur 0.08mm.

### III.7.Réalisation du capteur:

#### III.7.1.Préparation de composant:

##### a) le coffre

Le coffre fabriqué couramment en acier galvanisé, enferme l'absorbeur et l'isolation thermique du capteur, les protégeant ainsi contre l'humidité et les détériorations mécaniques(voir le figure (III-1)).



Figure III. 1: Coffre

##### b) l'absorbeur :

Un absorbeur plat en aluminium peint en noir mat; d'épaisseur égale à 2 mm.



Figure III. 2: Plaque d'aluminium

**c) L'isolation thermique**

L'absorbeur doit transmettre l'énergie captée au fluide caloporteur « air » en évitant les pertes thermiques par conduction, par convection et par rayonnement, des différentes parties périphériques vers l'extérieur. Les solutions adaptées sont les suivantes :

**Partie avant de l'absorbeur**

L'espace d'air entre la vitre et l'absorbeur se comporte comme un isolant vis-à-vis de la transmission de chaleur par conduction. Cependant, si l'épaisseur de cette lame est trop grande, une convection naturelle intervient, d'où une perte d'énergie. Pour les températures usuelles de fonctionnement du capteur plan, l'épaisseur de la lame d'air est de 2.5 cm.

**Parties arrière et latérale**

Afin de limiter les pertes thermiques à la périphérie du capteur, on peut placer une ou plusieurs couches d'isolant qui doit résister et ne pas dégazer aux hautes températures. L'épaisseur d'isolation est 5 cm.

**d) Le vitre :** une couverture transparente en verre ordinaire d'épaisseur 4mm



**Figure III. 3: Vitre transparente**

### III. 7.2.Préparation des matériaux: il y a deux parties

#### a) Mélange d'argile , le fibre et le sable :

Les fibres utilisées dans cette étude sont des fibres végétales de palmier dattier(Figure, III.4). Les plaquettes des fibres de palmier sont bien lavées à l'eau pour enlever les impuretés, puis que l'on laisse sécher naturellement.



a :les fibres végétales de palmier dattier



b : Argile

#### Figure III. 4: les fibres de palmier dattier et Argile

Pour notre étude nous avons utilisé le sable des dunes de la région de Touggourt(OUARGLA). D'après l'étude bibliographique [11,15], le pourcentage de sable de 20 % de la masse d'argile, et la quantité d'eau optimale est compris entre 15 et 30 %\_de la masse sèche (sable + argile).

On pose 38 kg d'argile sec, 10kg de sable avec une quantité d'eau au départ en versant l'eau d'une façon progressive et on malaxe le mélange jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène.

D'après la littérature [23], la meilleure configuration de l'utilisation les fibres comme renforts des matrices est sous forme des mèches.

On met l'argile et 2% des mèche des fibre[11 ,15] de palmier dattier sous forme des couches dans le prototype jusqu'à cinq couches des mèches .

Après , on conserve le prototype à l'air libre , on laisse sécher environs 14 jours (Deux semaines).



A : Couche d'Argile

B: Couche de fibre

C :Isolation après le séchage

**Figure III. 5:** Etape de préparation d'isolation Fibre/Argile**b) Laine de mouton:**

La laine de mouton est bien lavée à l'eau pour enlever les impuretés, puis que l'on laisse sécher naturellement.

On pose 1.586 Kg de laine de mouton dans prototype.

**Figure III. 6:** le capteur réalise avec laine de mouton

- c) Le troisième prototype de les mêmes dimensions qui les autres mais l'isolation fabriqué en polystyrène comme indiqué dans le Figure III.7.



**Figure III. 7** : un prototype réaliser par polystyrène

Donc on a trois prototypes de capteur solaire. On cite les caractéristiques de chaque prototype et on fait une nomination pour simplifier le travail (Figure III.8):

- ✚ l'isolation avec laine de mouton : **L**
- ✚ l'isolation avec les fibres et Argile : **F/A**.
- ✚ l'isolation avec polystyrène : **P**

Donc on a:

1. **(L)** :(Laine de mouton).
2. **(F/A)**:( Argile /Fibres).
3. **(P)**:(Polystyrène).





**Figure III. 8: Photo des capteurs réalisés**

### **III.8. Angle d'inclinaison du capteur solaire**

Le rayonnement solaire est variable en fonction du temps, ainsi que la captation par un capteur solaire est variable en fonction de l'inclinaison de ce dernier par rapport à l'horizontale. Ceci nous conduit à dire que si le capteur est fixé pour un seul angle d'inclinaison ( $31^\circ$ ), on ne peut pas obtenir une grande puissance. Toutefois, nous pouvons opter pour un angle optimal d'inclinaison pour chaque saison de l'année. L'angle optimal pour la saison d'été où a été conduit nos expériences est de  $0^\circ$  c'est à dire le plan horizontal[24].

### **III.9. Appareillages de mesures**

#### **III.9.1. Mesure du rayonnement global :**

Le rayonnement global reçu sur le plan du capteur est mesuré en  $\text{kW/m}^2$  à l'aide d'un solarimètre et ceci durant la journée de l'expérience.



Figure III. 9: Solari mètre à affichage numérique

### III.9.2. Mesures des températures

La mesure des températures s'effectue à l'aide des thermocouples de type K dans deux endroits : Entrée et sortie du capteur solaire, et les résultats sont affichés par un appareil testo .



Figure III. 10 : Thermomètre

### III.9.3. Mesure du débit d'air:

Le débit de l'air à l'entrée du capteur solaire est mesurée à l'aide d'une sonde à affichage numérique .



Figure III. 11 : Le débit mètre.

### III.10. Résultats obtenus :

Les expériences ont été réalisées au niveau du laboratoire des énergies nouvelles et renouvelables dans les zones arides (LENREZA), Faculté Mathématique et science de la matière. Université Kasdi Merbah Ouargla.

Les mesures de température, du rayonnement, et de la vitesse de l'air sont effectuées chaque 15 minutes.

