

L'EFFET DE L'ANGLE D'INCLINAISON DU CAPTEUR SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES D'UN CAPTEUR SOLAIRE PLAN A AIR

BOUMESLI Hakim¹, BENSahal Djamel², YOUSFI Ahmed², RAHMANI Mohamed²

¹Département Génie-Mécanique Faculté de Technologie Université de Laghouat, Algérie, Email :
hakimboumesli@gmail.com

²Laboratoire de mécanique Faculté de Technologie Université de Laghouat, Algérie, Email :
d.bensahal@lagh-univ.dz, a.yousfi@lagh-univ.dz, m.rahmani@lagh-univ.dz

RESUME

L'étude du transfert de chaleur dans un appareil de chauffage solaire de l'air en une seule passe d'air sans chicanes a été étudiée expérimentalement. Dans cette étude, on a essayé de déterminer les performances thermiques d'un capteur solaire plan à air qui a été construit à l'atelier de mécanique à l'université de Laghouat. Cette étude vise à voir l'évolution de certains paramètres tels que : la température de sortie du fluide caloporteur (air), la température de l'absorbeur et la température de Plexiglas sous l'effet de l'inclinaison du capteur pour différents angles alpha pour un débit volumique égale à 0.01002036 m³/s et des journées bien données : 31-02-2016, 01-02-2016, 02-02-2016 et 03-02-2016.

Mots Clés: *Capteur Solaire Plan à Air, Température, Débit Volumique, Rayonnement.*

NOMENCLATURE

Symbols :

- L longueur, m
- l largeur, m
- e épaisseur, mm
- alpha angle d'inclinaison, degré (°)
- H hauteur, m
- T température, °C
- λ conductivité thermique, $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
- h heure, h
- I_t rayonnement solaire, w/m^2

1. INTRODUCTION

Cette étude présente une analyse expérimentale d'un capteur solaire plan à air avec une seule passe de circulation d'air. L'essai expérimental vise à l'évaluation de variation de températures provoqué par le transfert de chaleur dans l'épaisseur d'un capteur solaire, et que cet échange thermique peut être affecté par les conditions météorologiques.

L'utilisation du panneau solaire thermique à air pour la production d'énergie a deux aspects positifs qui sont très bénéfiques pour l'être humain surtout pour le côté environnementale ou l'absence totale de l'émission du gaz CO₂. Cette énergie sert au réchauffement des maisons pendant l'hiver et au séchage des fruits ou légumes pour l'industrie agro-alimentaire. Dans la littérature, on parle des performances thermiques du panneau solaire plan à air avec une seule passe d'air (ici, on parle de notre capteur solaire) pour différents débits massiques, de l'émissivité de la plaque absorbeur et de l'angle d'inclinaison [1].

La nature de la matière de la plaque absorbeur a un grand effet sur les performances thermiques du capteur solaire plan à air par rapport à la plaque du Plexiglas [2]. Il y a aussi d'autres facteurs qui peuvent affecter le rendement du panneau solaire à plan tels que : la géométrie du panneau (longueur, largeur et épaisseur), le type de la plaque absorbeur (acier, aluminium, cuivre, ...etc.), la nature du Plexiglas (ou verre) et les conditions météorologiques. Par l'augmentation de la surface de la plaque absorbeur, on fait élever le transfert de chaleur par convection de l'absorbeur au fluide caloporteur (air) [3,4].

Dans cette étude, on s'intéresse à la détermination expérimentale des paramètres thermiques du capteur solaire plan à air pour différents angles d'inclinaison du capteur. Parmi ces paramètres, on cite la température de Plexiglas, la température de l'absorbeur, l'évolution de la température de sortie du fluide caloporteur pour un débit volumique $Dv = 0.01002036$ m³/s et des journées bien données : 31-02-2016, 01-02-2016, 02-02-2016 et 03-02-2016. Chaque jour correspond à un angle commençant par 0° et se terminant par 30° et suivant un pas de 10° d'une journée à l'autre.

