

L'EFFET DU DEBIT VOLUMIQUE SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES D'UN CAPTEUR SOLAIRE PLAN A AIR

GUELLOUMA Hamid¹, BENSAHAL Djamel², YOUSFI Ahmed², RAHMANI Mohamed²

¹Département Génie-Mécanique Faculté de Technologie Université de Laghouat, Algérie, Email :
guelloumahamid@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

Dans ce travail, on présente l'effet du débit volumique du fluide caloporteur (air) sur les performances thermiques du capteur solaire plan à air définies expérimentalement. Ce capteur solaire a été construit à l'atelier de mécanique à l'université de Laghouat. Cette recherche montre l'évolution de certains paramètres tels que : la température de sortie du fluide caloporteur (air), la température de l'absorbeur et la température de la plaque inférieure pour des débits volumiques différents : 0.0041475 m³/s, 0.00819546 m³/s, 0.01002036 m³/s, 0.01118166 m³/s et 0.0129402 m³/s et une journée bien donnée 02-02-2016 et un angle d'inclinaison du panneau solaire plan à air alpha égale à 20°.

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·m⁻¹·K⁻¹
- h heure, h
- I_t rayonnement solaire, w/m²

1. INTRODUCTION

La prise de conscience collective des problèmes liés à l'énergie dans la vie quotidienne a conduit, le grand public et les gouvernements, à la diversification des sources et des formes de son acquisition. Le chauffage des locaux, de l'eau sanitaire (et autre), le séchage des produits alimentaires, en vue de leur conservation, la production du froid... ; tous ces postes sont gourmand en énergie. Le

domaine solaire donne une bonne alternative par le fait que la source d'énergie est partout et les installations qu'il implique peuvent être individuelles ou collectives. L'inconvénient de son caractère aléatoire (disponible uniquement le jour, les perturbations climatiques et météorologiques) implique des infrastructures de captation, de stockages (d'énergie) et des sources d'énergie d'appoint onéreuses. Les coûts des dépenses engagées au départ pour les installations sont en général amortis dans des délais de l'ordre du cours et moyen terme.

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 expérimentalement des performances thermiques du capteur solaire plan à air. Parmi ces paramètres, on cite : la température de sortie du fluide caloporteur (air), la température de l'absorbeur et la température de la plaque inférieure pour des débits volumiques différents : 0.0041475 m³/s, 0.00819546 m³/s, 0.01002036 m³/s, 0.01118166 m³/s et 0.0129402 m³/s et une journée bien donnée 02-02-2016 et un angle d'inclinaison du panneau solaire plan à air alpha égale à 20°.

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.