#### III.10.1. Variation du rayonnement global

Le rayonnement solaire global reçu sur un capteur représentée sur la figure (III.12) au cours les trois journées des mesures (18, 19. et 20 juin 2019., Il est augmenté dès le lever du jour pour atteindre un maximum au midi solaire avant de décroître de nouveau jusqu'à s'annuler à la tombée de la nuit.

Les courbes des rayonnements ( Figure III.12) présents sous forme gaussienne.

Le rayonnement atteint une valeur maximale proche de 1015, 969 et 958 W/m<sup>2</sup> à 12h.

on fait une nomination des Rayonnement de trois jours suivant :

Ry 1en 18/06/2019

Ry2 19/06/2019

Ry 3 20/06/2019

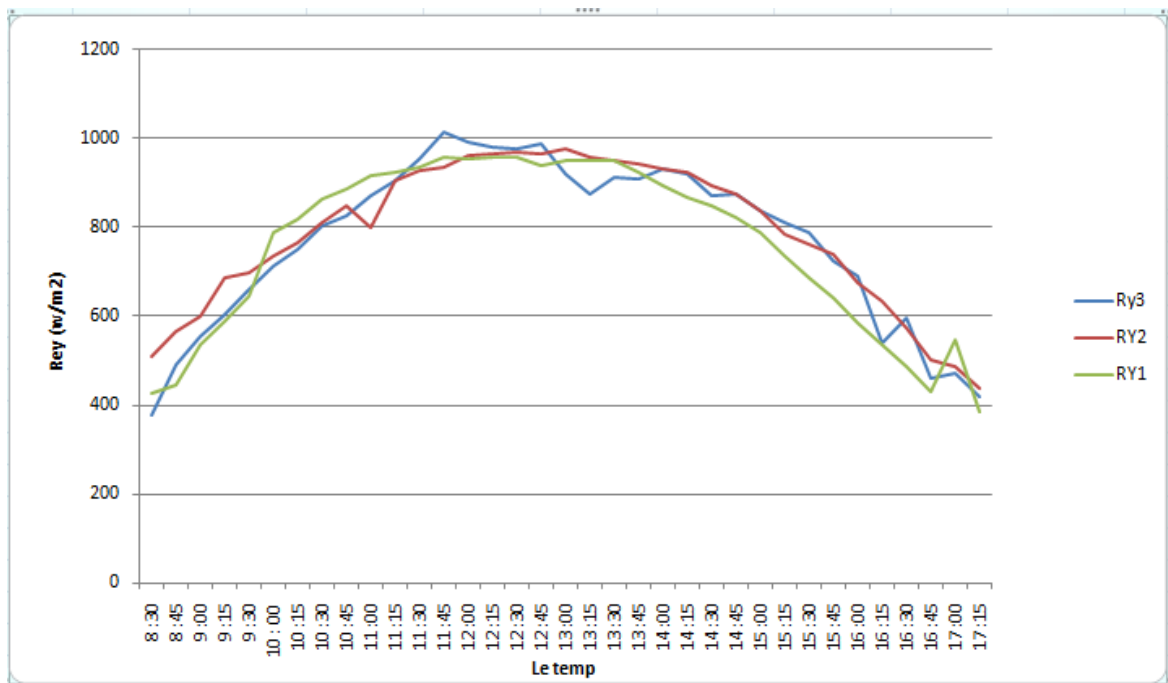


Figure III. 12: Variation du rayonnement solaire en fonction du temps.

### III.10.2.L'évolution de la température dans le capteur solaire

Les figure(.III.13) montrent la variation journalière de la température de l'air à l'entrée et à la sortie des trois capteurs solaires en fonction du temps.

On remarque sur la courbe l'écart de la température entre l'entrée et la sortie du capteur solaire. L'écart est dû à l'influence du rayonnement solaire sur l'absorbeur qui joue un rôle important dans l'échauffement de l'air circulant à l'intérieur du capteur solaire.

On remarque que la température d'air à la sortie des trois capteurs solaires augmente avec l'augmentation de l'intensité du rayonnement solaire jusqu'à atteindre la valeur maximale de  $T_{A/F}$ ,  $T_L$ ,  $T_P$  sont respectivement 75,60, 53°C puis commence à diminuer .

$T_{A/F}$ ,  $T_L$ ,  $T_P$  et  $T_e$  présentent dans les figures le même comportement que celui du rayonnement solaire, les mêmes remarques sont observées durant le 2ème et le 3ème jour.

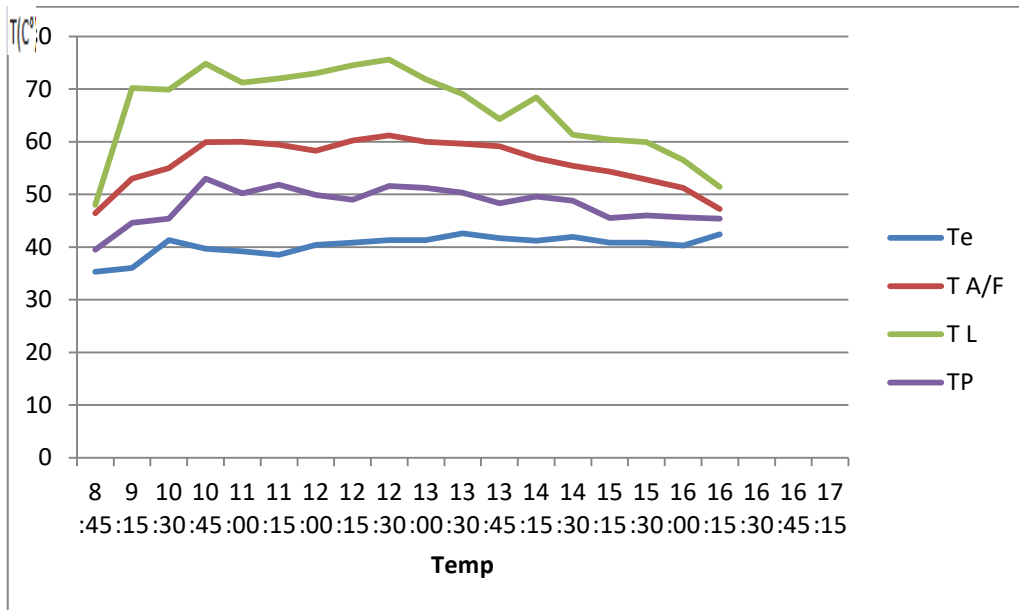


Figure III. 13 :Variation des températures sortie dans les capteurs solaires en fonction de temps (18/06/2019).