2. PRESENTATION DU PANNEAU SOLAIRE PLAN A AIR

Une vue schématique de l'écoulement unique construit sous une plaque d'absorbeur d'un collecteur plan à air est représentée sur la Figure 1. Cet écoulement d'air est réalisé sans chicanes entre la plaque absorbeur et la plaque inférieure. Dans cette étude, deux types de plaques ont été utilisés. Le premier, une plaque pour l'absorbeur réalisée en tôle de fer galvanisé avec revêtement sélectif de chrome noir et la deuxième pour la plaque inférieure en tôle de fer galvanisé.

Dimension et l'épaisseur de la plaque sont données par les valeurs suivantes : 2 m*1 m*1.7 mm. Pour le premier couvercle transparent est le plexiglas qui joue le rôle de lien entre le rayonnement solaire et la plaque absorbante (absorbeur). Son épaisseur est de 4 mm.

Les pertes thermiques à travers le couvercle sont dues principalement à la conduction à travers l'isolant (épaisseur égale à 4 cm) et celles causées par le vent. Après la mise en service du panneau solaire plan à air et l'avoir laissé fonctionner pour plusieurs jours dans des conditions météorologiques normales.

Des thermocouples ont été placés de manière uniforme, sur la surface supérieure de la plaque d'absorbeur, à des positions identiques le long de la direction de l'écoulement. On a mis deux thermocouples pour la mesure des températures d'entrée et de sortie d'air. Toutes les températures ont été mesurées en degrés Celsius (° C) par des thermomètres numériques.

Le rayonnement solaire incident sur la surface du collecteur a été mesuré avec un Solarimètre. Ce panneau solaire a été orienté vers le sud. Les variables mesurées ont été enregistrées à un intervalle de temps de 30 minutes et qui comprennent : le rayonnement solaire, la température d'entrée et de sortie du fluide caloporteur (air) circulant dans le capteur, la température ambiante, les températures de la surface absorbante et de la plaque inférieure à plusieurs endroits sélectionnés.

Le débit d'air a été mesuré par un anémomètre numérique. Tous les tests ont commencé à 9 heures pour se terminer à 16 heures.

