

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

N° : PhENR 02/2019.....



DOMAINE : Sciences de la matière

FILIERE : Physique

OPTION : Physique Energétique
et Energies Renouvelables

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

Réalisé par:

AISSAOUI Werida

SOUIADIA Habiba

Intitulé

**Etude expérimentale d'un capteur
solaire plan à air**

Soutenu le 02 /07 /2019 devant le jury composé de:

HADDAD Zakaria

Université Mohamed Boudiaf- M'sila

Président

NAHOUI Azzedine

Université Mohamed Boudiaf- M'sila

Rapporteur

BOURAS Abdelkarim

Université Mohamed Boudiaf- M'sila

Examineur

Année universitaire : 2018/2019

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A l'âme et l'esprit de ma chère mère

A mon chéré père

A mes frères et mes sœurs

A petites anges Raouf & Roumissa

A toute ma famille

AISSAOUI

A mon encadreur Mr NAHOUI Azzedine

et tous les personnes qui sons contribuer dans ce travail

A D.Fadila, C.Sara, A.Nour, B. Sara et D.Zahra, A.Souaad

R.Djaber, D.Mohammed, M.Oussama

A tous mes collègues et mes amis

A tous ceux qui ont sacrifié leur temps pour la science

et à tous ceux qui utilisent la science pour le bien

et la prospérité de l'humanité

AISSAOUI Werida

Remerciements

Je remercie ALLAH de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.

J'exprime mes gratitudes, mes reconnaissances et mes sincères remerciements à MrNAHOUI Azzedine pour m'avoir encadré tout le long de mon projet

Je remercie en particulier Mr HADDAD Zakaria pour ses conseils, ses remarques et surtout ses critiques si objectives

Je remercie tous les enseignants du département de Physique qui ont m'enseigner

En fin, Tous mes remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste projet

Sommaire

Remercîments	
Sommaire	
Listes des figures	
Listes des tableau	
Nomenclature	
Introduction	1
Chapitre 1 Conversion thermique du rayonnement solaire	
Introduction	2
2. Rayonnement solaire	2
2.1. Rayonnement direct	2
2.2. Rayonnement diffus	2
2.3. Rayonnement global	3
3. Réflexion-Absorption-Transmission	3
4. Différents modes de transfert de chaleur	4
4.1. Rayonnement	5
4.2. Conduction	5
4.3. Convection	6
5. Interaction entre les rayonnement et différentes surface	7
5.1. Plaque noire	7
5.2. Vitre	7
6. Captation	8
6.1. Energie thermique	8
6.2. Energie thermodynamique	8
6.3. Energie photovoltaïque	8
7. Effet de serre	8
8. Corps noir	9
9. Vent solaire	10

10. Orientation et inclinaison des capteurs solaires	10
11. Eclairage solaire	10
12. Appareils de mesures	10
12.1. Héliographes	10
12.2. Pyrhéliomètres	11
12.3. Pyranomètres	11
13. Gisement solaire en Algérie	11
14. Conclusion	11

Chapitre 2 Généralités sur les capteurs solaires plans

Introduction	12
2. Définition capteurs solaires plans	12
2.1. Principe de fonctionnement	12
2.2. Composantes d'un capteur	13
2.2.1. Absorbeurs	14
2.2.2. Fluides caloporteurs	14
2.2.3. Vitrage	15
2.2.4. Isolants thermiques	15
2.3. Différent types des capteurs solaires plans	16
3. Bilan énergétique d'un capteur solaire plan	19
3.1. Rendement du capteur solaire plan	20
3.2. Calcul de rendement dans un capteur solaire thermique	20
3.3. Différents paramètres influant sur le rendement du capteur solaire	21
3.3.1. Paramètres externes	21
3.3.2. Paramètres internes	21
4. Application	22
4.1. Séchoir solaire comme exemple des applications capteurs solaires plans	22

4.2. But de séchage	22
4.3. Principe et description du séchage	23
4.4. Différents types de séchoirs solaires	23
4.4.1. Séchoirs solaires directs	24
4.4.2. Séchoirs solaires indirects	24
4.4.3. Séchoirs mixtes	24
5. Conclusion	24

Chapitre 3: Recherche bibliographique

1. Introduction	25
2. Résultats obtenus par certains chercheurs	25
2.1. S. BABU SASI KUMAR et M. CHINNAPANDIAN	25
2.2. Amélioration des performances des capteurs solaires plans à air	25
2.3. Minimisation des pertes thermiques	26
2.4. Influence de la configuration de l'absorbeur sur les performances	27
2.5. Amélioration des performances du capteur	28
2.5.1. Capteur doté de chicanes	28
2.5.2. Capteur à rugosité artificielle	28
2.5.3. Capteur utilisant un lit sous forme de treillis métallique	29
3. Conclusion	29

Chapitre 4: Réalisation et étude expérimentale

1. Introduction	30
2. Description et de fonctionnement du capteur plan à air	30
3. Eléments constitutifs du capteur solaire plan à air	31
4. Principe de fonctionnement	32
5. Caractéristiques Techniques du Capteur Solaire	32
6. Réalisation du capteur solaire	33

7. Diaporama	34
8. Les instruments de mesures utilisés	38
8.1. Mesure des différentes températures	38
8.2. Mesure durée d'ensellement	38
8.3. Mesure vitesse de vent	38
9. Description de la procédure expérimentale	39
10. Résultats des essais expérimentaux	39
11. Présentation de la région d'expérimentation	39

Chapitre 5: Résultats et discussion

1. Introduction	41
2. Résultats obtenus	41
2.1. La journée : 01/05/2019	41
2.2. La journée : 06/05/2019	42
2.3. La journée : 28/05/2019	43
2.4. La journée: 02/06/2019	43
2.5. La journée: 10/06/2019	44
2.6. La journée : 11/06/2019	45
3. Variations des températures du capteur solaire	45
4. Discussion	46
5. Comparaison	46
6. Analyse des résultats	47
7. Conclusion	48
Conclusion générale	49
Références	
Résumé	

Liste de figures

Figure I. 1. Composantes du rayonnement solaire	3
Figure I.2. Schéma représentant les différents modes de transfert de chaleur	4
Figure I.3. Diagramme descriptif d'interaction sur une plaque noire	7
Figure I.4. Diagramme descriptif d'interaction sur une vitre	7
Figure I.5. Principe de l'effet de serre	9
Figure I.6. Carte du monde de l'enseilllement moyen annuel	11
Figure II.1. Principe de fonctionnement	13
Figure II.2. Composants d'un capteur solaire plan	13
Figure II.3. Bilan énergétique dans un capteur plan	20
Figure II.4. Schéma de principe d'un séchoir convectif	23
Figure IV.1. Vue générale sur le capteur solaire	30
FigureIV.2 Vue générale sur les composants du capteur	31
Figure IV.3. Photos représentant les différents composants et matériels nécessaires pour La réalisation de montage du capteur	34
Figure IV.4. Photos représentant les étapes La réalisation montage de boiter	34
Figure IV.5. Photos représentant la pigmentation de l'absorbeur en noir-mat	35
Figure IV.6. Photos représentant le montage des différents thermomètres	35
Figure IV.7.Photos représentant la configuration les éléments du capteur	35
Figure IV.8.Vue de face et d'arriéré	36
Figure IV.9.Vue d'entrée et sortie d'air	36
Figure IV.10 . Photo représentant l'endroit sur lequel l'expérimentation a eu lieu	37
Figure IV.11. thermomètre digitale	38
Figure IV.12. Photo de l'Héliographe prise dans la station météorologique de Msila	38
Figure IV.13. Station météorologique	39
Figure IV.14. Situation de la ville de Msila	40
Figure V.1. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 1/05/2019	42
Figure V.2. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 6/05/2019	42
Figure V.3. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 28/05/2019	43
Figure V.4. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 2/06/2019	44
Figure V.5. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 10/06/2019	44
Figure V.6. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 11/06/2019	45

Liste de tableau

Tableaux	page
Tableau II.1. Propriétés de quelques matériaux utilisés comme absorbeurs.....	14
Tableau II.2. Quelques isolants utilisés pour les capteurs thermiques.....	15
Tableau II.3. les coefficients d'isolation de gaz utilisés comme isolants.....	16
Tableau II.4. Différents types des capteurs solaires plans.....	16
Tableau IV.1. Les caractéristiques techniques du capteur.....	32
Tableau IV.2. Les paramètres caractérisant le site.....	40
Tableau V.1. Récapitulation des résultats à différentes journées.....	46

Nomenclature

Symbole	Désignation	Unité
A	l'énergie absorbée	W/m ²
G*	Puissance solaire globale reçue par le capteur	W/m
h	Coefficient de convection	W/m ² . C°
HR	Humidité relative de l'air	%
I	l'énergie incidente	W/m ²
K	Conductivité thermique	W/m.k
n	Rendement	%
PV	Pressions de vapeur d'eau	Pa
q	Flux de chaleur	W
Q	Flux échange par convection	W
Q*	l'énergie solaire absorbée par le capteur	W
Q _u	l'énergie utile emmagasinée dans le fluide caloporteur	W
Q _a	Pertes thermiques	W
Q _t	l'énergie d'inertie thermique de l'installation	W
R	l'énergie réfléchie	W/m ²
S	Surface de la paroi solide en contact avec le fluide	m ²
t	Temps	S
T _p	Température de l'absorbeur	C°
T _a	Température ambiante	C°

Nomenclature

T_v	Température de vitre	C°
T	Température absolue du corps	C°
T_p	Température de la paroi solide	C°
T_f	Température du fluide	C°
α^*	Facteur d'absorption	—
ε	Facteur d' emission	—
α^* / ε	Sélectivité	—
σ	Constante de Stefan-Boltzmann évaluée à $5,6.10^{-8}$	$W/m^2.K^4$
τ_c^*	Coefficient de transmission	—
α_p^*	Coefficient d'absorption solaire	—

Introduction

Introduction

Les énergies renouvelables se présentent comme alternatives aux énergies conventionnelles qui se font rare de jour en jour et ceci vu la consommation excessive des pays industrialisées.

L'énergie solaire vient en premier lieu pour répondre à ce défi auquel toute l'humanité doit faire face.

Le présent travail vient comme contribution en visant l'approche expérimentale d'un capteur solaire plan à air tout en tenant compte du site de Msila, ville interne de l'Algérie.

Le présent mémoire comporte cinq chapitres, une introduction et enfin une conclusion.

Le premier chapitre traite la conversion thermique du rayonnement solaire, le second chapitre traite des Généralités sur les capteurs solaires plans, le troisième chapitre traite également une revue bibliographique des capteurs solaires, le quatrième traite aussi les différentes étapes de réalisation du capteur solaire et le choix de chaque composant et enfin un exposé sur les résultats obtenus des mesures prises pendant trois jours du mois de mai et de juin de l'année en cours.

Chapitre I

Conversion thermique du rayonnement solaire

Conversion thermique du rayonnement solaire

1. Introduction

Le rayonnement solaire est l'énergie rayonnante émise dans l'espace interplanétaire Sol. Ce rayonnement est généré à partir de réactions de fusion thermonucléaire se produisant dans le noyau solaire et de produire un rayonnement électromagnétique à des fréquences différentes ou des longueurs d'onde, qui il se propage alors dans l'espace aux vitesses typiques de ces ondes. Cette propagation vous permet d'apporter de l'énergie solaire avec eux.

L'énergie solaire et, par conséquent, le rayonnement solaire résultent du processus de fusion nucléaire qui se déroule au Soleil. Cette énergie est la principale source d'énergie et, par conséquent, le moteur qui déplace notre environnement. L'énergie solaire que nous recevons par rayonnement solaire est directement ou indirectement responsable d'aspects aussi importants pour la vie que la photosynthèse, en maintenant une température sur la planète compatible avec la vie, le vent, etc. L'énergie solaire qui atteint la surface de la Terre est 10 000 fois plus grande que l'énergie actuellement consommée par toute l'humanité [1].

2. Rayonnement solaire

Le rayonnement est le transfert d'énergie par ondes électromagnétiques. Le rayonnement se produit directement de la source vers l'extérieur dans toutes les directions. Ces ondes n'ont pas besoin d'un milieu matériel pour se propager, elles peuvent traverser l'espace interplanétaire et atteindre la Terre depuis le Soleil. La longueur d'onde et la fréquence des ondes électromagnétiques sont importantes pour déterminer leur énergie, leur visibilité et leur pouvoir de pénétration. Toutes les ondes électromagnétiques se déplacent dans le vide à une vitesse de 299, 792 km / s [2].

2.1. Rayonnement direct

Le rayonnement direct est le rayonnement reçu directement du soleil. Il peut être mesuré par un pyréliomètre. Un plan incliné est caractérisé par son inclinaison β (par rapport à l'horizontale), et de son orientation ou azimut α par rapport au sud (négatif vers l'est, sens anti trigonométrique) [3].

2.2. Rayonnement diffus

Le rayonnement diffus est aussi appelé rayonnement indirect. Le rayonnement solaire diffus représente la portion du rayonnement solaire qui a touché au moins une particule de gaz atmosphérique en modifiant l'angle d'incidence et qui, cependant, atteint le sol car il est dirigé vers elle. Augmente par rapport au total dans le ciel nuageux. En particulier, la diffusion de Rayleigh de la composante bleue du rayonnement solaire est responsable de la couleur bleue du ciel. Une partie du rayonnement diffus est de retour vers l'espace [4].

2.3. Rayonnement global

Le rayonnement global (G) est la somme des rayonnements diffus et direct :

$$G = G_{\text{dir}} + G_{\text{dif}} \quad (\text{I.1})$$

La somme du rayonnement solaire direct et du rayonnement diffus constitue le rayonnement solaire global.

Le rayonnement solaire global est composé de rayonnement de différentes longueurs d'onde et intensités[5].

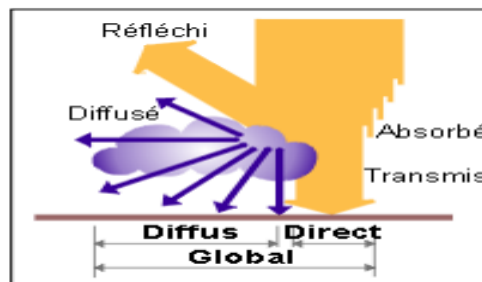


Figure I.1. Composantes du rayonnement solaire

3. Réflexion-Absorption-Transmission

Lorsque l'énergie rayonnée rencontre un corps, celle-ci va être en partie réfléchi, en partie absorbée et, pour les corps transparents ou translucides, en partie transmise.

On peut écrire:

$$I = R + A + T \quad (\text{I.2})$$

Où I est l'énergie incidente, R l'énergie réfléchi, A l'énergie absorbée et T l'énergie transmise (pour les corps opaques, T = 0).

L'importance relative de chaque part est variable selon les longueurs d'onde, l'angle d'incidence avec lequel le rayonnement arrive, mais aussi selon la matière dont le corps est constitué ainsi que sa couleur et son aspect superficiel. Une surface blanche et lisse entraîne une réflexion importante de la lumière visible; au contraire, si elle est noire et mate, c'est l'absorption qui est prépondérante[2].