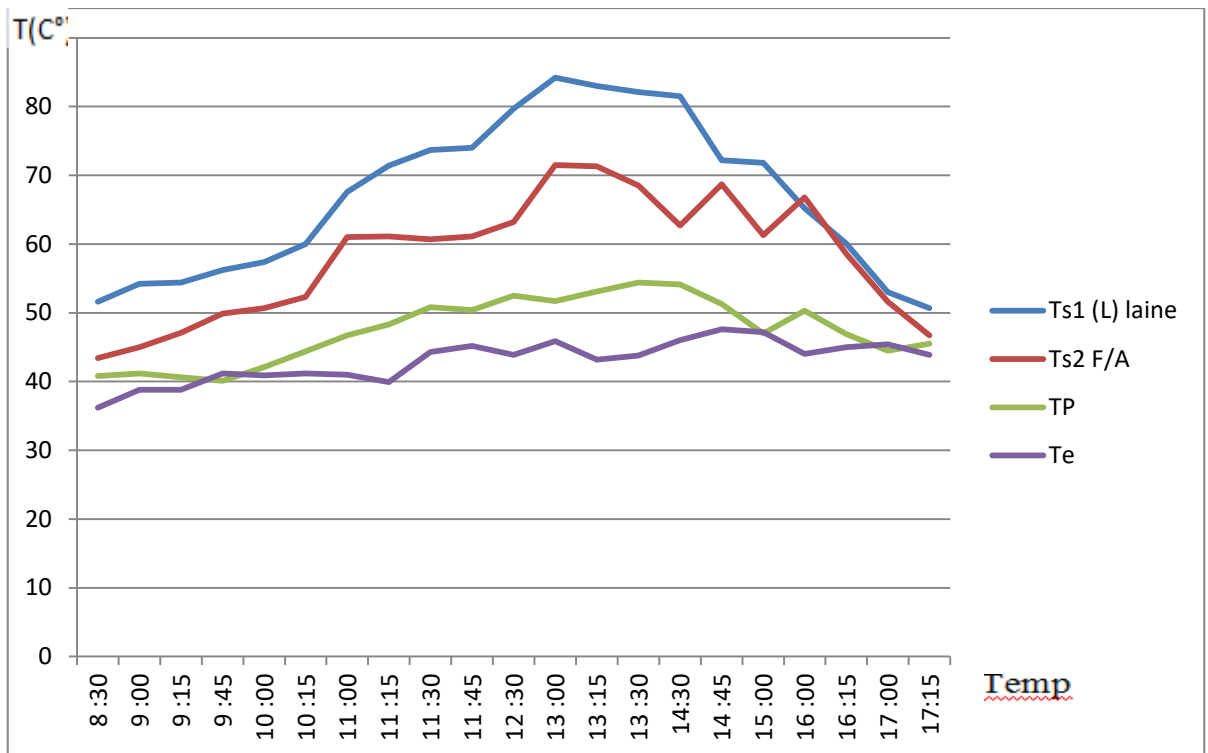


Figure III. 14 : Variation des températures sortie dans les capteurs solaires en fonction de temps (19/06/2019).

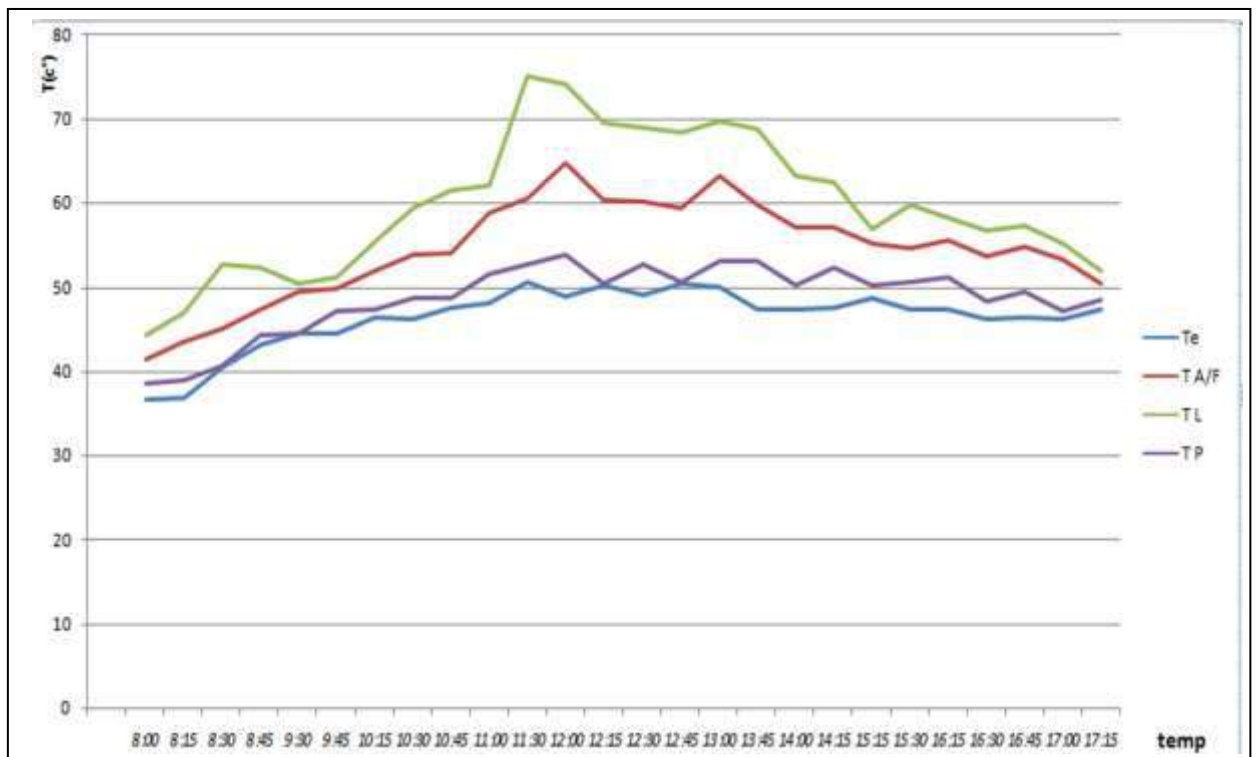


Figure III. 15 : Variation des températures sortie et entrée dans les capteurs solaires en fonction de temps (20/06/2019).