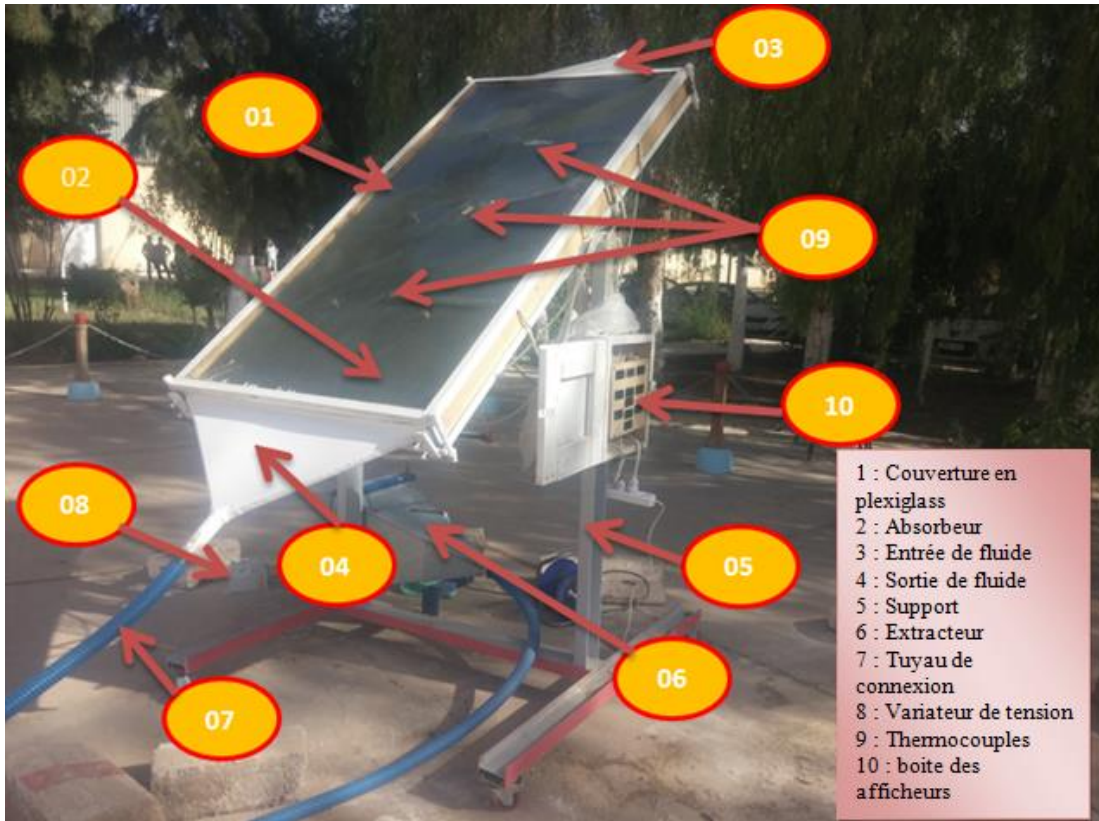


FIGURE 1. Différents constituants du panneau solaire plan à air [5]

Les différentes composantes constituant le panneau solaire plan à air étudié est représenté sur la Figure 1. La Figure 2 présente une coupe transversale du capteur solaire ainsi les dimensions géométriques qui sont données par:

- $L= 2$ m (longueur) x $l= 1$ m (largeur);
- L'angle du collecteur est variable par rapport au plan horizontal ($0^\circ - 90^\circ$);
- Le couvercle transparent en plexiglas, avec une épaisseur de $e =4$ mm;
- La hauteur de la couche d'air stagnante était de $H=0,02$ m;
- La plaque absorbante est en acier galvanisé d'épaisseur $1,7$ mm d'épaisseur et sur laquelle on a établi une couche de peinture noire;
- Isolation thermique sous la plaque inférieure, on a utilisé de polystyrène expansé, avec une conductivité thermique de $0,037$ W / (m K) et d'une épaisseur de 40 mm.