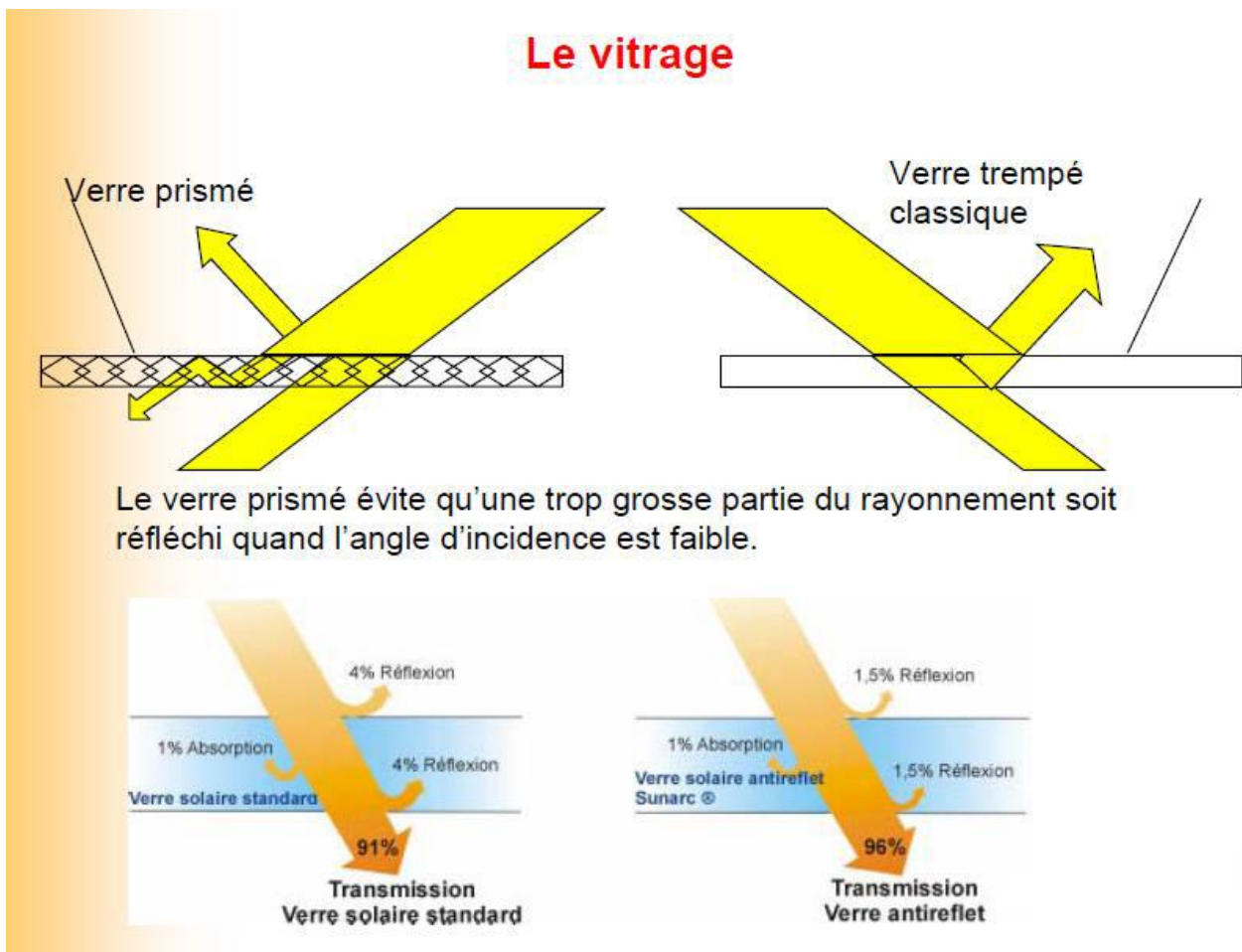


Figure I.2. Schéma représentant les différents modes de transfert de chaleur

4. Différents modes de transfert de chaleur

La fraction du rayonnement incident qui a été absorbée par un corps se transforme partiellement ou totalement en chaleur. Or, lorsque les différentes parties d'un milieu matériel ne sont pas à la même température, il s'y produit des mouvements de chaleur, celle-ci allant des régions où la température est plus élevée vers celles où elle l'est moins. L'effet de ces migrations de chaleur est d'atténuer les différences de température si bien que, si on ne les entretient pas, par exemple par une combustion ou un rayonnement incident (comme celui du soleil), le milieu tend vers un état d'équilibre thermique pour lequel la température est la même partout. Ces phénomènes de transmission de chaleur se classent en trois catégories: convection, conduction et rayonnement. Comme nous l'avons déjà mentionné, tout corps chauffé émet à son tour un rayonnement généralement dans la gamme des infrarouges (pour les températures usuelles); cette énergie rayonnée dépend de la température du corps mais aussi d'un coefficient propre à la couche superficielle du corps, appelé coefficient d'émissivité superficielle, ceci pour la longueur d'onde considérée de l'énergie rayonnée. Les corps qui ont la propriété de bien absorber le rayonnement solaire mais de peu réémettre le rayonnement infrarouge dû à leur réchauffement, sont appelés des corps sélectifs.

Le corps chauffé peut également transmettre sa chaleur par conduction, c'est-à-dire par contact de molécule à molécule, sans déplacement relatif à celles-ci, ou par convection, d'un fluide, liquide ou gazeux, qui, suite à son réchauffement, se déplace et accélère ainsi le processus de refroidissement. C'est sur base de ces trois types de transmission de chaleur que fonctionnent tous les systèmes de récupération d'énergie solaire de type thermique et ce, à partir de la chaleur qui a pu être accumulée dans un corps solide soumis à l'ensoleillement et servant de capteur. Les deux premiers modes de transmission (convection et conduction) permettent de faire passer la chaleur dans un fluide dit

« caloporteur » (porteur de chaleur). Celui-ci transporte l'énergie calorifique, soit pour une utilisation immédiate, soit pour conduire vers un support capable de la stocker de façon indépendante. Le fluide est constitué par de l'air, par de l'eau ou par tout autre type de liquide caloporteur [2].

4.1. Rayonnement

Le transfert de chaleur par rayonnement a lieu lorsque de l'énergie sous forme d'ondes électromagnétiques est émise par une surface et absorbée par une autre. Cet échange peut avoir lieu lorsque les corps sont séparés par le vide ou par n'importe quel milieu intermédiaire suffisamment transparent pour les ondes électromagnétiques [4].

La loi fondamentale du rayonnement est celle de Stefan-Boltzmann:

$$q = \varepsilon \times \sigma \times T^4 \quad (\text{I.3})$$

q : densité de flux de chaleur émis par le corps.

ε : émissivité thermique du matériau.

σ : constante de Stefan-Boltzmann évaluée à $5,6 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$.

T : température absolue du corps.

Dans un capteur solaire plan le transfert par rayonnement s'effectue entre :

- La vitre et l'absorbeur.
- La vitre et le ciel.
- L'isolant et le sol.

4.2. Conduction

La conduction est le mode de transfert de chaleur caractérisé par la propagation de l'énergie thermique dans un milieu sans déplacement de matière, La loi correspondant au processus de la conduction est la loi de Fourier[5]:

$$q = -k \times A \times \text{grad } T \quad (\text{I.4})$$

q : flux de chaleur.

K : coefficient de conductivité thermique.

A : surface d'échange.

Dans le capteur solaire plan les échanges par conduction existe principalement entre :

- Les faces supérieures et inférieure de la vitre.
- Les faces supérieures et inférieure de l'isolant.
- L'absorbeur et l'isolant.

4.3. Convection

La convection est un transport de à des mouvements macroscopiques. On distingue deux types de convection :

- La convection forcée :

Le mouvement du milieu est engendré par un dispositif externe comme le vent, une pompe, un ventilateur, etc.

- La convection naturelle :

Le mouvement de fluide est engendré par les variations de densité causées par des variations de température au sein de fluide, tel est le cas de la thermo circulation. Le transfert thermique convectif est régi par la loi de Newton [6]:

$$Q = h \times S \times (T_p - T_f) \quad (\text{I.5})$$

Avec :

Q : le flux échange par convection.

h : coefficient de convection.

S : surface de la paroi solide en contact avec le fluide.

T_p : Température de la paroi solide.

T_f : Température du fluide.

Dans un capteur plan l'échange par convection s'effectue entre :

- La vitre et l'ambiance, par convection libre ou forcée par le vent.
- La vitre et la plaque de l'absorbeur par convection libre.

- Le tube et le fluide par convection libre.
- Entre le fluide et l'isolant par convection libre.
- Entre l'isolant et l'ambiance par convection libre ou forcée par le vent.

5. Interaction entre les rayonnement et différentes surface

5.1. Plaque noire

Une partie est réfléchi (fonction de l'angle d'incidence et du coefficient d'absorption); une grande partie va être absorbée (fonction du coefficient d'absorption); cette partie est alors transformée en chaleur, celle-ci étant elle-même dissipée vers le milieu ambiant suivant les lois physiques de transmission de la chaleur dont une partie sous forme de rayonnement infrarouge (fonction du coefficient d'émissivité superficielle et de la température d'équilibre)[2].

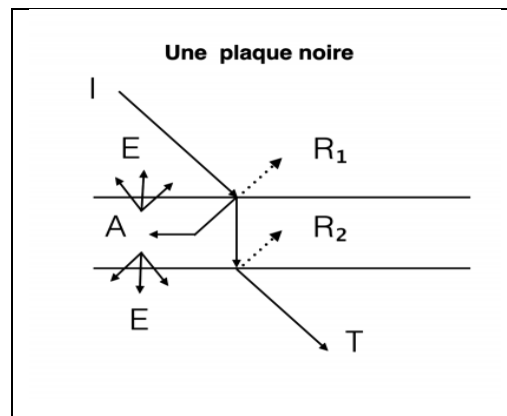


Figure I.3. Diagramme descriptif d'interaction sur une plaque noire

5.2. Vitre

Une partie du rayonnement incident va d'abord être réfléchi (fonction de l'angle d'incidence);

- une partie va être absorbée (fonction de l'épaisseur de la vitre, mais aussi du degré de propreté du vitrage) et réémise de part et d'autre.
- la plus grande partie va être transmise de l'autre côté du vitrage.

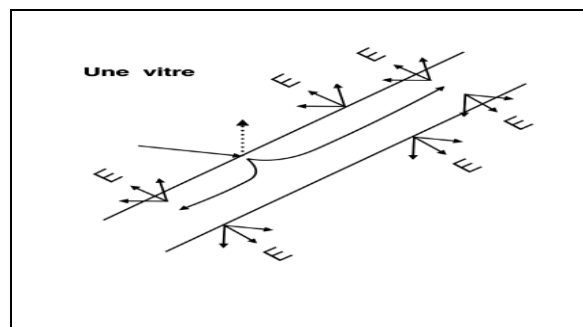


Figure I.4. Diagramme descriptif d'interaction sur une vitre

6. Captation

Il existe différentes techniques pour capter une partie de cette énergie à savoir:

6.1. Energie thermique

Le thermique solaire est un procédé de transformation de l'énergie solaire en une forme thermique, qu'on peut utiliser:

- En usage direct de la chaleur: chauffe-eau solaire, chauffage solaire, cuisinière et séchoir solaire.
- En usage indirect où la chaleur sert pour un autre usage: centrales solaires thermodynamiques, froid solaire.

6.2. Energie thermodynamique

La thermodynamique utilise le solaire thermique pour produire de l'électricité. Selon le même principe qu'une centrale électrique classique mais en utilisant des centrales héliothermo électriques [7], [8].

Trois types principaux de centrales sont utilisés [7]:

- Centrales à capteurs cylindro-paraboliques
- Centrales à capteurs paraboliques
- Centrales à tour

6.3. Energie photovoltaïque

Elle permet de produire de l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire avec une cellule photovoltaïque [7].

Les photopiles utilisent l'effet photovoltaïque, elles sont formées d'une couche d'un matériau semi-conducteur et d'une jonction semi-conductrice. Le silicium est le plus employé; cependant, l'arséniure de gallium offre des meilleures performances, mais reste beaucoup plus onéreuse.

7. Effet de serre

L'effet de serre est un processus naturel résultant de l'influence de l'atmosphère sur les différents flux thermiques contribuant aux températures au sol d'une planète. La prise en compte de ce mécanisme est nécessaire pour expliquer les températures observées à la surface de la Terre et de Vénus. Dans le système solaire, l'essentiel de l'énergie thermique reçue par une planète provient du rayonnement solaire et, en l'absence d'atmosphère, une planète rayonne idéalement comme un corps noir, l'atmosphère d'une planète absorbe et réfléchit une partie de ces rayonnements modifiant ainsi l'équilibre thermique. Ainsi l'atmosphère isole la Terre du vide spatial comme une serre isole les plantes de l'air extérieur.

L'usage de l'expression effet de serre s'est étendu dans le cadre de la vulgarisation du réchauffement climatique causé par les gaz à effet de serre qui bloquent et réfléchissent une partie du rayonnement thermique. Or le bilan thermique d'une serre s'explique essentiellement par une analyse de la convection et non du rayonnement : la chaleur s'accumule à l'intérieur de la serre car les parois bloquent les échanges convectifs entre l'intérieur et l'extérieur. Aussi, le terme scientifique, utilisé par la communauté des climatologues pour décrire l'influence des gaz à effet de serre, composants de l'atmosphère bloquant le rayonnement infrarouge, sur le bilan thermique de la Terre, est forçage radiatif.

Les températures terrestres résultent d'interactions complexes entre les apports solaires perturbés par les cycles de l'orbite terrestre, de l'effet albédo de l'atmosphère, des courants de convection dans l'atmosphère et les océans, du cycle de l'eau et le forçage radiatif de l'atmosphère notamment[9].