### III.10.3. Variation du débit d'air dans les capteurs solaires

la figure (III.16) on remarque que le débit d'air dans les capteur solaire présente des fluctuations (pour les trois jours 18, 19, 20/06/2019) entre 0,0062 et 0,017 m<sup>3</sup>/h, car cette débit dépend des conditions climatiques qui sont instables en fonction du temps.

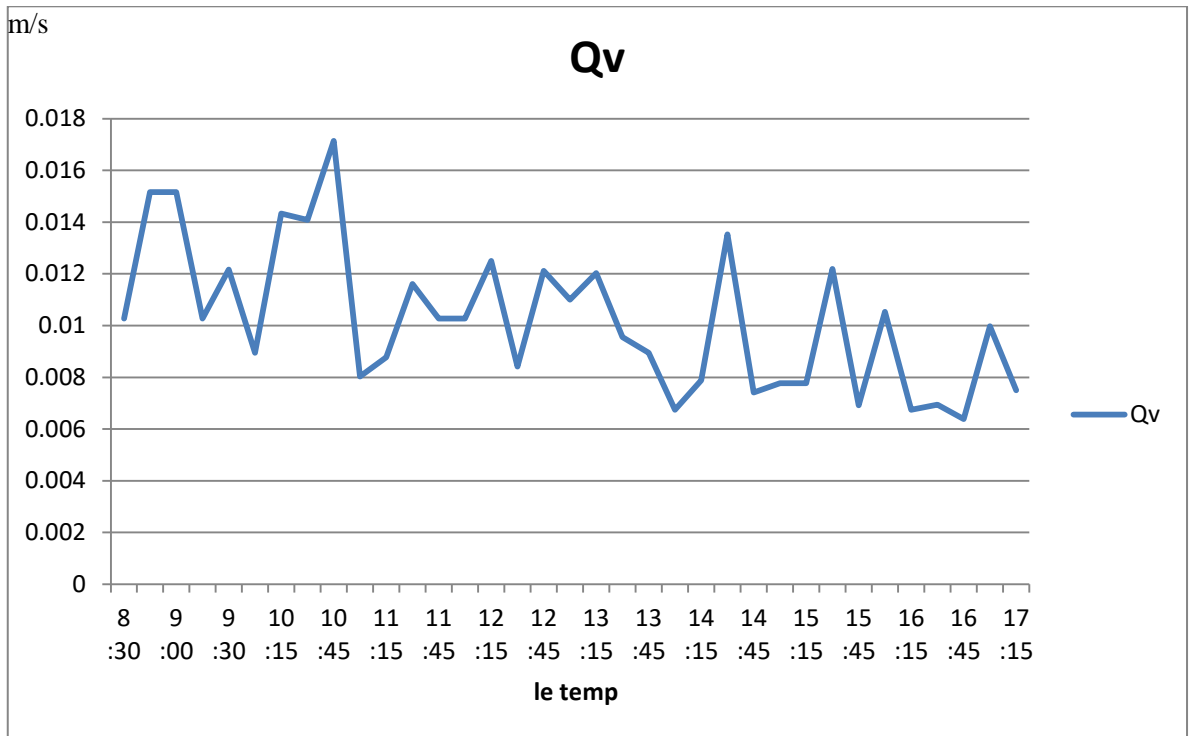


Figure III. 16 : Variation des débits volumiques (Qv) en fonction de tempe (18/06/2019).

