

## L'Influence de la Configuration de l'Absorbeur sur les Performances Thermiques d'un Capteur Solaire à Air

F. Mokhtari et D. Semmar

Centre de Développement des Energies Renouvelables, B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie

**Résumé** - Les capteurs solaires à air sont utilisés dans beaucoup d'applications nécessitant des températures basses et modérées, telles que le chauffage des locaux, et le séchage qui est une opération souvent nécessaire dans de nombreux processus : (agro-alimentaire, matériaux de construction, bois...). Plusieurs études expérimentales ont été effectuées sur les capteurs solaires à air destinés au séchage solaire. Leur choix dépend de la conception, des performances thermiques, et du mode de séchage solaire utilisé. Trois configurations de capteurs solaires à air avec différentes géométries sont étudiées et testées dans cette communication. Une campagne de mesures a été menée sur chaque capteur, on donne l'évolution des températures de sortie de l'air chaud, et l'évolution du débit d'air à la sortie de chaque capteur et ceci en deux modes de circulation; convection naturelle et convection forcée. Les paramètres mesurés nous permettront d'appuyer l'analyse théorique et de valoriser chacune des différentes conceptions de capteur pour une éventuelle utilisation dans le séchage solaire des produits agro- alimentaires.

**Mots clés:** Energie solaire - Transfert de chaleur - Convection naturelle - Convection forcée - Capteur Solaire à air - Séchage solaire

### 1. INTRODUCTION

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.

Notre rapport présente les résultats d'une étude expérimentale sur trois configurations de capteurs solaires fonctionnant suivant deux modes de circulation de l'air (circulation naturelle et circulation forcée) les paramètres caractérisant les performances du système sont évalués instantanément durant la période d'ensoleillement, ils nous permettront d'appuyer l'analyse théorique et de valoriser chacune des trois conceptions des capteurs solaires à air.

### 2. DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Trois configurations de capteurs sont représentés sur la figure 1. La configuration (1.a) est la plus simple des configurations, elle a un passage d'air sous l'absorbeur qui est en tôle peinte en noir ( $\alpha = 0.95$ ), la couverture est un vitrage de 0.03 m, le boîtier est en tôle d'acier galvanisé rembourré d'une couche d'isolant (Polyuréthane) de  $e = 0.04$  m.

La configuration (1.b): Ce capteur est constitué des mêmes éléments que la configuration (1.a), seulement le passage d'air se trouve au- dessus de la plaque absorbante (entre le vitrage et la plaque absorbante).

La configuration (1.c): Les mêmes éléments constituants que la config. (1.a) constitue la config (1.c), seulement la plaque absorbante est placée sur la diagonale du capteur entre la couverture et l'isolant, l'entrée de l'air se trouve au dessus de l'absorbeur tandis que la sortie est située sous l'absorbeur. Elle est munie d'un orifice de section rectangulaire de  $(150 \times 600 \text{ mm}^2)$  pour permettre l'évacuation de l'air chaud .

Les trois capteurs sont de dimensions  $(1,92 \times 0,94 \text{ m})$ , l'entrée de chaque capteur est munie d'un ventilateur. Une campagne de mesures a été effectuée au site de Bouzaréah (C.D.E.R) durant six jours pour les deux modes de circulation de l'air dans le capteur : (forcée, naturelle).

Afin de pouvoir estimer l'efficacité des trois configurations, on a programmé le déroulement des tests durant une période de six (6) jours. Lors de chaque journée, les tests sont pris entre 8 h 00 jusqu'à 16 h 00 avec un pas de quinze (15) minutes.