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

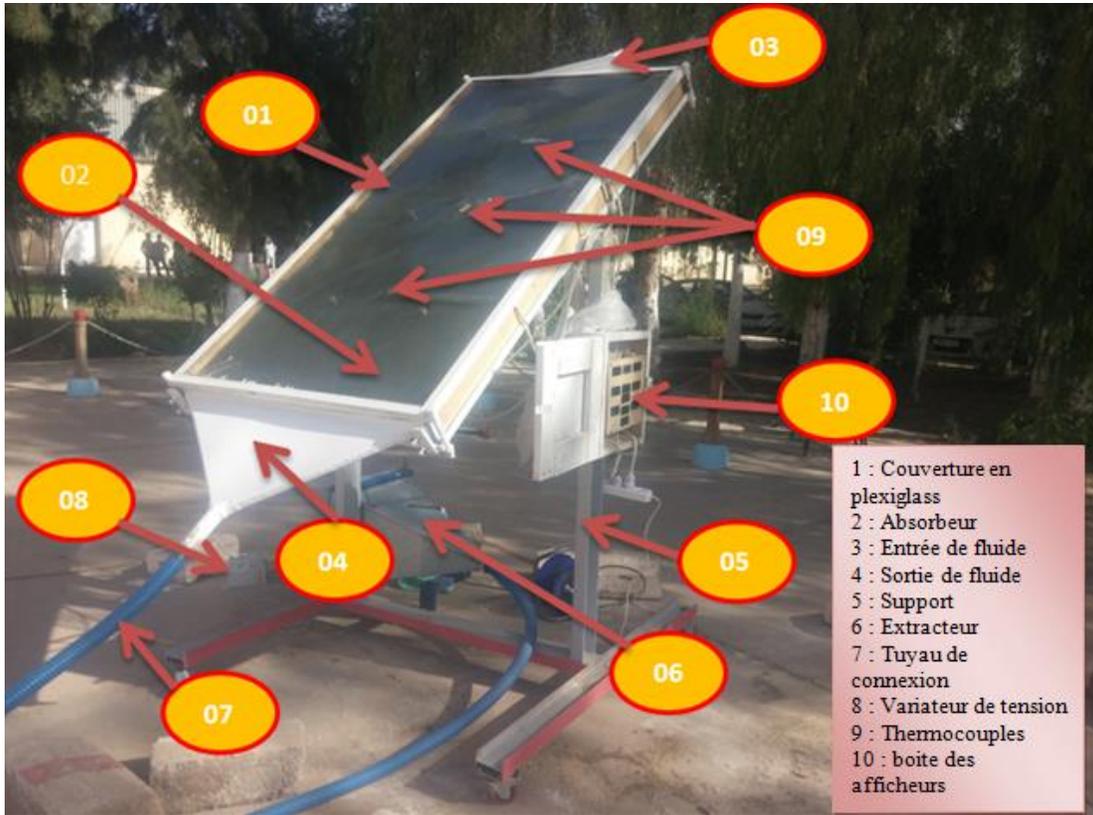


FIGURE 1. Différents constituants du panneau solaire plan à air [5]

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.

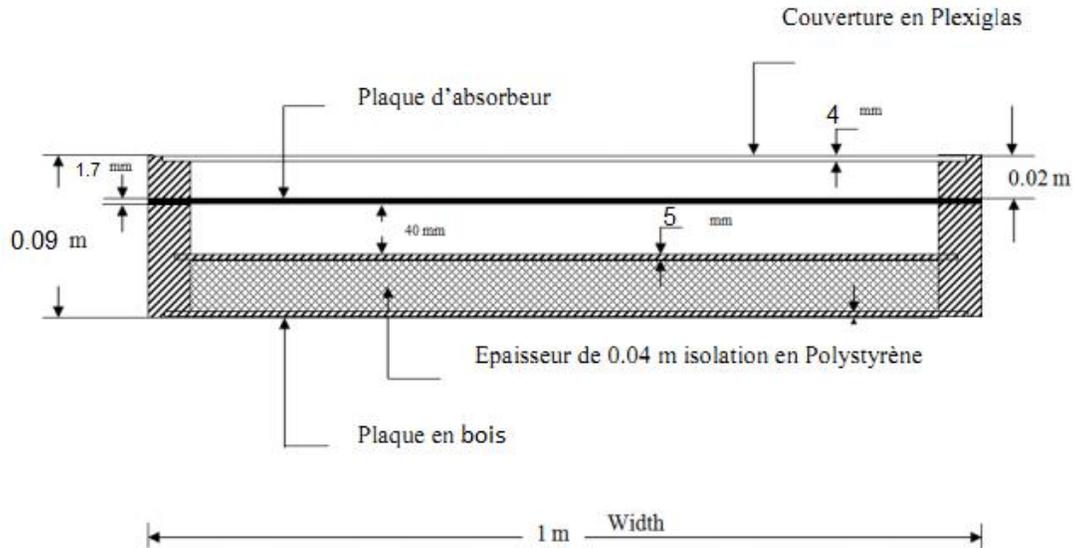


FIGURE 2. Section transversale du capteur solaire

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans cette section, on s'intéresse à la détermination expérimentalement des performances thermiques du capteur solaire plan à air. Parmi ces paramètres, on cite : la température de sortie du fluide caloporteur (air), la température de l'absorbeur et la température de la plaque inférieure pour des débits volumiques différents : $0.0041475 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.00819546 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.01002036 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.01118166 \text{ m}^3/\text{s}$ et $0.0129402 \text{ m}^3/\text{s}$ et une journée bien donnée 02-02-2016 et un angle d'inclinaison du panneau solaire plan à air α égale à 20° .

La Figure 3 montre l'évolution de la température de la plaque inférieure en fonction des différents débits allant de $0.0041475 \text{ m}^3/\text{s}$ jusqu'à $0.01118166 \text{ m}^3/\text{s}$. La température de la plaque inférieure décroît avec l'augmentation du débit pour la journée 02-02-2016.

La Figure 4 montre l'évolution de la température de sortie du fluide caloporteur (air) en fonction des différents débits allant de $0.0041475 \text{ m}^3/\text{s}$ jusqu'à $0.01118166 \text{ m}^3/\text{s}$. La température de sortie du fluide caloporteur décroît avec l'augmentation du débit entre l'intervalle débit 2 ($0.00819546 \text{ m}^3/\text{s}$) et le débit 5 ($0.0129402 \text{ m}^3/\text{s}$) sauf pour le débit 1. Ces valeurs de températures ont été enregistrées entre 12h et 13h en intercalant 10 minutes entre chaque mesure. Le débit 2 est le point maximum pour la température de sortie.