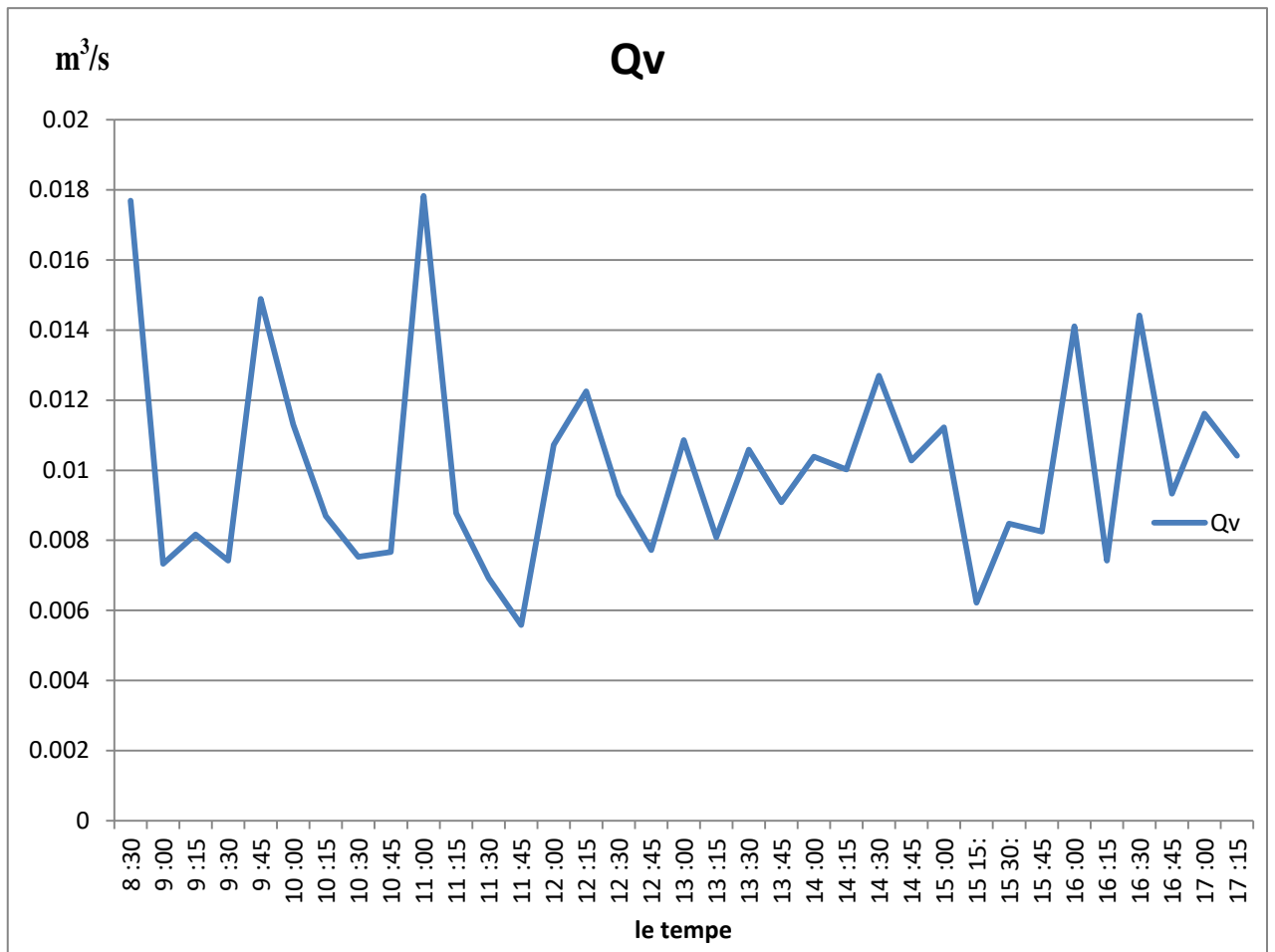
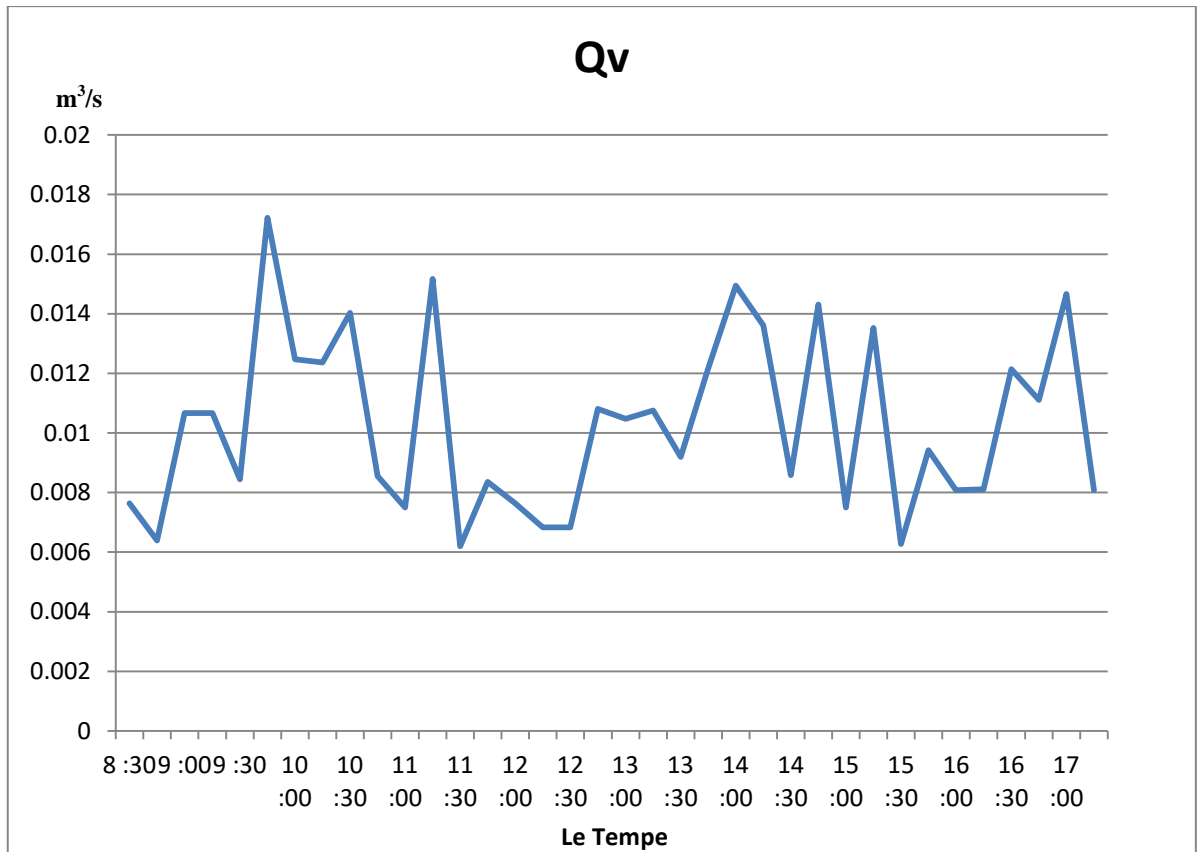


Figure III. 17 : Variation du débit volumique (Qv) en fonction de temps (19/06/2019).





**Figure III. 18 :** Variation des des débit volumique(Qv) en fonction de temps , dans une journée claires (20/06/2019).

### III.10.4. Rendement journalier :

$$\eta = \frac{\rho \times C_p \times Q_v \times (T_s - T_e)}{GI \times S_c}$$

$Q_v$ : ebitvolumiqued'air (m³/h).

GI: flus solaire global (W /m²).

$S_p$  : Surface de passage d'air (m²).

$S_c$  : surface de capteur (m²).

$T_e, T_s$  : Température de l'air à l'entrée et la sortie du capteur (°c).

$\rho$ : lamassevolumiquedel'air (Kg /m³).