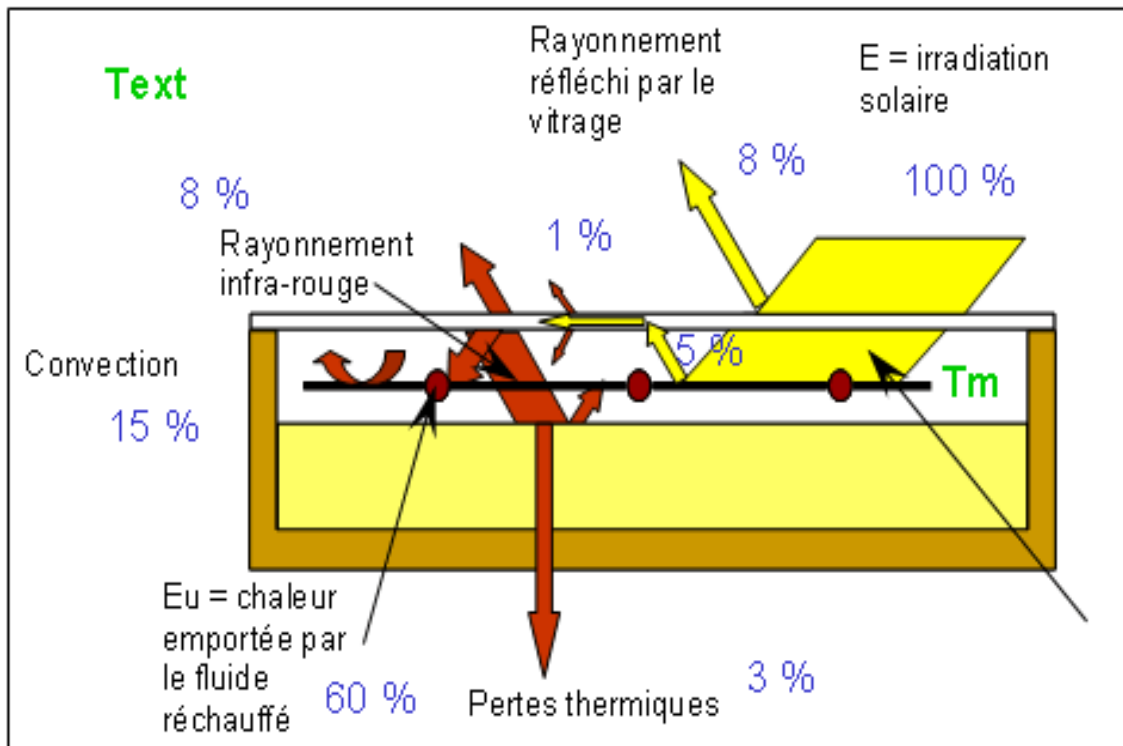


Figure I.5. Principe de l'effet de serre

8. Corps noir

Un corps noir est par définition un corps idéal parfaitement absorbant pour la lumière et parfaitement émissif pour le rayonnement thermique. On dit que la radiation électromagnétique absorbée par les parois de l'enceinte est en équilibre thermique. Tous les photons sont absorbés en permanence quelle que soit leur longueur d'onde et les photons réémis ont une distribution spectrale qui ne dépend que de la température des parois du corps noir. Il obéit à la fois aux lois de Lambert, de Stefan et de Wien[10].

9. Vent solaire

En raison des températures élevées qui règnent dans la couronne solaire ($T \approx 2.10^6$) du gaz ionisé peut échapper à l'attraction gravitationnelle du soleil, ce gaz forme le vent solaire. Il se répand dans l'espace en suivant les lignes de force du champ magnétique solaire qui par suite de la rotation du soleil et de couplage champ magnétique particules ionisées prennent la forme de spirales, la vitesse du vent augmente à mesure que l'on s'éloigne du soleil et la densité diminue. Au niveau de la terre, la densité du vent solaire est de l'ordre de 5 particules cm^{-3} et sa vitesse de 400 km/s environ. Ces caractéristiques sont évidemment très perturbées en période d'activité solaire intense, en particulier lors des éruptions solaires [11].

10. Orientation et inclinaison des capteurs solaires

La position des capteurs thermiques par rapport au soleil influe directement sur leur production énergétique. Il est très important de bien les placer pour les utiliser au maximum de leurs possibilités. On appelle orientation le point cardinal vers lequel est tournée la face active du panneau (sud, nord, sud-ouest...) quant à l'inclinaison, elle indique l'angle que fait le panneau avec le plan horizontal, elle se compte donc en degrés, quand on a le choix, l'orientation idéale d'un capteur solaire obéit à une règle très simple à retenir : vers l'Equateur, ce qui donne :

- Orientation vers le Sud dans l'hémisphère nord,
- Orientation vers le Nord dans l'hémisphère sud. [12]

11. Eclairement solaire

On introduit la notion de l'éclairement comme étant la densité de puissance reçue par une surface soumise à un lumineux dans les conditions atmosphériques, cette densité de puissance atteint 1 kW/m^2 pour un endroit situé au niveau de la mer. [13]

12. Appareils de mesures

Les données nécessaires à l'établissement d'un bilan énergétique solaire d'un lieu déterminé sont : les durées d'insolation, les mesures des rayonnements directs et diffus et celle du rayonnement global. [14]

12.1. Héliographes

En ce qui concerne les durées d'insolation, les durées d'insolation, les héliographes mesurent les périodes de la journée pendant lesquelles l'intensité du rayonnement direct a dépassé un certain seuil. La somme de ces périodes représente l'insolation journalière. L'intervalle de temps compris entre le lever et le coucher du soleil définit le maximum pour un jour et un lieu donné de l'insolation journalière.

12.2. Pyrhéliomètres

Les pyrhéliomètres mesurent le rayonnement direct. Ainsi le pyrhéliomètre à disque d'argent permet de déduire de lectures thermométriques successives l'intensité du direct, en ouvrant et en occultant alternativement l'entrée de l'appareil. Bien entendu, un tel dispositif doit être muni d'un système de poursuite automatique.

12.3. Pyranomètres

Les pyranomètres, auxquels on associe généralement un enregistrement continu (à thermopile par exemple) donnent le rayonnement global (direct et diffus).

13. Gisement solaire en Algérie

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Il est utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système énergétique solaire et faire un dimensionnement le plus exact possible compte tenu de la demande à satisfaire [15].

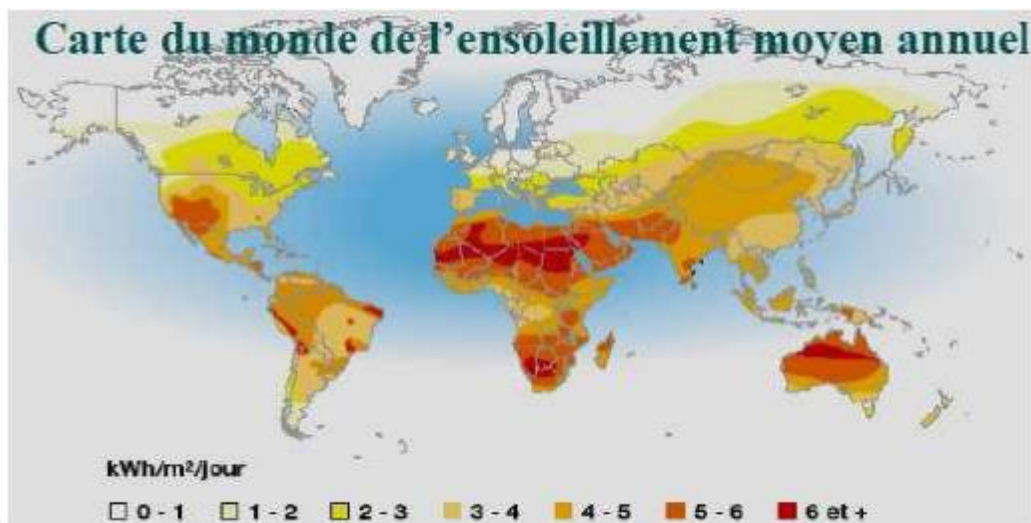


Figure I.6. Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel

14. Conclusion

L'étude du rayonnement solaire s'avère nécessaire pour le choix du meilleur site en vue d'une installation d'un système de captation solaire. Le développement des applications de l'énergie solaire dans le domaine photovoltaïque, thermodynamique, thermique nécessite des données de longue durée sur l'irradiation solaire, beaucoup de modèles pour estimer le rayonnement solaire global, diffus sur plan incliné.

Chapitre II

Généralités sur les capteurs solaires plans

Généralités sur les capteurs solaires plans

1. Introduction

L'énergie a toujours constitué un enjeu vital pour les sociétés humaines. Les comportements humains sont fortement induits par son abondance ou sa pénurie. La prise de conscience de l'importance des enjeux liés à l'énergie (réchauffement climatique, épuisement des ressources, augmentation des coûts de la santé,...).

Les énergies renouvelables ont connu des phases de développement, parmi ces énergies renouvelables, nous citons l'énergie solaire, une énergie exploitée depuis les millénaires.

En raison de l'insuffisance de l'échange thermique réalisé dans le capteur solaire plan à air entre le fluide caloporteur et l'absorbeur [16].

2. Définition capteurs solaires plans

Les 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, ainsi que dans la réfrigération solaire.

Plusieurs types de capteurs à air ont été construits et testés à travers le monde dont l'objectif principal étant de collecter le maximum d'énergie solaire à un coût minimum[17].

2.1. Principe de fonctionnement

Le principe de capteur solaire à air est basé sur la réalisation de l'effet de serre, il repose sur le fait que le verre transmet la quasi-totalité du rayonnement solaire dont les longueurs d'onde sont grandes.

Lorsque le flux solaire traverse la vitre, il chauffe la plaque placée derrière ; celle-ci émet à son tour un rayonnement thermique de grandes longueurs d'onde (IR) qui ne peut pas traverser la vitre, il se trouve donc piégé à l'intérieur du capteur, c'est à dire :La conversion rayonnement-chaleur s'effectue en surface de l'absorbeur : les photons qui le frappent sont absorbés par la matière et augmentent l'agitation des molécules, et donc la température du matériau exposé au rayonnement va s'élever. Cette énergie accumulée par l'absorbeur est cédée aux fluide caloporteur (air) au contact thermique.

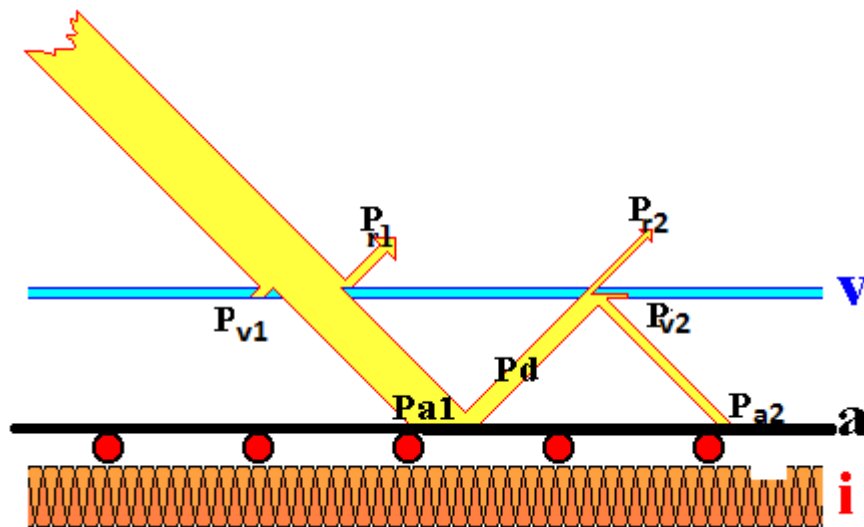


Figure II.1. Principe de fonctionnement

Le rayonnement solaire symbolisé par les flèches jaune, ne traverse pas entièrement le vitrage du capteur car une petite partie (P_{r1}) est réfléchiée par la vitre, surtout si l'angle d'incidence est fort. Malgré l'excellente transparence du verre, une petite partie (P_{v1}) de l'énergie reçue sera absorbée par le verre. Du rayonnement reçu par l'absorbeur, une partie (P_d) sera ré-rayonnée ou communiquée à l'air ambiant par convection. Une partie (P_{r2}) de P_d va traverser la vitre et sera perdue définitivement, une autre partie (P_{v2}) sera absorbée par la vitre et le reste retournera vers l'absorbeur (P_{a2}). On négligera les pertes au travers de l'isolant [18].

2.2. Composantes d'un capteur

Un capteur solaire plan est généralement composé d'un coffre, d'un vitrage, d'une isolation, d'un absorbeur et de tubes permettant le passage du fluide caloporteur

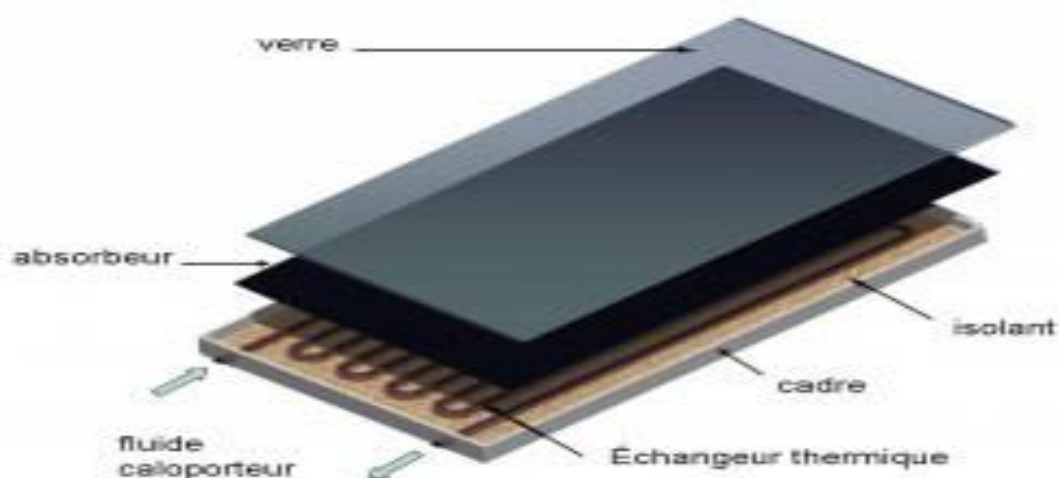


Figure II.2. Composants d'un capteur solaire plan

2.2.1. Absorbeurs

L'absorbeur est l'un des éléments les plus importants d'un capteur thermique; il convertit le rayonnement solaire en chaleur. L'absorbeur se caractérise par deux paramètres:

- Facteur d'absorption solaire α^* (ou absorptivité): le rapport du rayonnement lumineux absorbé par le rayonnement lumineux incident;
- Facteur d'émission infrarouge ε (ou émissivité): le rapport entre l'énergie rayonnée dans l'infrarouge lorsque l'absorbeur est chaud et celle qu'un corps noir rayonnerait à la même température.

Dans les applications de chauffage solaire, on cherche à obtenir le meilleur rapport facteur d'absorption solaire / facteur d'émission infrarouge. Ce rapport est appelé sélectivité.

Le matériau constituant l'absorbeur est en règle générale en cuivre ou aluminium mais aussi parfois en matière plastique. Afin d'obtenir un meilleur rendement, certains systèmes sont donc constitués d'un revêtement particulier.

Voici les propriétés de quelques matériaux utilisés comme absorbeurs[19] :

Matériau	Facteur d'absorption α^*	Facteur d' emission ε	Sélectivité α^* / ε	Temperature max
Black nickel	0,88 - 0,98	0,03 - 0,25	3,7 – 32	300°C
Graphitic films	0,876 - 0,92	0,025 - 0,061	14,4 - 36,8	250°C
Black copper	0,97 - 0,98	0,02	48,5 – 49	250°C
Black chrome	0,95 - 0,97	0,09 - 0,30	3,2 - 10,8	350 - 425°C

Tableau II.1. Propriétés de quelques matériaux utilisés comme absorbeurs

2.2.2. Fluides caloporteurs

Le fluide caloporteur(ou caloripporteur) permet d'évacuer la chaleur emmagasinée par l'absorbeur et de la transmettre vers là où elle doit être consommée. Un bon fluide caloporteur doit prendre en compte les conditions suivantes:

- Etre chimiquement stable lorsqu'il atteint une forte température, en particulier lors de la stagnation du capteur.
- Posséder des propriétés antigel en corrélation avec les conditions météorologiques locales;
- Posséder des propriétés anticorrosives selon la nature des matériaux présents dans le circuit capteur.