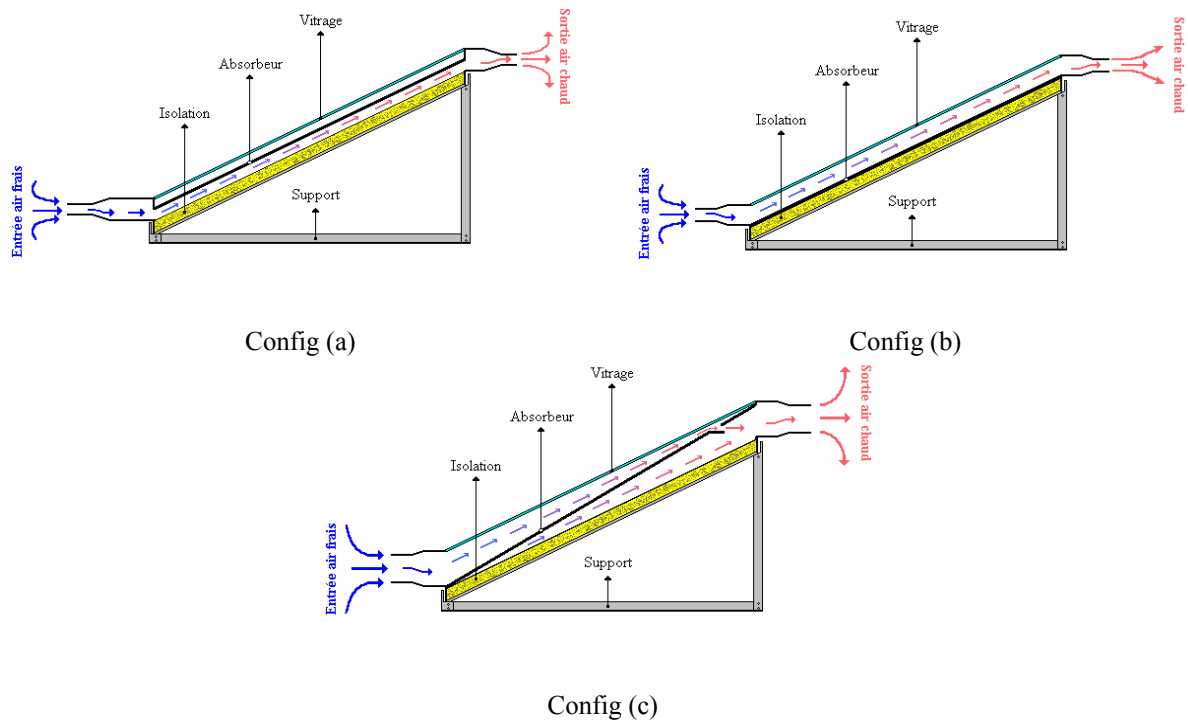


Fig. 1: Représentation des trois types de capteurs solaires à air considérés

Afin de mener à bien l'expérimentation, neuf thermocouples ont été placés sur le système, repartis comme suit : (Fig. 2).

- 2 thermocouples à l'entrée de chaque capteur;
- 2 thermocouples à la sortie de chaque capteur;
- 2 thermocouples au niveau de chaque plaque (plaque absorbante);
- 1 thermocouple au niveau de la partie postérieure du capteur pour la mesure de la température ambiante.

La mesure de l'éclairement global incliné est assurée par un pyromètre de type (Kyp&Zonen). La vitesse de l'air est mesurée à l'entrée du capteur à l'aide d'un anémomètre de type (Eppley KIPP). L'ensemble des thermocouples est relié à un enregistreur de marque Fluke à 20 voies. Le déroulement des expériences a été effectué au niveau du centre de développement des énergies renouvelables, qui a les paramètres suivants : Latitude : 36°8Nord; Longitude : 3°12Est; Altitude : 345 ; Albédo : 02.



Fig. 2: Photo des différents types de capteurs solaires à air

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1 Convection naturelle (Journée du 25-05-01)

L'évolution de l'éclairement global pour le flux calculé présente une allure régulière et atteint une valeur maximale de (999 W/m<sup>2</sup>).

- On remarque que l'évolution de la température de sortie de la configuration (1-c) est nettement supérieure aux températures des autres configurations (1-a) et (1-b), cet écart est du à l'inclinaison de l'absorbeur et aussi sur sa partie supérieure se trouve une ouverture pour la garde d'air;
- On remarque que pendant la matinée, la configuration (1-a) donne une rentabilité supérieure à la rentabilité supérieure à la rentabilité de la configuration (1-b) (Fig. 4.);
- La configuration (1-b) met du temps à chauffer le matin par rapport à la configuration (1-a), du à la distance entre le vitrage et l'absorbeur dans les deux capteurs (Fig. 4);
- On remarque que la configuration (1-b) dépasse la configuration (1-a) à partir de 13h, mais la configuration (1-a) reste toujours le plus rentable comparé à la configuration (1-b) si on compare la plage de rentabilité (Fig. 4).
- L'évolution de la température de sortie de la configuration (1-c) a une relation directe avec l'évolution de l'éclairement global indigné.

#### 3.2 Convection forcée (Journée du 29-05-01)

Même interprétation des courbes de températures de sortie des trois capteurs que la convection naturelle, seulement on peut ajouter que le capteur ( c ) atteint une température de 70 °C (Fig. 6), et une valeur de la vitesse de l'air chaud à la sortie égale à (2.6 m/s), favorables et exploitables dans le séchage solaire des produits agro-alimentaires.