V : vitesse d'air (m/s).

**a) La calcul de rendement journalier :**

$$\eta_j = S_p \cdot C_p \cdot \Sigma(\rho \cdot V (T_{fs} - T_{fe})) / S_c \Sigma IG$$

$$\text{Avec : } \rho = 353 / (273 + T_{amb})$$

La partie  $v \cdot S_p \cdot C_p / S_c$  est constante donc on va calculer et injecter .

On a :

$$\checkmark S_p = 0.5 \cdot 0.025 = 0.0125 \text{ m}^2$$

$$\checkmark C_p = 1005 \text{ w/kg.k}$$

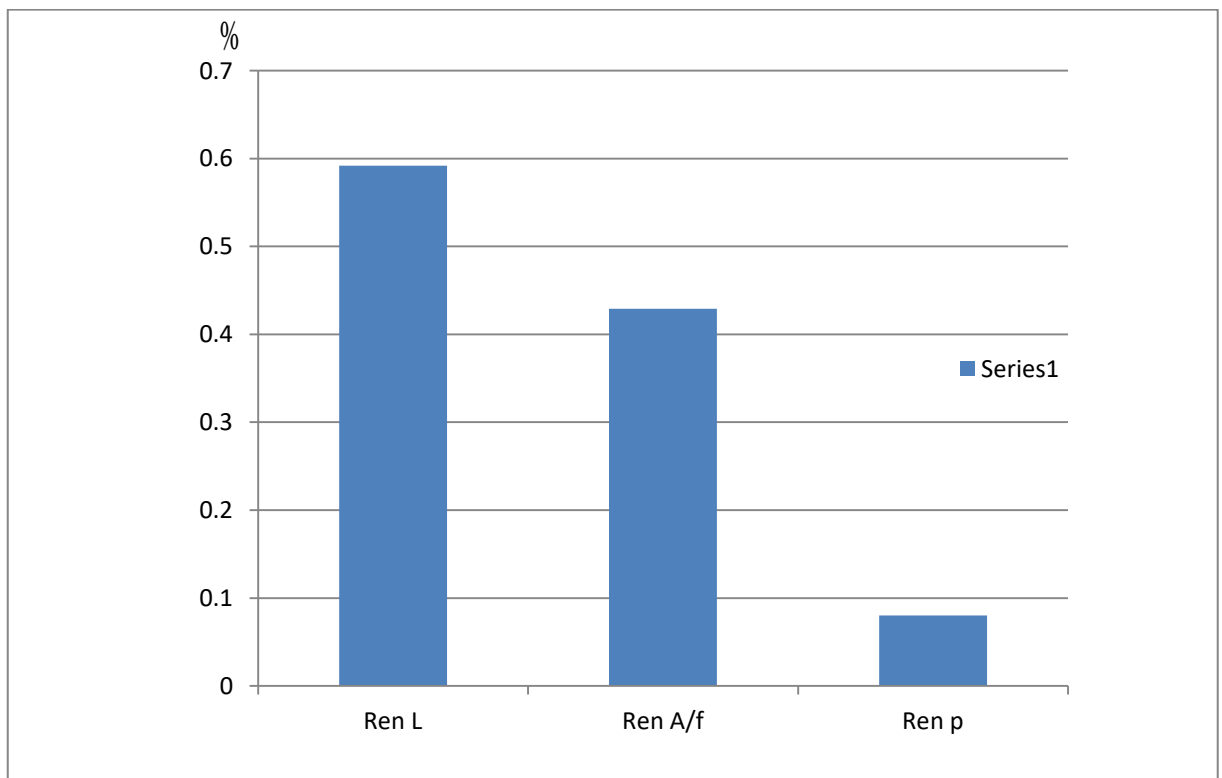
$$\checkmark S_c = 0.5 \cdot 1 = 0.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Donc : } v \cdot S_p \cdot C_p / S_c = 10.05 \text{ w.m/s.kg.k}$$

Le rendement journalier :

$$\eta_j = 10.452 \Sigma \rho \cdot (T_{fs} - T_{fe}) / \Sigma IG$$

Les figures (III.19), (III.20.) et (III.21) présentent la comparaison de rendements thermiques journalier des capteurs solaire à différent isolation thermique: Laine de mouton, fibres du palmier dattier/Argile et polystyrène.