- Posséder une chaleur spécifique et une conductivité thermique élevées afin de transporter efficacement la chaleur.
- Être non-toxique et avoir un faible impact sur l'environnement; avoir une basse viscosité afin de faciliter la tâche de la pompe de circulation.
- Être facilement disponible et de bon marché

Le bon compromis par rapport à ces critères est un mélange d'eau et de glycol (utilisé dans le liquide de refroidissement des automobiles), même s'il n'est pas rare de trouver des systèmes fonctionnant à l'eau pure ou tout simplement à l'air selon l'utilisation.

2.2.3. Vitrage

Le vitrage permet de protéger l'intérieur du capteur contre les effets de l'environnement et d'améliorer le rendement du système par effet de serre. Si l'on souhaite un vitrage efficace, il doit posséder les propriétés suivantes:

- Réfléchir le rayonnement lumineux au minimum quelle que soit son inclinaison;
- Absorber le rayonnement lumineux au minimum
- Avoir une bonne isolation thermique en gardant le rayonnement infrarouge au maximum;
- Résister dans le temps aux effets de l'environnement (pluie, grêle, rayonnement solaire,...) et aux grandes variations de températures.
- Principaux vitrages utilisés pour les capteurs thermiques sont à base de verre non-ferrugineux ou en verre acrylique, et souvent dotés d'un revêtement antireflet.

2.2.4. Isolants thermiques

L'isolant thermique permet de limiter les déperditions thermiques, sa caractéristique est le coefficient de conductivité; plus il est faible meilleur est l'isolant. Les principaux matériaux utilisés pour les capteurs thermiques sont la laine de roche et de verre, des mousses de polyuréthane ou encore de la résine de mélamine. On retrouve parfois des isolants plus naturels.

Quelques isolants utilisés pour les capteurs thermiques [20].

Matériau	Conductivité thermique
Laine de roche	0,032 - 0,040 W/m.K
Laine de verre	0,030 - 0,040 W/m.K
Mousses de polyuréthane (étanchéité)	0,022 - 0,030 W/m.K

Tableau II.2. Quelques isolants utilisés pour les capteurs thermiques

Voici les coefficients d'isolation de gaz utilisés comme isolants [21]

Gaz	Conductivité thermique à 283 K, 1 bar.
Air	0,0253 W/m.K
Argon	0,01684 W/m.K
Xénon	0,00540 W/m.K

Tableau II.3. Les coefficients d'isolation de gaz utilisés comme isolants

2.3. Différent types des capteurs solaires plans [22]

	Capteur solaire non vitré	Capteur solaire plan vitré	Capteur solaire vitré à sous vide
Définition	Un capteur solaire non vitré, aussi appelé capteur "moquette", est composé Le capteur moquette est le plus simple et le moins cher au m ² des capteurs solaires	Ce capteur thermique est le plus courant et le plus polyvalent	Il est constitué d'une série de tubes transparents sous vide qui isolent l'absorbeur On fait le vide dans ces tubes, comme dans les bouteilles isothermes afin de réduire les déperditions de chaleur par convection et par conduction thermique.
Description	Ce capteur thermique est simplement composé d'un réseau de tubes noirs accolés les uns aux autres.	Un capteur plan est une sorte de boîte plate, avec un vitrage en verre trempé en guise de couvercle, et avec à l'intérieur (du bas vers le haut) : <ul style="list-style-type: none"> ➤ un isolant thermique résistant aux fortes températures, en général de la laine de roche 	Ce capteur thermique est composé d'une série de tubes transparents en verre de 5 à 15 cm de diamètre. Dans chaque tube il y a : <ul style="list-style-type: none"> ➤ une mince plaque métallique noire (ailette), qui va absorber l'énergie solaire : elle dispose d'un revêtement sélectif, qui permet de minimiser la réflexion du rayonnement

		<p>➤une plaque métallique noire qui va absorber l'énergie solaire : elle dispose d'un revêtement sélectif, qui permet de minimiser la réflexion du rayonnement solaire ;</p> <p>➤des tubes en cuivre, en contact avec la plaque, dans lesquels va circuler un liquide qui récupérera l'énergie accumulée par la plaque absorbante.</p>	<p>solaire ;</p> <p>➤un vide d'air : pour éviter les pertes de chaleur, l'air a été aspiré à l'intérieur de chaque tube (la pression y est inférieure à 0,001 Pa).</p>
<p>Utilisation</p>	<p>Du fait de l'absence de vitrage, la performance de ce capteur est très sensible à la température extérieure.</p> <p>Ainsi, il va avoir un bon rendement pour chauffer une piscine l'été, car la température de l'eau souhaitée dans la piscine est proche de la température de l'air ambiant. Le dimensionnement usuel se situe entre 1/3 et 2/3 de la surface du bassin</p>	<p>Les capteurs plans vitrés peuvent être utilisés pour de nombreux usages :</p> <p>➤l'eau chaude sanitaire : compter 1 m² de capteur par personne + 1 m² pour couvrir 50 à 70 % de besoins d'eau chaude sanitaire (pour une famille de 4 personnes, il faut environ 5 m² de capteurs) ;</p> <p>➤l'eau chaude et le chauffage : compter environ 10 % de la surface à chauffer pour</p>	<p>Leur utilisation pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire est tout à fait possible. Cependant, les performances d'un chauffe-eau solaire équipé de capteurs sous vide ne sont pas tellement meilleures qu'avec des capteurs plans vitrés dans le cas où l'on produit de l'eau à 50°C Le choix du capteur sous vide est donc intéressant pour des plages de température où les capteurs plans vitrés ont des rendements qui chutent : à la fois une température utile supérieure</p>

		<p>couvrir 30 à 60 % de besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire (l'idéal étant alors d'avoir un plancher chauffant basse température) ;</p> <p>➤ l'eau chaude, le chauffage de la maison et de la piscine : des systèmes solaires complets permettent ainsi une utilisation annuelle optimisée de l'énergie solaire.</p>	<p>à 50°C et une température extérieure inférieure</p>
<p>Avantages et inconvénients</p>	<p>Ses principaux avantages sont : sa facilité de mise en œuvre : on peut ainsi l'installer soi-même ; son coût, qui est d'environ 100 €/m². On trouve facilement des capteurs moquettes chez les fournisseurs de piscines ou chez certains magasins de bricolage.</p>	<p>Les capteurs plans vitrés sont les capteurs qui ont le meilleur rendement pour un usage annuel et pour la production d'eau chaude et/ou le chauffage.</p> <p>L'installation doit être réalisée par un professionnel qualifié.</p> <p>Le prix d'1 mètre carré de capteur est d'environ 400</p>	<p>Les tubes doivent être totalement hermétiques : tout tube non hermétique doit être changé pour préserver la performance de l'ensemble du capteur</p>

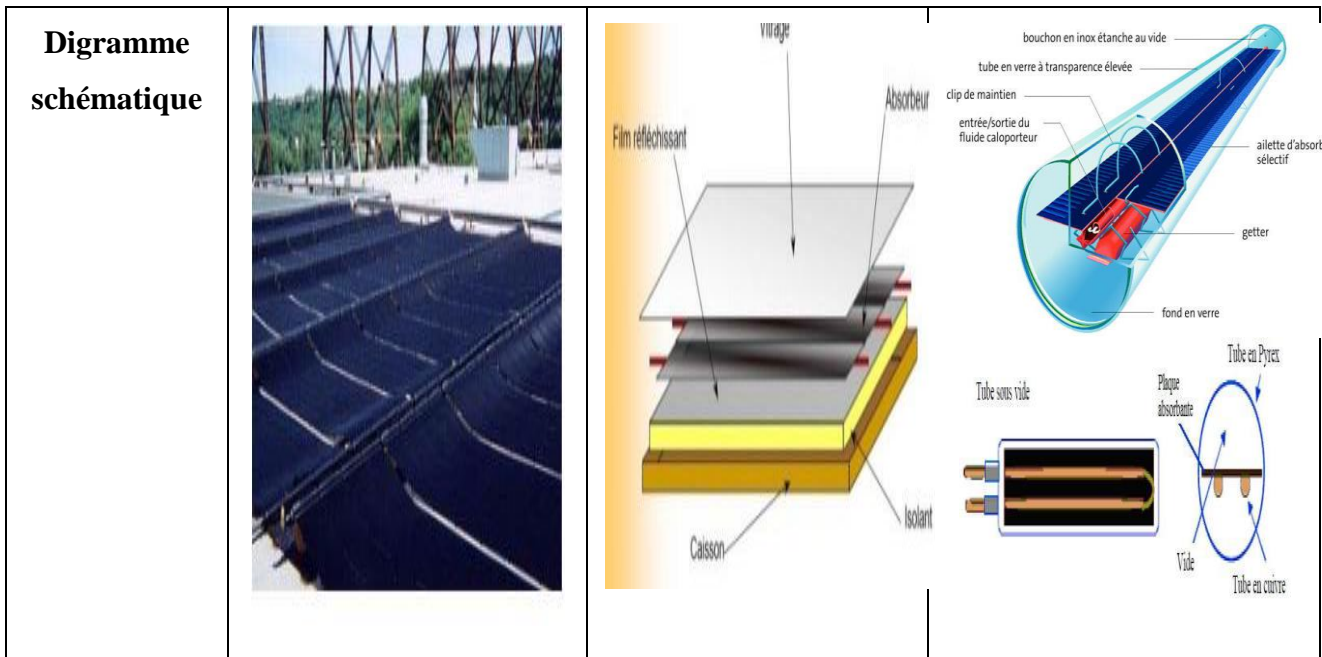


Tableau II.4. Différents types des capteurs solaires plans

3. Bilan énergétique d'un capteur solaire plan

Le bilan énergétique d'un capteur plan est défini par l'énergie solaire absorbée par le capteur (Q^*), l'énergie utile emmagasinée dans le fluide caloporteur (Q_u), les pertes thermiques (Q_a) et l'énergie d'inertie thermique de l'installation (Q_t) [23]. Ce bilan thermique est donc noté :

$$Q^* = Q_u + Q_a + Q_t \tag{II.1}$$

Le rendement d'un capteur plan est obtenu par le rapport entre l'énergie utile Q_u et la puissance solaire globale (G^*) reçue par le capteur sur une période t :

$$n = \frac{\int_0^{\Delta t} Q_u \cdot dt}{\int_0^{\Delta t} G^* \cdot dt} \tag{II.2}$$

La puissance globale reçue par le capteur (G^*) s'exprime en W/m^2 . L'énergie utile (Q_u) produit par le capteur est obtenue par l'expression du bilan énergétique en régime permanent où l'énergie d'inertie thermique Q_t est considérée comme nulle :

$$Q_u = Q^* - Q_a \tag{II.3}$$

Avec : $Q^* = G^* \cdot \tau_c^* \cdot \alpha_p^*$

τ_c^* : Coefficient de transmission solaire de la couverture transparente

α_p^* : Coefficient d'absorption solaire

Et : $Q_a = K \cdot (T_p - T_a)$

K : Conductance thermique du capteur

T_p : Température de l'absorbeur

T_a : Température ambiante

3.1. Rendement du capteur solaire plan

Le rendement d'un capteur solaire thermique est un nombre compris entre 0 et 1 (ou 0 % et 100%) et qui représente la part d'énergie solaire transformée sous forme de chaleur au fluide caloporteur. IL existe deux méthodes pour évaluer les pertes:

- Méthode française : Modélisation mathématique simple (linéaire) du capteur solaire
- Méthode européenne : Modélisation mathématique plus précise (quadratique) du capteur Solaire[24].

3.2. Calcul de rendement dans un capteur solaire thermique

Le rendement d'un capteur est le rapport entre la chaleur utile (Q_3) transmise au fluide et le rayonnement solaire incident (E_0) :

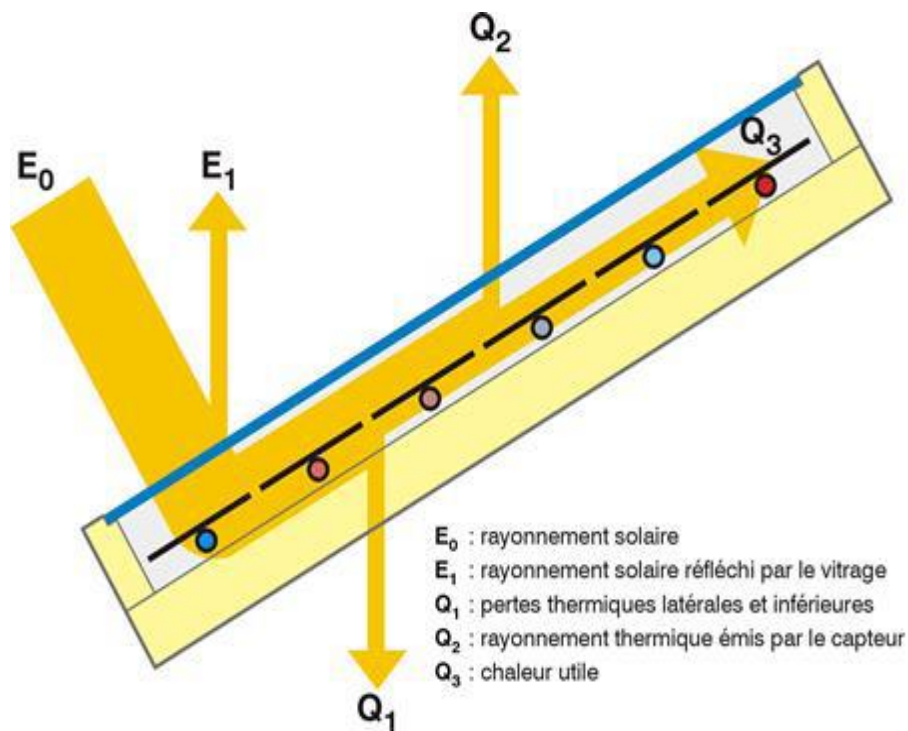


Figure II.3. Bilan énergétique dans un capteur plan

Soit l'expression de ce rendement[24] :

$$n = Q_3 / E_0 \quad (\text{II.4})$$

Cette chaleur utile Q_3 est définie par le bilan des apports solaires utiles et des pertes thermiques :

$$Q_3 = E_0 - E_1 - Q_2 - Q_1 \quad (\text{II.5})$$

3.3. Différents paramètres influant sur le rendement du capteur solaire

Le rendement d'un capteur solaire plan est influencé par différents paramètres [25,26,27et 28]. On distingue:

3.3.1. Paramètres externes

Les paramètres externes sont :

1-Paramètres d'ensoleillement

- Eclairement énergétique dû au rayonnement global.
- Position du soleil et durée d'insolation.
- L'heure de la journée et la saison.
- La position géographique du lieu considéré (latitude).

2- Température ambiante

3- Vitesse du vent

3.3.2.Paramètres internes

Les paramètres internes sont :

1- Paramètres de position

- Orientation, inclinaison et emplacement du capteur.
- Capteur fixe ou suiveur du soleil.