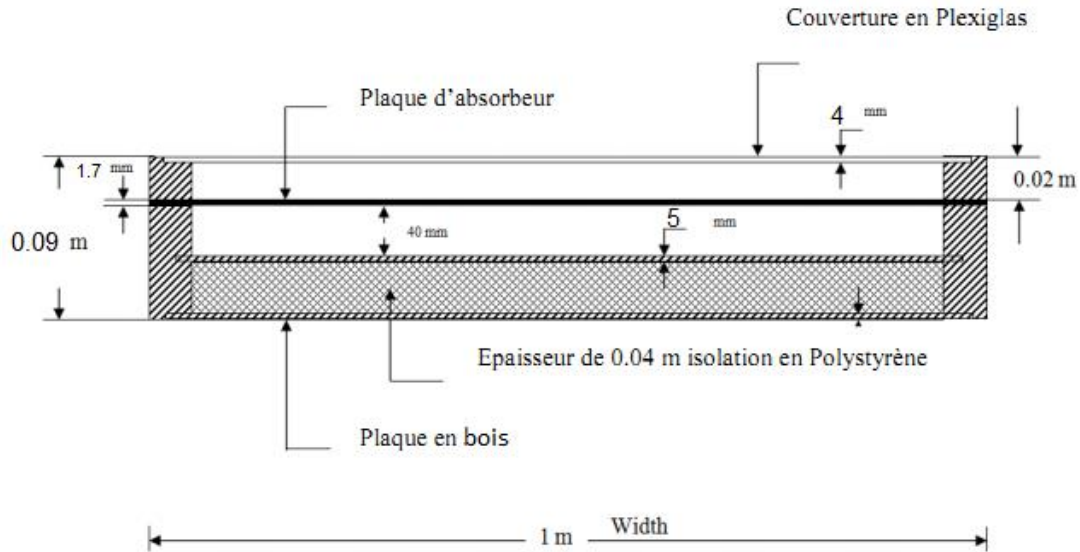


FIGURE 2. Section transversale du capteur solaire

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans cette étude, on a essayé de visualiser expérimentalement l'évolution de certains paramètres thermiques du panneau solaire plan à air tels que : la température de sortie du fluide caloporteur (air), la température de l'absorbeur et la température de Plexiglas sous l'effet de l'inclinaison du capteur pour différents angles α pour un débit volumique égale à $0.01002036 \text{ m}^3/\text{s}$ et des journées bien données : 31-02-2016, 01-02-2016, 02-02-2016 et 03-02-2016. Chaque jour correspond à un angle commençant par 0° et se terminant par 30° et suivant un pas de 10° d'une journée à l'autre.

Dans la Figure 3, on montre l'évolution de la température du Plexiglas en fonction du temps de la journée pour différents angles α : 0° , 10° , 20° et 30° . La Figure 3 montre l'augmentation de la température de Plexiglas quand le temps croît pour angles étudiés seulement et cela à partir de 11h jusqu'à 16h. Cette température augmente avec l'augmentation de l'angle α . Pour l'heure 9h de la matinée, on distingue l'inverse c'est-à-dire plus l'angle augmente plus la température diminue. Tandis que à 10h, l'effet de l'angle apparaît clairement surtout pour $\alpha = 20^\circ$ et $\alpha = 30^\circ$.

La Figure 4 montre l'augmentation de la température de l'absorbeur quand le temps croît pour angles étudiés seulement et cela à partir de 10h jusqu'à 16h. Cette température augmente avec l'augmentation de l'angle α . Pour l'heure 9h de la matinée, on distingue l'inverse c'est-à-dire plus l'angle augmente plus la température diminue. Tandis que à 10h, l'effet de l'angle apparaît clairement surtout pour $\alpha = 20^\circ$ et $\alpha = 30^\circ$.

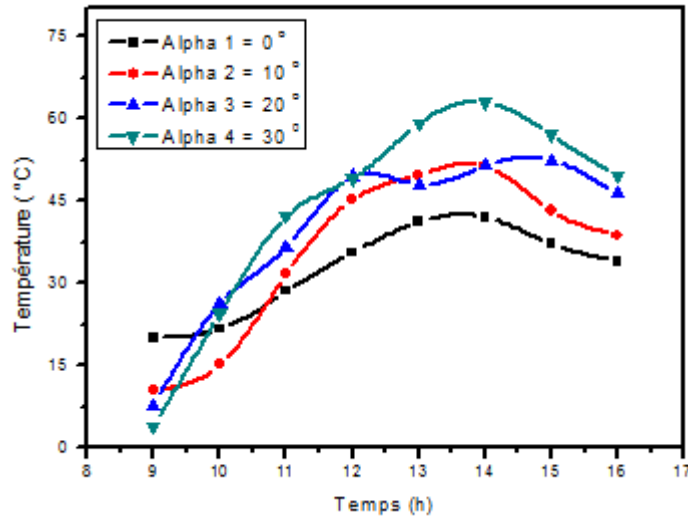


FIGURE 3. Evolution de la température de Plexiglas en fonction du temps de la journée pour différent angles d’inclinaison