**Figure III. 19: valeurs de rendement journalier (18/06/2019).**

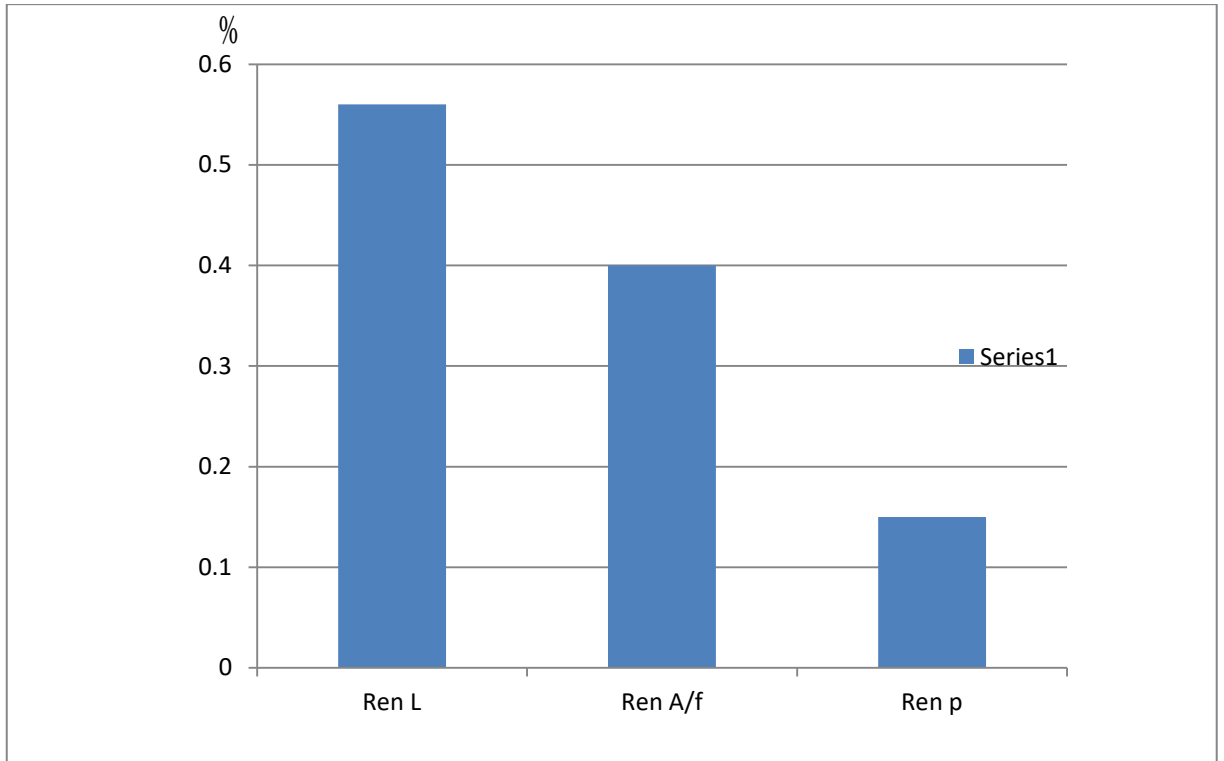


Figure III. 20: valeurs de rendement journalier (19/06/2019)

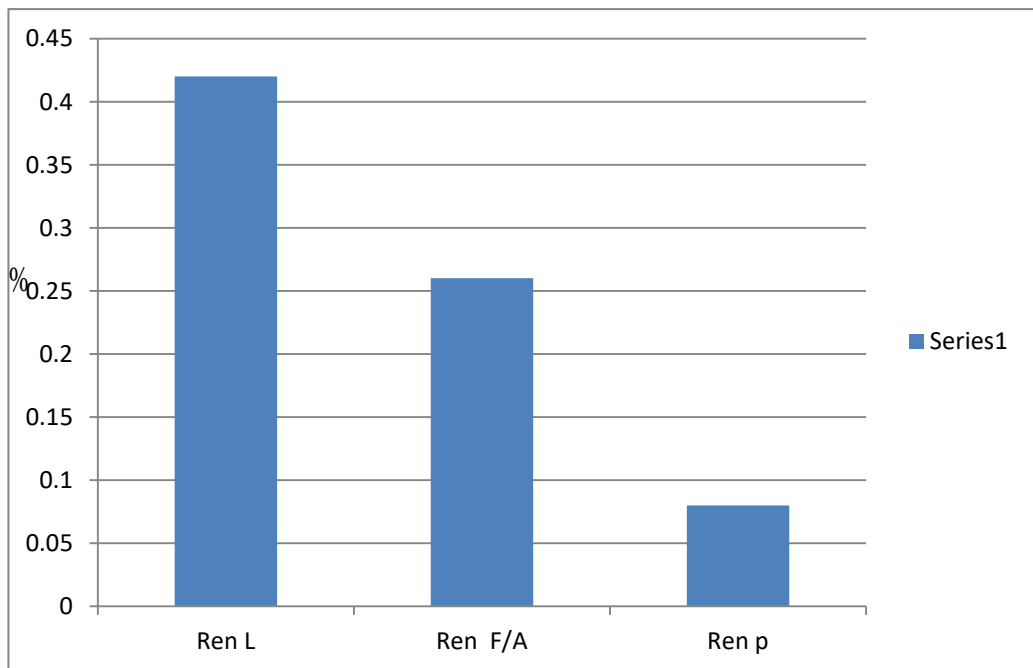


Figure III. 21: valeurs de rendement journalier (20/06/2019)

On remarque après la comparaison des trois courbes des rendements journalier est laine de mouton est grand comparée à celle des fibres du palmier dattier/Argile et polystyrène.

La différence entre les rendements thermiques est liée principalement au caractère isolant de laine de moton, qui présentent une conductivité thermique de l'ordre de  $0.04.W.m^{-1}.K^{-1}$ [21]. On remarque sur les figures (III.19 ),(III.20) et (III.21) une diminution de rendement thermique de 59, 56 à 42 qui correspond à laine de mouton. Donc, Le rendement thermique du capteur solaire dépend des conditions climatiques.

# Conclusion

## **Conclusion**

Ce travail présente une contribution efficace pour l'amélioration du rendement d'un capteur solaire plan à air. L'amélioration des performances des capteurs solaires consistait à limiter les pertes thermiques entre l'absorbeur et l'ambiance avec un choix judicieux des isolants des capteurs.

En effet, cette étude nous a permis de tirer les conclusions suivantes:

- Le rendement thermique du capteur solaire de la laine de mouton est de 59%, le mélange de fibres du palmier dattier/Argile est de 36% et le polystyrène est de 20%.
- Selon la comparaison entre les trois prototypes réalisés, on peut constater que la laine de mouton a des bonnes propriétés d'isolation thermique que d'autres isolants.  
D'après les résultats obtenus au cours de ce travail, et en vue d'une future utilisation raisonnable de ces matériaux, nous recommandons de compléter cette recherche par les axes suivants:
  - ✚ Traitement des fibres de palmier dattier pour limiter le problème de l'absorption de l'eau de ces fibres.
  - ✚ Ajouter laine de mouton au mélange de fibres du palmier dattier/Argile pour étudier l'effet de deux produits sur le rendement thermique du capteur solaire.

## Références bibliographiques

[1] Amraoui. M. (2012), « etude numérique d'un capteur solaire plan à air influence de la forme de la rugosité », mémoire de magister.

[2] Kareche. A ,(2014),« Étude des matériaux à base de bois de palmier dattier : durabilité, dégradation et propriétés structurales et de transfert »,Mémoire majister,Université Batna.

[3]Tahar.M(2014 ), « contribution des matériaux de construction a' base des sous produit du palmier dattier ».These de doctorat, Université Biskra.