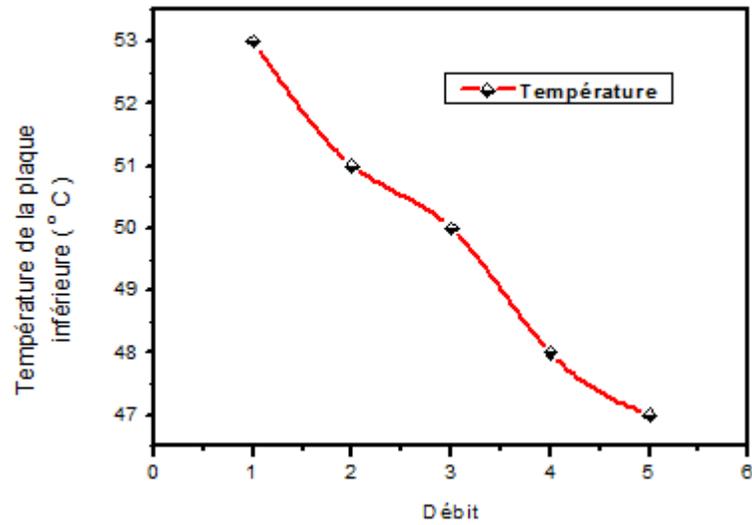


FIGURE 3. Evolution de la température de la plaque inférieure en fonction du débit

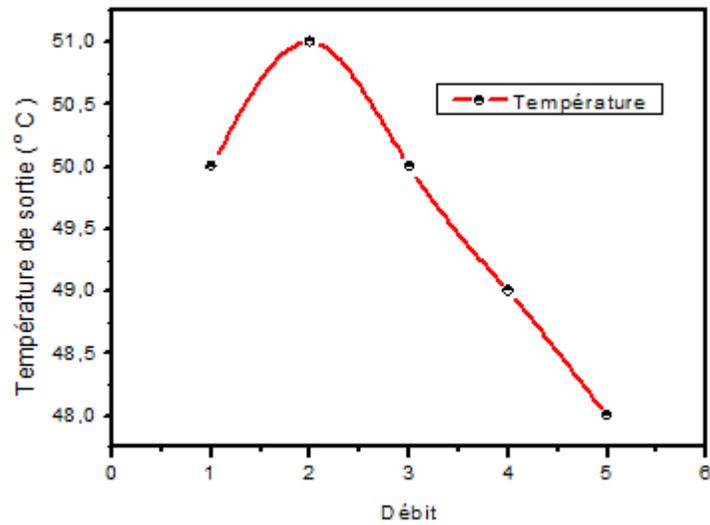


FIGURE 4. Evolution de la température de sortie en fonction du débit

La Figure 5 montre l'évolution de la température de l'absorbeur en fonction des différents débits allant de $0.0041475 \text{ m}^3/\text{s}$ jusqu'à $0.01118166 \text{ m}^3/\text{s}$. La température de l'absorbeur décroît avec l'augmentation du débit entre l'intervalle débit 1 ($0.0041475 \text{ m}^3/\text{s}$) et le débit 5 ($0.0129402 \text{ m}^3/\text{s}$). Ces valeurs de températures ont été enregistrées entre 12h et 13h en intercalant 10 minutes entre chaque mesure. Le débit 1 est le point maximum pour la température de l'absorbeur.

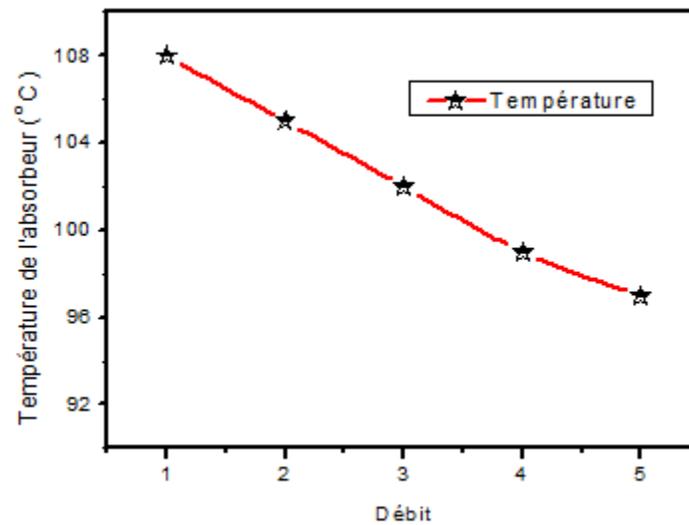


FIGURE 5. Evolution de la température de l'absorbeur en fonction du débit

4. CONCLUSIONS

Une étude expérimentale est entretenue pour la détermination des performances thermiques d'un capteur solaire plan à air. Parmi ces paramètres, on cite : la température de sortie du fluide caloporteur (air), la température de l'absorbeur et la température de la plaque inférieure pour des débits volumiques différents Cette étude montre que la température de la plaque inférieure décroît avec l'augmentation du débit, la température de sortie du fluide caloporteur décroît avec l'augmentation du débit et la température de l'absorbeur décroît avec l'augmentation du débit.

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.