2- Paramètres de construction

Parmi lesquels nous citons :

➤L'absorbeur

Propriétés thermo-physiques

- Dimensions des tubes, de la plaque absorbante et espacement entre les tubes.
- Introduction des rugosités artificielles et de la surface sélective.
- Epaisseur de la lame d'air entre l'absorbeur et la vitre.
- Géométrie des canaux (carrée, rectangulaire, hexagonale, circulaire).
- Configuration du réseau de circulation du fluide caloporteur.
- Température de l'absorbeur.
- La différence de température entre l'absorbeur et l'air ambiant.

➤La surface sélective

Propriétés optiques.

➤Couverture transparente

Propriétés optiques et thermo-physiques.

Epaisseur.

Le nombre de vitrage et la forme.

➤L'isolant

Propriétés thermo-physiques et optiques.

Epaisseur.

➤Fluide caloporteur

Régime d'écoulement (laminaire ou turbulent) et le débit.

Température d'entrée.

Propriétés thermo-physiques.

4. Application

Il existe plusieurs des applications ou les utilisations des capteurs plans parmi cette application on prendra comme exemple le séchoir solaire:

4.1. Séchoir solaire comme exemple des applications capteurs solaires plans

Le séchage est un procédé d'extraction d'eau d'un solide, d'un semi-solide ou d'un liquide par évaporation. Cette opération nécessite une source de chaleur. Plusieurs techniques sont possibles pour sécher et conserver nos produits [29].

La technique de séchage courante, qui est généralement réalisée sur sol, est la plus utilisée dans les pays en voie de développement pour préserver les denrées alimentaires, telles que les céréales, les légumes, la viande et le poisson, etc.

Le taux de séchage est contrôlé par des facteurs externes, tels que le rayonnement solaire, la température ambiante, la vitesse du vent et l'humidité relative, et des facteurs internes, tels que la teneur en eau initiale, le type des produits et la masse du produit par unité de surface d'exposition.

Il y a des avantages considérables dans le séchage solaire hybride puisque la source d'énergie nécessaire est renouvelable [29].

4.2. But de séchage

Le but du séchage consiste à diminuer la teneur en eau des produits agro alimentaire jusqu'à des valeurs résiduelles inhibant le développement de tout micro-organisme permettant ainsi leur stockage dans des conditions ambiantes. Le développement scientifique et technologique a permis de diversifier et de mettre en œuvre plusieurs méthodes de séchage et plusieurs séchoirs[29].

4.3. Principe et description du séchage

Le moyen le plus simple à mettre en œuvre pour sécher un produit est de le ventiler avec un air suffisamment chaud et sec pour qu'un échange de chaleur et d'humidité s'effectue entre cet air et le produit[30].

Le schéma type d'une installation de séchage dit convectif est représenté sur la figure(II.4)

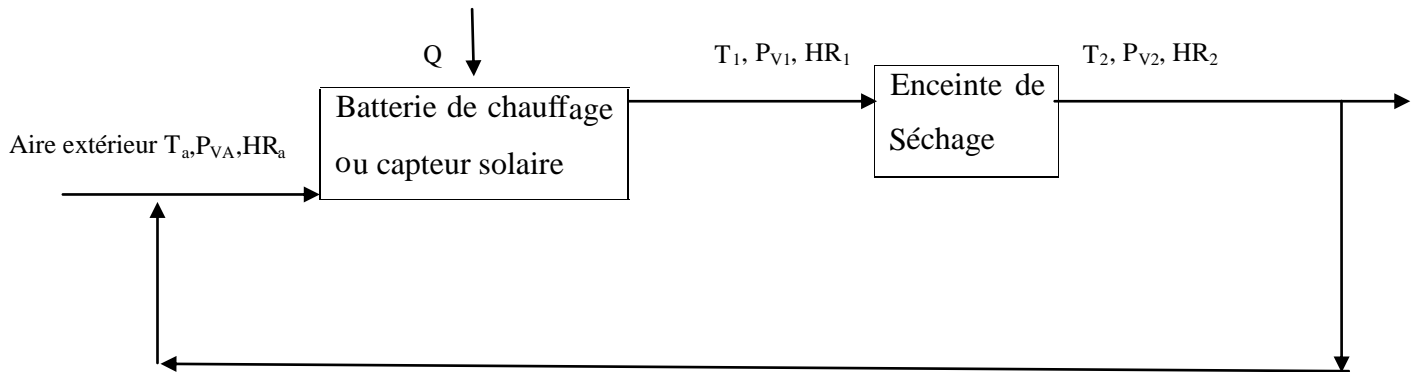


Figure II.4. Schéma de principe d'un séchoir convectif

L'air subit d'abord un échauffement à pression constante dans une batterie de chauffage ou un capteur solaire puis une humidification quasi adiabatique dans l'enceinte de séchage.

On a les relations : $T_a < T_1$, $T_2 < T_1$, $x_2 > x_1$ et $Th_2 = Th_1$

si l'enceinte de séchage est parfaitement isolée.

P_v , T , P_{va} et T_a étant respectivement les pressions de vapeur d'eau et les températures du produit et de l'air. L'équilibre impose :

$T = T_a$: pas de transfert de chaleur

$P_v = P_{VA}$: pas de transfert de masse, HR l'humidité relative de l'air

4.4. Différents types de séchoirs solaires

Il existe une grande variété de séchoirs et selon le point de vue adopté Les séchoirs solaires sont classés généralement selon le mode de chauffage ou le mode de leur fonctionnement en plusieurs catégories [31] :

- Séchoirs solaires directs.
- Séchoirs solaires indirects.
- Séchoirs solaires hybrides.
- Séchoirs solaires mixtes.

4.4.1 Séchoirs solaires directs

Les séchoirs solaires directs sont des dispositifs simples à utiliser et à construire. Ils s'offrent de large possibilités de conception du séchoir coffre à plateau et adapté à la petite production, au séchoir cabane qui permet de traiter de grandes quantités [32].

4.4.2. Séchoirs solaires indirects

Ces systèmes sont plus performants que les séchoirs directs, ils présentent l'avantage de mieux préserver les caractéristiques de l'aliment : sa couleur, son aspect, sa valeur nutritive. Ils sont donc particulièrement adaptés au séchage des produits alimentaires [31].

4.4.3. Séchoirs mixtes

Ces séchoirs combinent les dispositifs des séchoirs directs et indirects. Dans ce type de séchoirs, l'action combinée du rayonnement solaire direct sur le produit à sécher et le capteur solaire est de fournir la chaleur nécessaire pour le processus de séchage [31].

5. Conclusion

On conclut que dans ce chapitre, nous avons fait une étude approfondie sur l'utilisation de l'énergie solaire, nous avons montrés que l'utilisation de l'énergie solaire est divisée en plusieurs sujets, y compris leur utilisation dans le domaine de la production d'énergie thermique et le chauffage de l'eau et les chauffages des bâtiments ainsi que leur utilisation dans le séchage. Dans la deuxième partie, nous avons étudiés l'élément le plus important de l'exploitation de l'énergie solaire qui est le capteur solaire ou on a résumé quelques types de capteurs solaires [32].

Chapitre III

Recherche bibliographique

Recherche bibliographique

1. Introduction

En raison de l'insuffisance de l'échange thermique réalisée dans le capteur solaire plan à air entre le fluide et l'absorbeur il est intéressant à apporter des améliorations pour de meilleures performances ou une meilleure efficacité thermique. Le rendement d'un capteur solaire, conçu pour convertir l'énergie solaire en énergie thermique dépend de sa forme, de la technique choisie et de la façon dont on réduit les pertes de chaleur à la surface de celui-ci. Il existe une gamme étendue de capteurs solaires à air avec différentes dispositions de l'absorbeur[32].

2. Résultats obtenus par certains chercheurs

2.1. S. BABU SASI KUMAR et M. CHINNAPANDIAN ont étudié

Dans les pays en développement, la consommation de combustibles fossiles et d'électricité augmente chaque jour et génère davantage de pollution environnementale. Compte tenu de ce qui précède, il est nécessaire de développer une énergie alternative à faible coût. L'énergie solaire est l'un des meilleurs moyens de produire de l'énergie. Le collecteur d'air de type à plaque plate solaire (SFPTAC) est largement utilisé pour de nombreuses applications solaires

Le séchage des produits alimentaires agricoles est une application attrayante et rentable de l'énergie solaire, qui devient un substitut potentiellement viable pour le bois de chauffage dans les pays en développement du monde. Un SFPTAC a une surface de $2 \times 1 \text{ m}^2$ et une feuille d'aluminium de 5 mm d'épaisseur est recouverte d'une peinture noire. Un collecteur isolé d'environ 10 cm d'épaisseur et à l'intérieur est recouvert de laine de verre d'une épaisseur de 25 mm utilisé sur la surface de l'enceinte. Ces tests ont été conduits pour recueillir des données de différentes conditions atmosphériques. Les résultats obtenus ont été examinés à la fois par convection libre et forcée [33].

2.2. Amélioration des performances des capteurs solaires plans à air

L'amélioration des performances des capteurs solaires plans consiste à limiter les pertes thermiques entre l'absorbeur et l'environnement. Plusieurs approches ont été développées. Dans le cas des obstacles fixés sur l'isolant, le choix des formes géométriques utilisés doit satisfaire certains critères. En effet, la forme et la disposition des obstacles affectent l'écoulement d'air pendant sa trajectoire. Les obstacles assurent une bonne irrigation de l'absorbeur, créent la turbulence et réduisent les zones inactives dans le collecteur.

A. Ahmed-Zaid, A. Moulla, M. S. Hantala et J.Y. Desmons présentent une comparaison entre les résultats obtenus dans les cas du capteur solaire muni d'obstacles et du capteur sans obstacles (SC). Les différentes formes étudiées, à la fois simples et intéressantes, concernent, les chicanes Delta Cintrées Longitudinalement (DCL), ogivales Cintrées Longitudinalement (OCL) et Transversales-Longitudinales (TL).

Cette étude a montré que l'usage des chicanes dans la veine dynamique d'un capteur solaire plan demeure un moyen efficace pour l'amélioration de ses performances[34].

En raison de l'insuffisance de l'échange thermique réalisée dans le capteur solaire plan à air entre le fluide et l'absorbeur l'utilisateur est amené à apporter des améliorations pour de meilleures performances ou une meilleure efficacité thermique. Dans cette étude expérimentale, par la simulation de l'énergie solaire, ils ont cherché à améliorer le couple Rendement-Ecart de température du capteur en introduisant des chicanes (obstacles) lesquelles sont déposées dans la veine dynamique du capteur. Les transferts thermiques, la température de sortie et le rendement du capteur sont nettement améliorés. Une application des meilleurs systèmes est présentée pour sécher l'oignon jaune et le hareng dans des temps intéressants[35].

2.3. Minimisation des pertes thermiques

Dans le but de minimiser les pertes thermiques vers l'avant de l'absorbeur, Feyza Benyelles et al ont proposés de placer un isolant " aérogel de silice " au-dessus de l'absorbeur. Les auteurs ont choisis l'aérogel de silice pour ses propriétés. C'est un matériau solide à basse densité variant de 80 à 270 kg/m³, transparent, poreux (porosité de 35% à 90%). Son indice de réfraction est compris entre 1.2 à 1.05. Pour une épaisseur de l'ordre de 20 mm, la transmittance solaire normale est de 90%. Sa conductivité thermique est de l'ordre de 0.02 W/m. K [36].

Plusieurs capteurs dans les mêmes conditions expérimentales ont été comparés:

- Capteur simple vitrage à absorbeur non sélectif.
- Capteur simple vitrage à absorbeur sélectif.
- Capteur double vitrage à absorbeur non sélectif.
- Capteur simple vitrage à absorbeur non sélectif muni d'un isolant à aérogel de silice.

Les auteurs ont trouvés que la température de la vitre d'un capteur simple vitrage à absorbeur non sélectif peut atteindre 50°C, alors qu'elle n'atteint que 20 °C pour un absorbeur muni

d'un isolant aérogel de silice. En outre, le coefficient de pertes thermiques vers l'avant de l'absorbeur, dans ce cas est minime. Ils ont déduit que l'aérogel de silice est un super isolant transparent de la face avant du capteur, et contribue ainsi à l'amélioration du rendement du capteur solaire.

Le capteur à air étudié dans cet article est un insolateur à simple passe entre l'absorbeur et la vitre. Une analyse des échanges thermiques instationnaires dans un tel capteur est présentée. S. OUDJEDI a montré qu'en régime quasi stationnaire les équations de bilan thermique des composants du capteur cascaded en une équation différentielle ordinaire de premier ordre, qui à elle seule régit le comportement thermique du capteur. La solution de cette équation différentielle est écrite sous la forme d'une expression explicite de la température locale du fluide caloporteur en fonction du flux solaire variable dans le temps. L'influence de divers paramètres tels que la température d'entrée du fluide, sa vitesse et la hauteur du canal d'écoulement d'air sur les performances thermiques du capteur solaire à air est aussi étudiée[17].

2.4. Influence de la configuration de l'absorbeur sur les performances

Dans l'utilisation de l'énergie solaire, la faible densité de l'énergie et la fourniture instable de cette dernière est due aux variations des conditions atmosphériques. La plus grande part de recherche est consacrée au développement du chauffe-eau solaire du point de vue rendement thermique en général, mais rare sont les études sur les capteurs solaires utilisant l'air comme fluide caloporteur, car ce dernier a un coefficient de transfert de chaleur par entre l'absorber et le fluide beaucoup plus faible que celui de l'eau. conduction-convection. On a peu d'informations concernant le comportement des capteurs solaires à air en convection naturelle plus précisément l'évolution du débit d'air et l'évolution de la température de sortie du fluide caloporteur, [37]

Dans cette étude, F. MOKHTARI et D. SEMMAR ont présenté les résultats des essais effectués sur le capteur solaire à air. En premier lieu, ont donné la méthode de réalisation du prototype expérimental en se référant aux modèles standards des capteurs à air, ensuite une campagne de mesures a été menée afin de juger les performances thermiques de ce système. Les paramètres mesurés ont leur permis d'appuyer l'analyse théorique, valoriser leur capteur solaire à air, et pour une éventuelle utilisation de leur capteur dans le séchage des produits agro-alimentaires [38].

Le présent travail porte sur l'étude et la conception d'un capteur solaire à air destiné à la production d'air chaud. Pour effectuer ce travail, D. SEMMAR et al ont adopté une approche théorique qui consiste à simuler le comportement en question par un programme informatique de simulation basé sur un modèle mathématique approprié où tous les paramètres caractérisant la performance du système sont évalués instantanément durant la période d'ensoleillement. Les résultats obtenus par l'étude expérimentale ont été comparés avec les résultats obtenus par simulation numérique. Enfin une interprétation des résultats obtenus est faite pour valider le modèle utilisé [39].