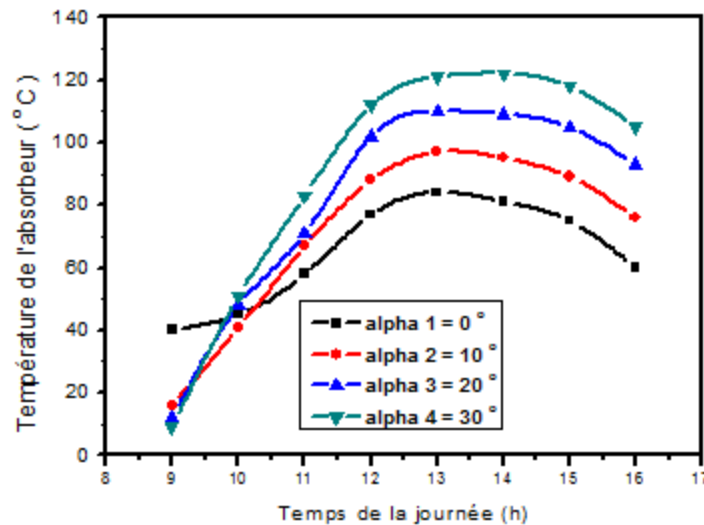


FIGURE 4. Evolution de la température de l’absorbeur en fonction du temps de la journée pour différent angles d’inclinaison

La Figure 5 montre l’augmentation de la température de sortie du fluide caloporteur (air) quand le temps croit pour angles étudiés seulement et cela à partir de 12h jusqu’à 16h. Cette température augmente avec l’augmentation de l’angle alpha. Pour l’intervalle d’heure compris entre 9h et 11h de la matinée, on distingue que les températures de sorties restent toujours inférieures par rapport à la température de sortie pour l’angle alpha égale 0°.

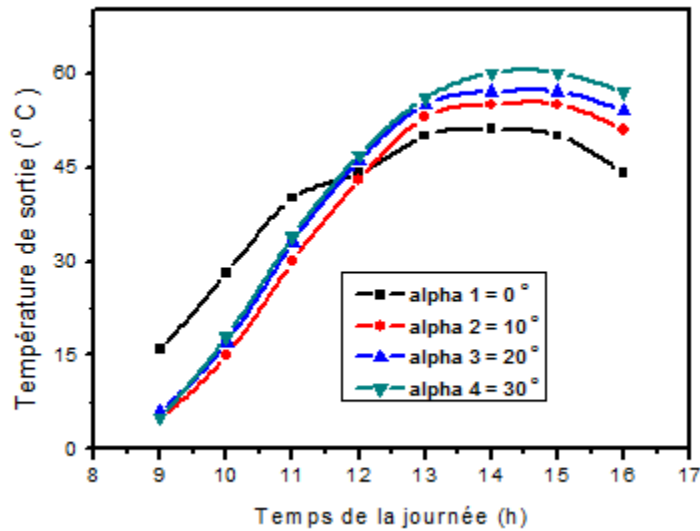


FIGURE 5. Evolution de la température de sortie en fonction du temps de la journée pour différent angles d'inclinaison

4. CONCLUSIONS

Dans ce travail, une étude expérimentale est menée dont le but de faire une étude paramétrique. Cette étude montre que la température de Plexiglas croit quand le temps croit pour les angles étudiés et que la température de l'absorbeur augmente avec l'augmentation de l'angle alpha. Tandis que l'augmentation de la température de sortie du fluide caloporteur (air) quand le temps croit pour les angles étudiés et cela à partir de 12h jusqu'à 16h. Cette température de sortie augmente avec l'augmentation de l'angle alpha.

REFERENCES

- [1] V. Siddharta, Thermal performance optimization of a flat plate solar air heater using genetic algorithm, *Applied Energy*, 87, 1793-1799, 2010.
- [2] V. Siddharta, Thermal performance optimization of a flat plate solar air heater using genetic algorithm, *Applied Energy*, 87, 1793-1799, 2010.
- [3] E.K. Akpınar, and F. Kocyigit, Experimental investigation of thermal performance of solar air heater having different obstacles on absorber plates, *Int. Commun Heat Mass Transfer*, 37, 416-421, 2010.
- [4] S. Karsli, Performance analysis of new-design solar air collectors for drying applications, *Renew. Energy*, 32, 1645-1660, 2007.
- [5] H. Boumesli, L'effet de l'inclinaison sur le comportement du capteur solaire plan à air, mémoire de master, université de Laghouat, 2016.