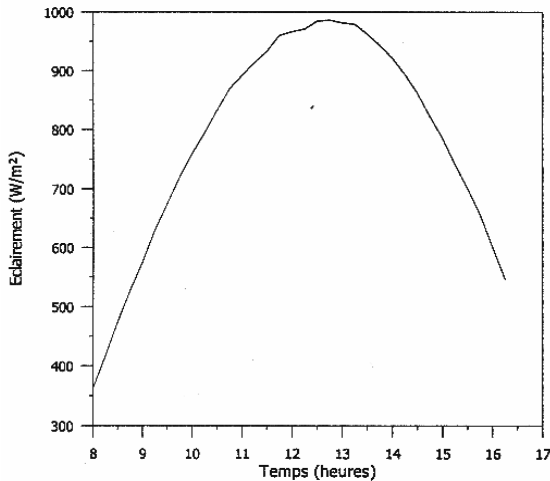


Fig. 3: Evolution de l'éclairement global incliné (Journée 25-05-01)

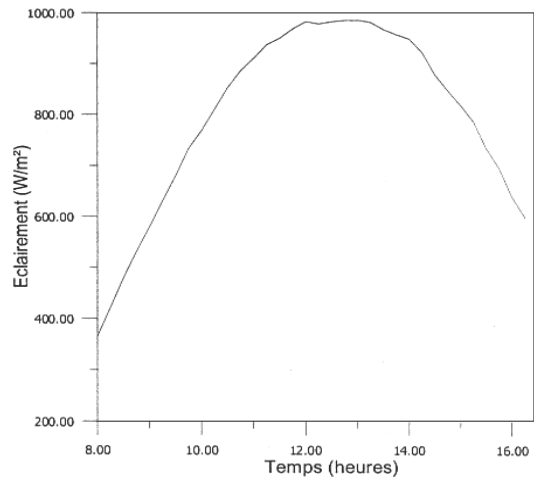


Fig. 5: Evolution de l'éclairement global incliné (Journée 29-05-01)

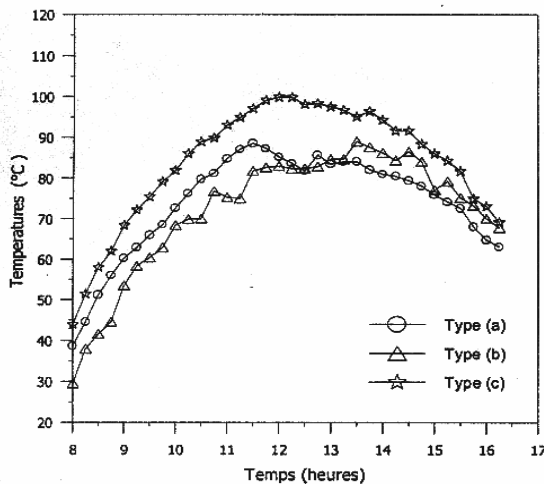


Fig. 4: Profil des températures de sortie (Journée 25-05-01)

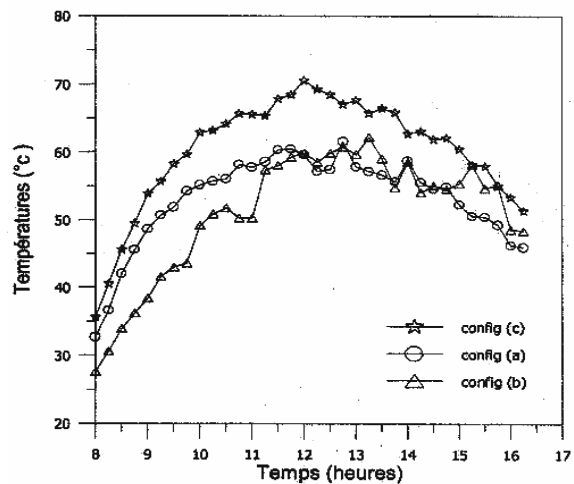


Fig. 6: Profil des températures de sortie (Journée 29-05-01)

#### 4. CONCLUSION

Notre étude expérimentale nous a permis de tester les trois configurations et tirer les conclusions suivantes :

- Le capteur avec la configuration ( c ) a une bonne rentabilité; la température de sortie en convection naturelle dépasse les 98 °C et en convection forcée la température atteint les 70 °C. Ceci est dû à l'inclinaison de la plaque absorbante et à l'ouverture conçue sur sa partie supérieure.
- Les deux autres capteurs ont pratiquement la même efficacité
- Aux environs de 12 h 00, on remarque que l'écart de température ( $\Delta t$ ) entre la configuration ( c ) et les deux autres atteint les 15 °C. Ce qui nous confirme son efficacité.
- La température de sortie obtenue en convection forcée dans la configuration ( c ) nous permet de dire que c'est le plus exploitable dans le domaine du séchage solaire.

#### REFERENCES

- [1] J. Duffie and W.A. Beckman, '*Solar Engineering of Thermal Process*', Ed. Wiley and Sons, U.S.A, 1980.
- [2] J.M. Chasseriaux, '*Conversion Thermique du Rayonnement Solaire*', Bordas, Paris, 1984.
- [3] F. Mokhtari, '*Conception et Réalisation d'un Capteur Solaire à Air*', Rapport technique, CDER, Janvier 99.
- [4] D. Semmar, F. Mokhtari and D. Lafri, '*Study and Realization of a Solar Air Heating whith a tilted Absorber*', Congrès International sur l'Energie Solaire, Emirats Arabes, 19 février 2001.