2.5. Amélioration des performances du capteur

2.5.1 Capteur doté de chicanes

Dans le but d'améliorer les performances des capteurs solaires à air, K. AOUES et al ont présenté dans cet article, une série de tests expérimentaux menés sur un capteur solaire plan, d'une surface de captation de 1.74 m^2 , conçu au laboratoire et expérimenté dans la région de Biskra. L'installation expérimentale complète comprend la mesure du rayonnement solaire global, la vitesse du vent, le débit d'air et les températures ambiante et de l'air à l'entrée et à la sortie. Afin d'optimiser les performances thermiques, le capteur a été garni dans sa veine d'air dynamique de rugosités artificielles de différentes formes (model-1 et model-2) et différents arrangements (A et B). Le capteur solaire a été orienté face au sud, incliné d'un angle égal à la latitude de Biskra et soumis aux conditions environnementales. Ainsi, cette étude comparative a abouti au choix d'une configuration, parmi les quatre étudiées, permettant d'obtenir le meilleur rendement du capteur [40].

2.5.2. Capteur à rugosité artificielle

A. LABED et al ont mené des travaux expérimental et théorique afin d'améliorer les performances du capteur solaire plan à air en introduisant un nouveau modèle rugosité artificielle [41].

Dans cette étude, A. LABED et al ont présenté les résultats expérimentaux relatifs aux expériences menées sur des capteurs solaires plans à air. En premier lieu, ils ont décrit les différentes configurations étudiées. De ce fait, ils ont opté à combiner trois solutions technologiques, à savoir,

- Introduire différentes géométries de rugosités dans la veine d'air mobile,
- Inverser le sens de l'écoulement de l'air dans le capteur,

Faire circuler le fluide caloporteur de part et d'autre de la plaque d'acier inférieure 'double passage'. En deuxième phase, nous exposons les résultats qui traduisent l'influence des différentes solutions technologiques proposées sur les performances thermiques et la consommation électrique d'un capteur solaire en comparant les rendements thermiques et les pertes de charge pour tous les cas étudiés.

2.5.3. Capteur utilisant un lit sous forme de treillis métallique

Afin de déterminer les caractéristiques du fluide et du flux de chaleur dans un capteur solaire à air qui sert pour le chauffage (réchauffeurs solaires) en utilisant un lit sous forme de treillis métallique comme matériel d'emballage (figures II-17), Prasad, S.B. et Al [42], ont réalisé une étude expérimentale qui se base sur la comparaison de l'efficacité de ce type de capteur avec celui conventionnel.

Les données expérimentales ont été utilisées pour développer des corrélations, le but de ces corrélations c'est de prévoir les résultats expérimentaux avec une exactitude raisonnable. Les corrélations expérimentales développées montrent un accord meilleur par rapport aux valeurs prévues par des corrélations développées dans le temps passé pour le même système. Ils ont constaté qu'un rendement de l'ordre de 76.9 à 89% peut être obtenu.

Les enjeux et exigences environnementales prennent une place très importante dans les évolutions technologiques et dans la conception des procédés énergétiques. Parmi les procédés propres, le système solaire thermique constitue une alternative pour l'utilisation des énergies renouvelables. Dans cet article, F. BAGUI et H. CHAFOUK ont été intéressés par des différents développements autour de ces systèmes et ont passé en revue par différentes technologies utilisées dans ce domaine, ainsi que les moyens actuels de l'évaluation de leurs rendements et leurs efficacités[43].

3. Conclusion

L'objectif de ces travaux, c'est l'amélioration des performances des capteurs solaires et permettent d'obtenir de meilleures performances ou une meilleure efficacité thermique de ces systèmes.

Chapitre IV

Réalisation et étude expérimentale

Réalisation et étude expérimentale

1. Introduction

A partir de chapitres précédents et nos connaissances sur les capteurs solaires plans et comme il n'y a pas de règle générale pour la conception des capteurs solaire plan nous allons dans ce chapitre suivre les étapes principales de la conception de ce dernier on essaye de les optimiser le plus possible. Ce chapitre est consacré à la réalisation des tests sur un capteur plan à air en utilisant les différents appareils de mesures appropriés.

Afin de réaliser une caractérisation de notre capteur solaire , les paramètres suivants ont été mesurés :

- Les températures des différents éléments du capteur à savoir :

Entrée et sortie du fluide, la couverture, l'absorbeur et la température ambiante

2. Description et de fonctionnement du capteur plan à air

Le prototype étudié est conçu et réalisé au laboratoire. Il s'agit d'un capteur solaire plan à air à simple passe d'une surface de captation $S= 0,5 \text{ m}^2$, d'une longueur $L= 1 \text{ m}$ et d'une largeur $l = 0.5 \text{ m}$.et épaisseur $e=0.14\text{m}$.



Figure IV.1. Vue générale sur le capteur solaire

3. Eléments constituant du capteur solaire plan à air

Nous résumons les principaux composants du capteur comme suit:

- Une seule couverture transparente de verre qui assure le phénomène d'effet de serre'.
- Une plaque absorbante mince (en fer galvanisé peinte en noir mat) qui transmet la chaleur au fluide caloporteur(air).
- Les isolations arrière et latérale sont assurées grâce à un polystyrène et également par le boîtier, afin de limiter les pertes thermiques vers l'extérieur.

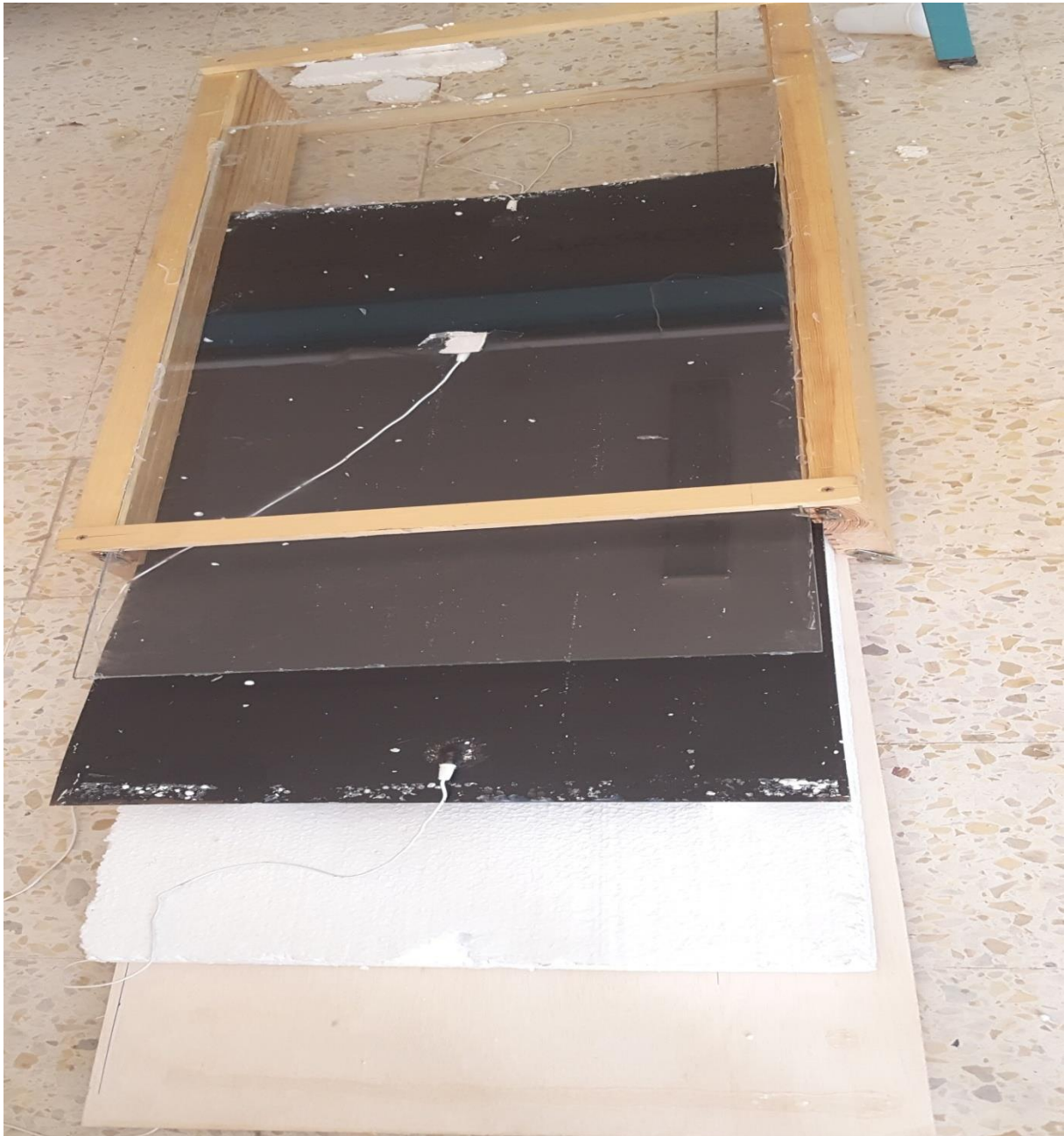





Figure IV.2 Vue générale sur les composants du capteur

4. Principe de fonctionnement

Le rayonnement solaire arrivant sur l'absorbeur est absorbé en partie par celui-ci et transformé en chaleur. Cela se manifeste par un échauffement généralisé de cet absorbeur. Cette énergie accumulée par l'absorbeur est cédée au fluide caloporteur (air) au contact thermique avec lui.

5. Caractéristiques Techniques du Capteur Solaire

Les caractéristiques techniques (thermo-physiques) du capteur solaire sont illustrées dans le tableau suivant:

Désignation	Unité	Nature et dimensions	Photos des éléments du capteur
<p>Boîtier</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nature - Epaisseur - Dimension 	<p></p> <p>m</p> <p>m</p>	<p>Bois</p> <p>0,14</p> <p>1*0,5</p>	 
<p>Couver</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nature - Epaisseur - Dimension - Transmissivité 	<p></p> <p>m</p> <p>m</p>	<p>Verre ordinaire</p> <p>0,004</p> <p>0,1*0,5</p> <p>0,9</p>	
<p>Absorbeur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nature - Epaisseur - Dimension - Absorptivité - Emissivité 	<p></p> <p>m</p> <p>m</p>	<p>Plaque galvanisée</p> <p>0,004</p> <p>1*0,438</p> <p>0,94</p> <p>0.88</p>	



<p>Isolant</p> <p>- Nature</p> <p>- Epaisseur</p> <p>- Conductivité</p>	<p>m</p> <p>W/mk</p>	<p>Polystyrène</p> <p>0.15</p> <p>0,033</p>	
<p>Porteur de capteur</p> <p>Solaire</p> <p>-Hauteur</p> <p>-Inclinaison</p>	<p>m</p> <p>°</p>	<p>0,5</p> <p>36</p>	

Tableau IV.1. Les caractéristiques techniques du capteur

6. Réalisation du capteur solaire

La mise en œuvre convenable d'un projet solaire passe par plusieurs étapes :

Ramener les différents composants et matériels nécessaires pour réaliser le montage.

Nettoyage du boîtier consistant au :

- Grattage de la peinture de la plaque absorbante.
- Purgation des verres (vitre).
- Vérification des différentes faces de l'isolant (arrière et latérales).

Pigmentation de l'absorbeur en noir mat.

Etalonnage des différents thermomètres, et emplacements comme suit :

- Un thermomètre à l'entrée du capteur au niveau de la plaque absorbante.
- Un thermomètre à la sortie du capteur au niveau de la plaque absorbante.
- Un thermomètre au niveau de la vitre.

Un thermomètre à la sortie et l'entrée du capteur au niveau de la veine d'air.

- Thermomètre pour mesurer la température ambiante.

Etablissement du verre à la face auparavant du capteur à l'aide de colle et de joint.

7. Diaporama

Voici un diaporama succinct des étapes de cette construction :



Figure IV.3. Photos représentant les différents composants et matériels nécessaires pour la réalisation de montage du capteur



Figure IV.4. Photos représentant les étapes réalisation montage de boîtier

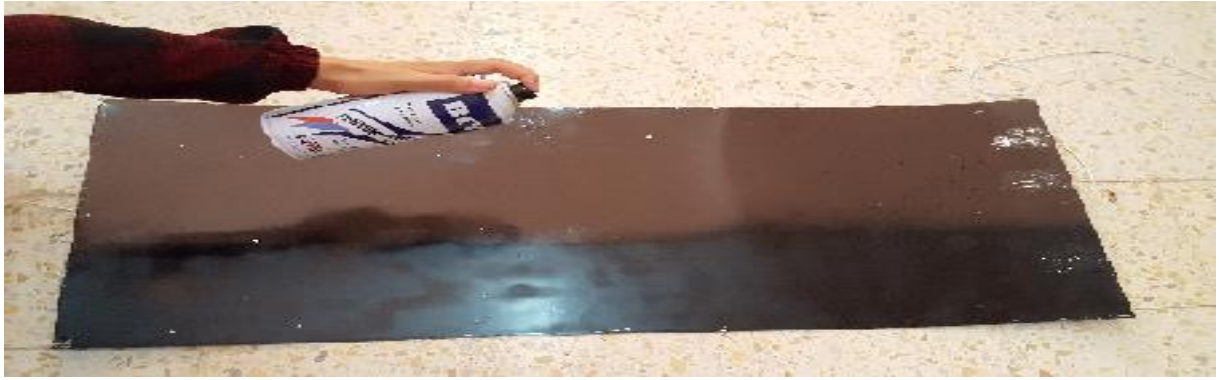


Figure IV.5. Photos représentant la pigmentation de l'absorbeur en noir-mat



Figure IV.6. Photos représentant le montage des différents thermomètres

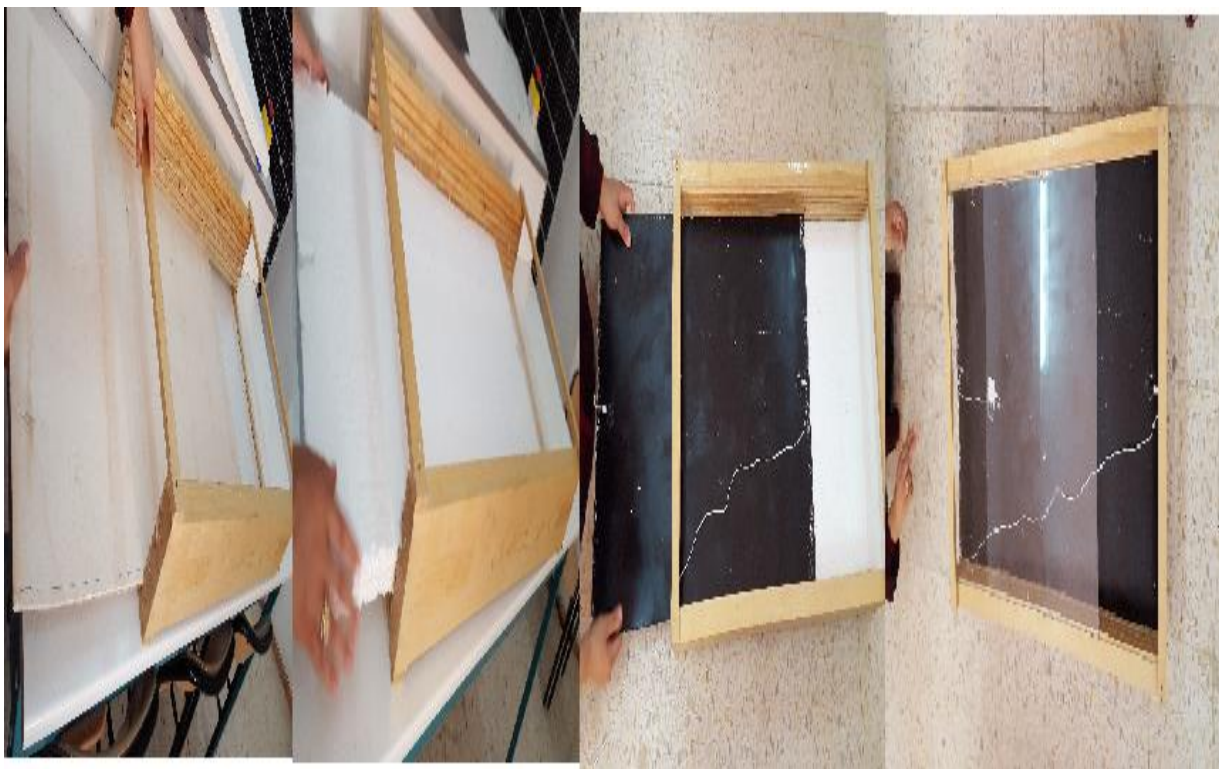


Figure IV.7. Photos représentant la configuration les éléments du capteur



Figure IV.8. Vue de face et d'arrière



Figure IV.9. Vue d'entrée et sortie d'air



Figure IV.10. Photo représentant l'endroit sur lequel l'expérimentation a eu lieu

8. Les instruments de mesures utilisés

8.1. Mesure des différentes températures

La mesure des différentes températures du capteur (entrée et sortie du fluide, la plaque absorbante, la vitre) est assurée par un thermomètre digitale avec sonde figure (IV.11).