[4] Achour .A. (2017), « Etude des performances des mortiers renforcés de fibres naturelles : valorisation des plantes locales », Thèse doctorat », Université de telmcen.

[5] Clément .G. (2016), « contribution à l'étude de matériaux biocomposites à matrice thermoplastique polyamide-11 et renforcés par des fibres de lin »,Thèse doctorat , Uuniversité de Bretagne sud.

[6] John M.J., Thomas S. (2008), « Biofibres and biocomposites». Carbohydrate Polymers, Vol. 71, pp. 343-364.

[7] Debicki G., Bali A., Khenfer.M., Chabannet M. (2005), «Mechanical properties of date palm fibres and concrete reinforced with date palm fibres in hot-dry climate». *Cement and Concrete Composites*, Vol. 27, pp. 554-564.

[8] Agoudjil B., Benchabane A., Boudenne A., Ibos L., Fois M. (2011), « Renewable materials to reduce building heat loss: Characterization of date palm wood. *Energy and Buildings*, Vol. 43, pp. 491-497.

[9] Abdelaziz S., Bouaziz A., Hamzaoui R., Bennabi A. (2013), « Valorisation des tiges de dattiers dans la formulation des mortiers : propriétés physiques et mécaniques» 31<sup>èmes</sup> Rencontres de l'AUGC, E.N.S. Cachan, 29 au 31 mai 2013.

[10] Kriker A., Bali A., Debicki G. (2006), « Caractérisations physiques et mécaniques des fibres végétales de palmier dattier entrant dans le renforcement des bétons. » *Séminaire*

*International sur la Normalisation et Qualité dans la Construction*, Tlemcen, p. 8.

[11] Mekhermeche A. (2012), « 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.

[12] Abani S. (2003), « Caractérisation et durabilité des béton renforcés de fibres végétales de palmier dattier Béton de Fibre de palmier datte. » Mémoire de magister, Université de Ouargla.

[13] Frédéric É., (2008) « La laine de mouton : notions rudimentaires » - <http://fred.elie.free.fr>.

[14] CHAIB H. (2017), « Contribution à l'Etude des Propriétés Thermo-Mécaniques des Briques en Terre Confectionnée par des Fibres Végétale Locale. (Cas de la ville de Ouargla) », Thèse doctorat, Université de ouargla.

[15] Mahdjoubi B. (2012), « Étude Comparative dans les capteurs solaires plans à air », Mmoire master, Université de Ouargla

[16] Thomas M (2014), « Caractérisation de panneaux solaires photovoltaïques en conditions réelles d'implantation et en fonction des différentes technologies », Thèse doctorat, Université PARIS-SUD.

[18] Donatien najmo (1998), « étude théoriques de comportement thermique d'un capteur solaire plan a air a couverture combiné plastique » université de yaoundé I, Cameroun

[19] S. Oudjedi, A. Boubghal, W. Braham Chaouch, T. Chergui et A. Belhamri (2008), « Etude paramétrique d'un capteur solaire plan à air destiné au séchage (Partie: 2) ». *Energies Renouvelables*, pp 255 – 266,

[20] Aghilas B. (2016), « Etude de performances d'un capteur solaire plan à eau » , Mémoire de Master, Université de France.

[21] Bougrinat H (2013), « caractéristiques de matriaux locaux en vue de l'isolation thermique de batiments (organique e inérte) », Mmoire master université de ourgla.



[22] SYLVA I N DE L ENCLOSS, **LE SOLAIRE THERMIQUE** , France <http://gte.univ-littor1al.fr>

[23] Hafsi.F , Abani.S,kriker.A,(2017) « Contribution study to the thermal isulation of the builders in the desert regions of exploiting gypsym fiber reinforced palm»,EVRNZA

[24] Louazne M ,. « Optimisation of global solar radiation of tilt angle for solar panels, location:OURGLA, ALGERIA»,electrical engineering.[www.gee.ro](http://www.gee.ro)

## Résumé

L'objectif principal de ce travail est l'optimisation des propriétés thermiques des matériaux naturels en vue d'une application à l'isolation thermique des capteurs solaires. Pour des raisons environnementales et d'autres économiques qui caractérisent quelques fibres industrielles, les efforts des chercheurs sont actuellement orientés vers le renforcement des composites par des fibres végétales et animales à faible coût et provenant d'une source renouvelable, notamment pour les pays qui possèdent ces fibres en grande quantité.

Les résultats obtenus montrent que le rendement thermique journalier du capteur solaire à Laine de mouton est plus supérieur à celle de mélange (fibres du palmier dattier/Argile) et de polystyrène

**Mots clés :** Capteur solaire, Isolation thermique, Argile, Fibre de palmier dattier, Laine de mouton

## Astract:

The main objective of this work is the use of natural fibers for thermal insulation of solar collectors. Due to environmental and other economic reasons that characterize some industrial fibers, researchers' efforts are currently focused on low-cost vegetable and animal fibers from a renewable source, particularly for countries that possess large quantities of these fibers.

The obtained results show that the daily thermal efficiency of the sheep wool solar collector is higher than that of the mixture (fiber palm fibers / clay) and polystyrene.

**Keywords:** Solar collector, Thermal insulation, fiber palm date, sheep wool, clay and Efficiency

## المخلص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو استخدام الألياف الطبيعية لعزل اللاواقط الشمسية حراريا. لعدة أسباب بيئية و أخرى اقتصادية التي تميز بعض الألياف الصناعية بحيث بدأ الباحثين بتركيز جهودهما على لألياف النباتية والحيوانية المنخفضة التكلفة ذات المصدر المتجددة , و لاسيما بالنسبة للبلدان التي تمتلك كمية كبيرة من هذه الألياف.

أظهرت النتائج التي تما لحصول عليها أنا المرودود الحراري اليومي للاقط الشمسي المزود بصوف الأغنام كعازل حراري أعلى من خليط (ألياف النخيل / الطين) والبوليسترين.

**الكلمات المفتاحية:** اللاقط الشمسي , العازل الحراري، الألياف النخيل، صوف الاغنام، الطين والمرودود.