Figure IV.11. Thermomètre digitale

8.2. Mesure durée d'ensellement

La mesure durée d'enselllements sont assurée par une Héliographe il existe dans station météorologique de M'sila.



Figure IV.12. Photo de l'Héliographe prise dans la station météorologique de Msila

8.3 Mesure vitesse de vent

La mesure vitesse de vent est assurée par une L'équipe de gisement solaire au niveau de la Station métrologique de M'sila, met à notre disposition un ensemble de données

radiométriques. On cite entre autres : la vitesse du vent qui est mesurée à l'aide d'un appareil appelé station météorologique telque est ensemble de capteurs qui enregistrent et fournissent des mesures physiques et des paramètres météorologique.



Figure IV.13. Station météorologique

9. Description de la procédure expérimentale

Les essais que nous avons fait sur le capteur solaire en plusieurs étapes,

- Mesure la température de chaque élément du capteur solaire plan à air.
- Mesure de la température de l'air dans le capteur et la température de l'air à l'entrée et à la sortie du capteur.
- Emplacement des thermomètres dans le capteur plan à air.

10. Résultats des essais expérimentaux

Le capteur oriente suivant le sud et incline avec angle et égale à l'attitude du lieu les résultats obtenus par les tests expérimentaux sur le capteur plan à air et l'inclines avec angle est 36° égale a l'attitude du lieu et oriente suivant le sud, la température du verre, plaque et absorbeur.

11. Présentation de la région d'expérimentation

Le déroulement des expériences a eu lieu au niveau de laboratoire des énergies renouvelables, faculté des sciences de la matière, université Mohamed BOUDIAF de M'sila en moins mai et juin 2019.

Les paramètres caractérisant le site sont de tableau IV.2:

	Coordonnées géographiques			
Les paramètres caractérisant le site	Altitude	Longitude	Latitude	Albédo
M'sila	477	4°54 '19 "4 EST	35° 70 '58 " NORD	0.2

Tableau IV.2. Les paramètres caractérisant le site



Figure IV.14. Situation de la ville de Msila

Chapitre V

Résultats et discussion

Résultats et discussion

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons les diverses expériences faites sur le capteur solaire réalisé en mesurant les différents paramètres considérés dans notre expérience sont :

- Eclairement global
- Température ambiante (T_a)
- Température du fluide à l'entrée ($T_{air,e}$) et à la sortie ($T_{air,s}$) du capteur
- Température de l'absorbeur à l'entrée (T_{pe}) et à la sortie (T_{ps}) du capteur
- Température du vitrage (T_v)
- Vitesse de vent

Afin de pouvoir estimer l'efficacité du capteur, on a programmé le déroulement des tests durant une période de trois (3) jours du mois

- Mai 2019.
- juin 2019.

Lors de chaque journée, les tests sont pris de 8h du matin jusqu'à 17h.

Toutes les mesures obtenues sont représentées en courbes en ORIGIN version 8.5.

2. Résultats obtenus

Dans ce qui va suivre, on présente les enregistrements des mesures obtenues de chaque journée dite journée-test.

2.1. La journée: 01/05/2019

Sur la courbe de la Figure V.1, on présente les variations des températures mesurées à l'entrée et à la sortie du capteur, de :

- L'air
- L'absorbeur

Et la température pour la journée de 01/05/2019 de :

- L'ambiance
- La vitre

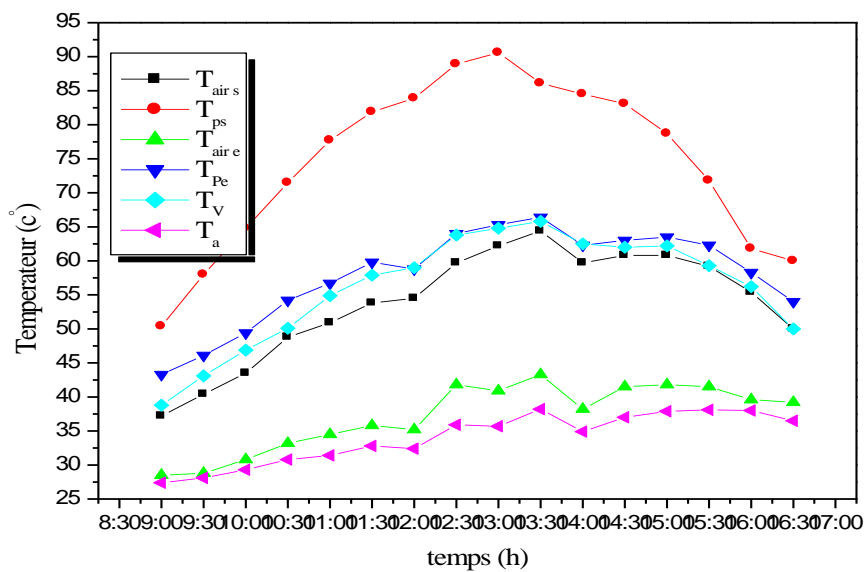


Figure V.1. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 01/05/2019

2.2. La journée : 06/05/2019

Sur la courbe de la Figure V.2, on présente les variations des températures mesurées de l'air, de l'absorbeur à l'entrée et à sortie du capteur, et la température de l'ambiance et celle de la vitre pour la journée de 06/05/2019.

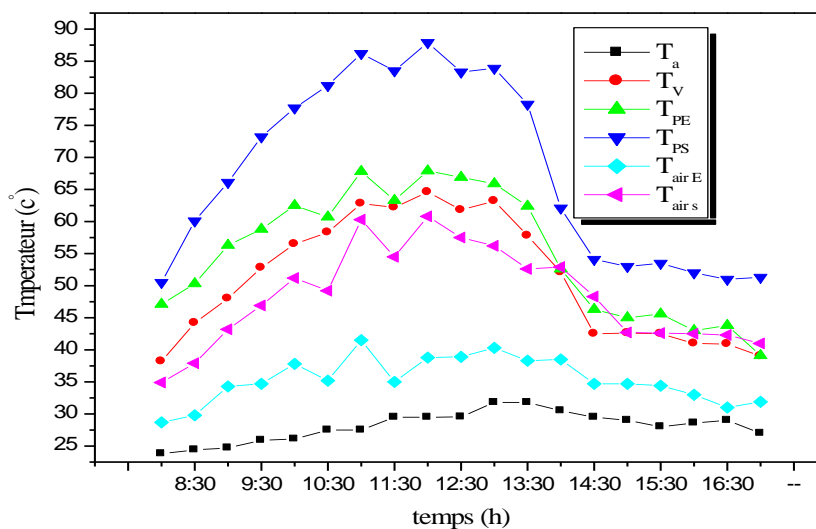


Figure V.2. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 06/05/2019

2.3. La journée : 28/05/2019

Sur la courbe de la Figure V.3, on présente les variations des températures mesurées de l’air, de l’absorbeur à l’entrée et à sortie du capteur, et la température de l’ambiance et celle de la vitre pour la journée de 28/05/2019.

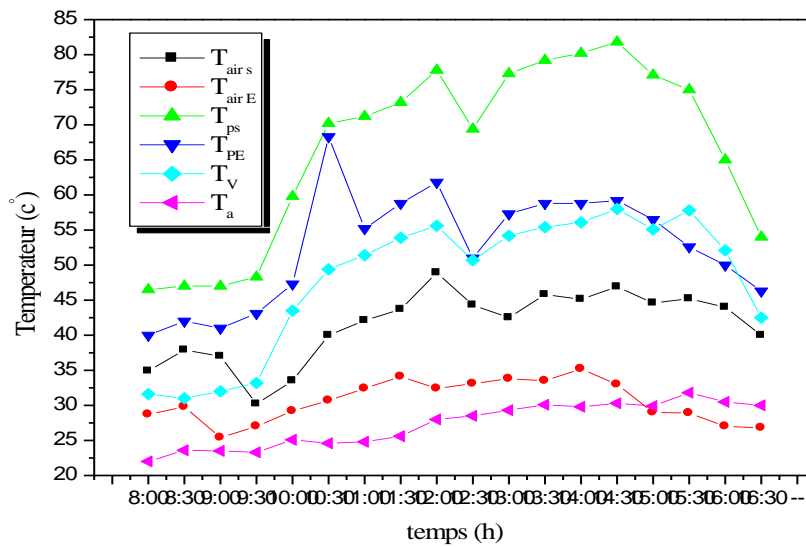


Figure V.3. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 28/05/2019

2.4. La journée:02/06/2019

Sur cette courbe de la Figure V.4, on présente les variations des températures mesurées de l’air, de l’absorbeur à l’entrée et à sortie du capteur, et la température de l’ambiance et celle de la vitre pour la journée de 02/06/2019.

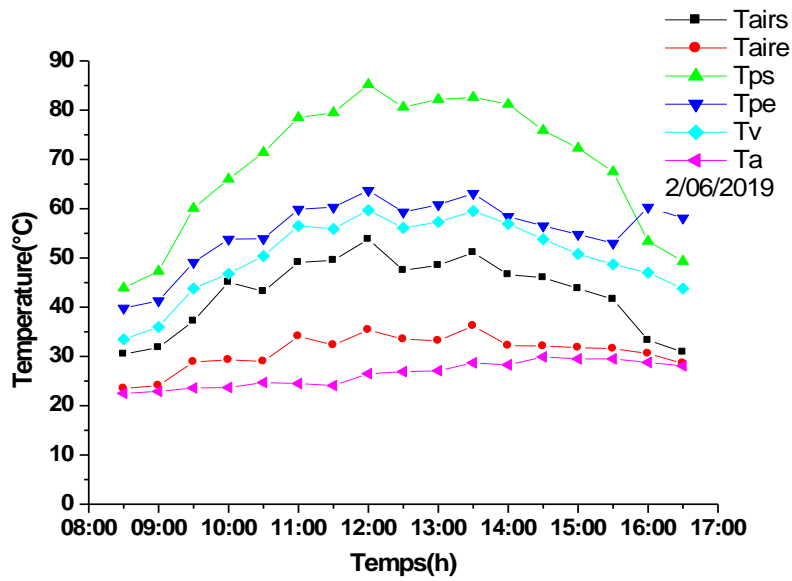


Figure V.4. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 02/06/2019

2.5. La journée: 10/06/2019

Sur cette courbe de la Figure V.5, on présente les variations des températures mesurées de l’air, de l’absorbeur à l’entrée et à sortie du capteur, et la température de l’ambiance et celle de la vitre pour la journée de 10/06/2019.

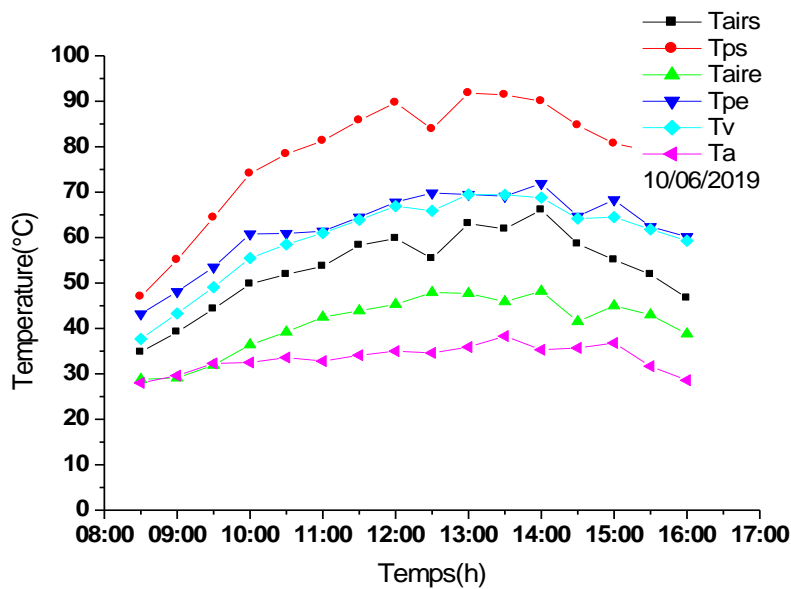


Figure V.5. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 10/06/2019

2.6. La journée: 11/06/2019

Sur cette courbe de la Figure V.6, on présente les variations des températures mesurées de l'air, de l'absorbeur à l'entrée et à sortie du capteur, et la température de l'ambiance et celle de la vitre pour la journée de 11/06/2019.

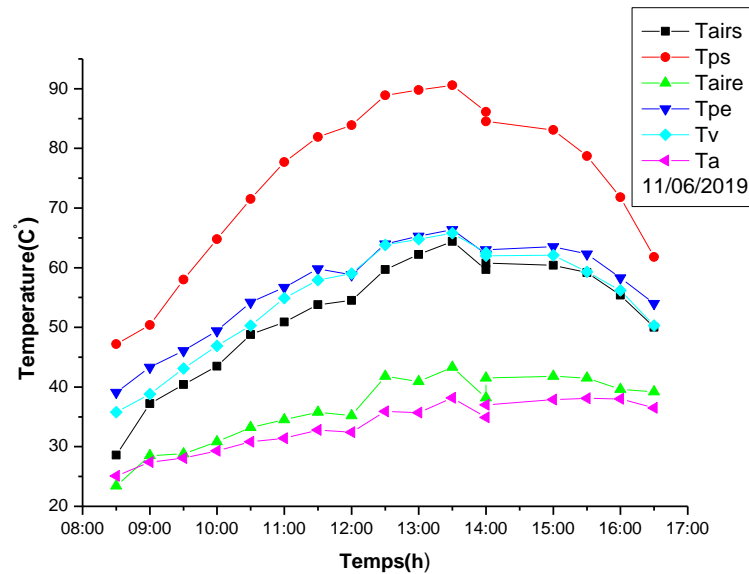


Figure V.6. Evolution des différentes températures selon les composants pour la journée 11/06/2019

3. Variations des températures du capteur solaire

- Nous remarquons dans les courbes, $T_p(T_{ps}, T_{pe})$ que la température de l'absorbeur est bien supérieure à la température de l'air et de la couverture.
- Dans la courbe T_{air} , l'écart entre les températures à l'entrée et sortie d'air ($T_{air,e}, T_{air,s}$) du capteur est très petit à cause des conditions aux limites de l'expérience, par contre les températures au milieu du vitre s'écartent d'une façon considérable.
- À la sortie du capteur ($T_{ps}, T_{air,s}$), la température est bien supérieure à la température d'entrée du capteur ($T_{pe}, T_{aire,e}$).
- Nous constatons sur les figures précédentes que l'évolution des températures de l'air, de l'absorbeur et de la couverture prend presque la même allure (montent et descendent ensemble).
- Les trois atteignent leurs valeurs maximales entre 12 et 14 heures. L'écart entre les températures du capteur peut être expliqué par la différence entre les épaisseurs de la couverture ainsi que le choix de l'absorbeur, nous pouvons déduire que l'écart augmente lorsque la température d'ambiance augmente.

- Nous constatons que l'évolution des températures d'entrée et de sortie de l'air prend presque la même allure. Les deux températures atteignent leurs valeurs maximales entre 12 et 14 heures.
- Nous constatons qu'il y a une évolution des températures des couvertures prenant leur maximum entre 12 heures et 14 heures puis elles diminuent en fonction du temps.
- nous avons constaté que les allures des températures de sortie des couvertures sont élevées à celles d'entrée, et aussi nous constatons que l'écart de température dans le cas de la vitre est toujours supérieur par rapport à température ambiante. Alors le choix de la couverture en vitre ordinaire est très efficace.

4. Discussion

- A travers les différentes figures, on observe d'une manière générale que ces derniers sont tout à fait presque identiques (due à les mêmes conditions météorologiques le long de la durée du test).
- Les figures qui montrent l'évolution des différentes températures, représentent la variation de ces derniers en fonction du temps
- les différentes températures sont la même allure (forme d'une cloche), et atteignent leur optimum entre 12h et 14h.

5. Comparaison

Dans le tableau qui suit, on présente la récapitulation des résultats aux journées :

	01/05/19	06/05/19	28/05/19	02/06/19	10/06/19	11/06/19
T_{air,s} maximale(c°)	59.1	48.9	60.8	53.5	66.1	64.4
T_{amb} maximale(c°)	27.1	29.3	29.2	29.9	35.7	38.2
ΔT (c°)	32	19.6	31.6	23.1	30.4	26.2

Tableau V.1. Récapitulation des résultats à différentes journées

Avec :

T_{air,s} maximale : La valeur maximale (entre 11^h00 et 14^h30) de la température à la sortie du capteur au niveau de la veine d'air.

T_{amb} maximale : La valeur maximale (entre 11^h00 et 14^h30) de la température ambiante.

(ΔT) : L'écart de température = ($T_{air,s}$ maximale $- T_{amb}$ maximale)

On remarque que le gradient de température (ΔT) entre l'entrée et la sortie du fluide caloporteur (l'air) est important aux environs de midi

En raison du (ΔT), on peut constater que notre capteur ne devient performant qu'entre 11^h00 et 14^h30.

De cela, on peut déduire que le flux solaire influe sur la température de sortie du fluide.

6. Analyse des résultats

L'évolution temporelle des différentes températures est proportionnelle à l'évolution temporelle du rayonnement solaire, ce qui explique que ses variations ont la même allure générale des courbes, mais celle de la plaque absorbante est plus élevée par rapport aux autres composants ,parce que :

- Comme prévu dans les différentes figures, la plaque absorbante est la température à son niveau le plus élevé, ceci est dû à la puissance absorbée par l'absorbeur qui est plus importante aux autres composants, car la plaque absorbante (en acier galvanisé peinte en noir mat) a des caractéristiques particulières (coefficient d'absorption élevé et coefficient de transmission faible).
- L'absorption du flux solaire, provoque progressivement une augmentation de la température du fluide caloporteur (l'air) lors de son passage dans la gaine, ce qui lui permet d'emmagasiner une certaine énergie en forme de chaleur.
- L'élévation de la température au niveau du verre, est due à l'absorption par la vitre du rayonnement solaire incident, ainsi qu'aux caractéristiques du vitrage qui est en raison de l'emprisonnement des rayons infrarouges, à l'intérieur du capteur(effet de serre).
- Et comme l'isolant est placé à la face arrière et latérale du capteur possède lui la plus faible température selon les composants, ce qui indique qu'il y a une conductivité thermique élevée et le rayonnement solaire n'atteint pas complètement cette surface.

Enfin, on peut dire que notre capteur fonctionne normalement et donne de bon résultats, non seulement grâce de la forte irradiation solaire et le ciel dégagé, mais aussi qu'il faut minimiser les pertes thermiques en utilisant une bonne isolation des parois du capteur et de la vitre.

7. Conclusion

Dans cette étude expérimentale, un capteur solaire plan à air a été réalisé et testé au laboratoire dans la région M'sila en matière de captage du rayonnement solaire, dans le but de confirmer que capteur s'il est bien conçu d'une meilleure manière, il présente une solution forte intéressante pour la satisfaction des besoins en énergie calorifique à basses et moyennes températures.

Notre conception a permis d'obtenir des températures du fluide assez élevés à la sortie.

Conclusion

Conclusion

Une étude portant sur les l'énergie solaire et les avantages qu'elle offre en tant que énergie renouvelable a été présentée.

Une revue bibliographique portant sur l'énergie solaire, les différents modes de transfert de chaleur, l'effet de serre et la notion du corps noir ont été traités, tout en mentionnant le site de Msila et le lieu dans lequel l'expérimentation a eu lieu.

De même, pour les capteurs solaires et plus précisément les capteurs solaires plans à air, en effet, une revue des améliorations des performances des capteurs solaires au fil du temps a été traitée avec soin, permettant ainsi de positionner le sujet traité.

Un exposé détaillé traitant les différentes étapes de réalisation du capteur solaire plan avec les détails de chaque constituant.

Enfin, l'effet du temps sur les températures de la vitre, de l'ambiance et celles de l'absorbeur ont été représentées.

Les résultats obtenus de trois jours du moins de mai et de juin de l'année en cours sont en bon accord avec les résultats de la littérature.

Comme perspectives, on vise apporter quelque modifications sur le capteur en question, telles que la variation de l'épaisseur de la vitre ou l'espace vitre-absorbeur ou encore l'épaisseur de l'absorbeur et leurs effets sur le rendement du capteur.

Références

Références

- [1] <https://WWW.defi-energie.be>>physique
- [2] <https://lenergie-solaire.net>>Définitions>Rayonnement solaire
- [3] AZZI, « Cours : Energie Solaire », Université ABOU-BEKR BELKAID Tlemcen. 2013
- [4] A.SFEIR et G. GUARRACINO, « Ingénierie des systèmes solaires », Technique et Documentation. Paris.1981
- [5] A. DEGIONANNI, « Techniques de l'ingénieur », Conduction, BE8200.1981
- [6] J. P. Petit, « Techniques de l'ingénieur, notions de transferts thermiques par convection », A1540. 1979
- [7] J. BONAL et P.ROSSETTI, « Les énergies alternatives », Omniscience. 2007
- [8] D. K.EDWARDS, « Capteurs solaires », Edition SCM. Paris.1979
- [9] M.PARRY, O.CANZIANI, J.PALUTIKOF, « The IPCC 4th Assessment report is coming out A picture of climate change the current state of understanding », pdf ,IPCC. anglais.2007
- [10] A.RICAUD, « Gisement solaire et transferts énergétique », Université de CERGY-Pontoise. Jan 2011.
- [11] M.CHASSERIAUX, « Conversion thermique du rayonnement solaire », livres. 1993
- [12] A. LABOURET et M. VILLOZ, « Les Energie Solaire Photovoltaïque », 4^{eme} Edition, Edition de DUNOD. Paris.2009
- [13] P.V.DER LINDEN et C.HANSON, « The IPCC4th Assesement Reportris coming ont A picture of climate change the current State of understanding », GIC ,IPCC. anglais.2007
- [14] C.CHAULIAGUET et P. BARATÇABAL, BATELLIER, « Energie Solaire dans le Bâtiment », 4^{eme} Edition. Paris.1981
- [15] M, CAPDEROU, « Atlas solaire de l'Algérie », O.P.U. Alger.1985
- [16] S. HASSOUNZAKARIA, ALIANE KHALED, and BERREZOUGHIBA IMANE , « Etude expérimentale d'un capteur solaire plan à air doté de concentrateurs », Conférence Internationale des Energies Renouvelables, CIER.2016.
- [17] S. OUDJEDI, « Etude paramétrique d'un capteur solaire plan à air destiné au séchage », Revue des Energies Renouvelables SMSTS'08 . PP 255-266. Alger. 2008

Références

- [18] René Ducroux et Philippe Jean- Baptiste, « L'effet de serre : réalité, Conséquences et solutions », CNRS. 2004
- [19] KENNEDY.C.E, « To high temperature solar selective absorber materials », United states: n.P. 2002
- [20] Isolation par comprendre choisir.com-les différents types d'isolant thermique
- [21] C. SCHITTICH et D. DEBORD, « construire en verre, PPUR presses polytechniques », ISBN. 2-88074-4741, P119. 2001
- [22] <https://panneau-solaire.ooreka.fr>>panneau Solaire>capteur thermique
- [23] [fr.solairepedia>Wiki>title capteur solairplan\(fr;solairepedia.net\)](fr.solairepedia>Wiki>title capteur solairplan(fr;solairepedia.net)
- [24] k. HIDOURI, « capteur plane et système a concentration », université de Gafsa, Tunisie. 2011
- [25] D, K, Edwards, « Capteurs solaires », Edition SCM. paris. 1979
- [26] N, BELLEL, « Etude des transferts thermiques le long d'un tube cylindrique appliquée à deux géométries », thèse de doctorat. Université de Constantine. 2004
- [27] J, DESAUTEL, « Les capteurs héliothermiques », Edi sud. 1979
- [28] R, BERNARD, G, MENGUY, and M, SCHWARTZ, « Le rayonnement solaire, conversion thermique et applications », Technique et Documentation. 1979
- [29] S. OUALID, « Etude et analyse de l'influence de l'écart de température (absorbeur – vitre) sur l'efficacité d'un capteur solaire », mémoire MAGISTER. Batna. juin 2007
- [30] Y. JANNOT, « Thermique solaire ». 2011
- [31] M. SODANI el al, « Etude théorique d'un capteur cylindro-parabolique », Mémoire d'ingénieur d'état. Université de Ouargla. juin 2008
- [32] I. TABET, « étude ,réalisation et simulation d'un capteur solaire », Thèse doctorat. 2016
- [33] S. BABU SASI KUMAR and M. CHINNAPANDIAN, « The performance study of a solar flat plate type air collector with natural and forced convection », Journal of Industrial Pollution Control 33(2) PP 1155-1162. INDIA. 2017
- [34] A. AHMED-ZAÏD, A. MOULLA, M. S. HANTALA ET J.Y. DESMONS « Amélioration des Performances des Capteurs Solaires Plans à Air: Application au Séchage de l'Oignon Jaune et du Hareng », Rev. Energ. Ren. Vol.4, PP 69-78. 2001

Références

- [35] A. Ahmed-SAID et al, « Amélioration des Performances des Capteurs Solaires Plans à Air: Application au Séchage de l'Oignon Jaune et du Hareng », Rev. Energ. Ren. Vol.4 .2001
- [36] F. BENYELLES, B. BENABADJIA, B. BENYOUCEF et Z. ZIANI, « Comparaison entre un capteur à aérogel de silice et d'autres capteurs plans », 13^{èmes} Journées Internationales de Thermique.2007
- [37] A.M. AMINE, « Etude numérique d'un capteur solaire plan à air influence de la forme de la rugosité », mémoire magister. Alger. 2012
- [38] F. MOKHTARI et D. SEMMAR, « Etude Expérimentale d'un Capteur Solaire à Air », Rev. Energ. Ren. : Valorisation 243-246.1999
- [39] D. SEMMAR et al, « Etude et Réalisation d'un Capteur Solaire à Air », Rev. Energ. Ren. : Physique Energétique, PP 33 – 38.1998
- [40] k. AOUES et al, « Amélioration des performances thermiques d'un capteur solaire plan à air: Etude expérimentale dans la région de Biskra », Revue des Energies Renouvelables Vol. 12 N°2 , PP 237 – 248.2009
- [41] A. LABED et al, « Performances thermiques et pertes de charges de différentes configurations de capteurs solaires plans à air Etude expérimentale dans la région de Biskra, Algérie », Revue des Energies Renouvelables Vol. 18 N°2, PP 209 – 216. Biskra. Algérie. 2015
- [42] Prasad, S.B. et al, « Investigation of heat transfer and friction characteristics of packed bed solar air heater using wire mesh as packing material », Sol. Energy, doi:10.1016/j.solener.2008.11.011. 2009
- [43] F. BAGUI et H. CHAFOUK, « Etude transitoire du système solaire thermique », Revue des Energies Renouvelables CER'07 , PP 99 – 102. Oujda. 2007.

Résumé

Vu l'importance de l'énergie solaire qui se présente, aujourd'hui, comme alternative indiscutable aux énergies conventionnelles. A cet effet une étude expérimentale d'un capteur solaire plan à air a été faite au site de Msila, ville interne de l'Algérie. Les températures de la vitre, de l'ambiance et celles de l'absorbeur du capteur solaire plan à air en question ont été mesurées et représentées. Les résultats obtenus sont bien en bon accord avec ceux de la littérature.

Mots clés : Energie solaire, capteur, air, température.

Abstract

Given the importance of solar energy that presents itself today as an indisputable alternative to conventional energy. For this purpose, an experimental study of a solar collector was made at the site of Msila, internal city of Algeria. The window, ambience and absorber temperatures of the subject air solar collector were measured and shown. The results obtained are in good agreement with those of the literature.

Key words: Solar energy, collector, air, temperature.

ملخص

بالنظر إلى أهمية الطاقة الشمسية التي تقدم نفسها اليوم كبديل لا جدال فيه للطاقة التقليدية. لهذا الغرض أجريت دراسة تجريبية للاقط لتجميع الطاقة الشمسية في موقع مسيلة، مدينة جزائرية داخلية.

تم قياس وتمثيل درجات حرارة الزجاج المحيط و الممتص للطاقة الشمسية. النتائج التي تم الحصول عليها في اتفاق جيد مع تلك النظرية

الكلمات الرئيسية : الطاقة الشمسية، وأجهزة اللاقط ، الهواء ودرجة الحرارة