

**STUDY AND REALIZATION OF DEVICE OF SOLAR SENSITIVE  
TRACKING FOR A PROTOTYPE OF CYLINDRO-PARABOLIC  
CONCENTRATOR**

A. Gama\*, C. Larbes, A. Malek et F. Yettou

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, B.P. 88, ZI.G. Taam,  
Ghardaïa.

Received: 01 February 2010 / Accepted: 02 June 2010 / Published online: 30 June 2010

---

**ABSTRACT**

After the realization of a new prototype of concentrator through, we have study the realization of a sun tracking system in order to assure the best system efficiency throughout the day. We started in the first step by the blind sun tracking where we have acquired the good results. In this paper we try to speak about the realization of a new system of sun tracking who is the sensitive sun tracking. In this sort of tracking we have used a special telescope, like a sensitive element in for the detection of sun position. An electronic Card based PIC microcontroller is realized to pilot the mechanic system of the san tracking. In order to controlled the prototype we have put on a chain of data acquisition. The results were compared with the results of the blind sun tracking system and the stationary position, it was noted that the results were better this time and the efficiency is very important.

**Keywords:** Concentrators Systems, Thermodynamic Solar, PIC Microcontroller, Sun Tracking Strategy.

---

Author Correspondence, e-mail: [gama\\_amor@uraer.dz](mailto:gama_amor@uraer.dz)

[ICID: 1037467](https://doi.org/10.37467/ICID.1037467)

## 1. INTRODUCTION

En ce début de troisième millénaire, près de deux milliards de personnes n'ont toujours pas accès à l'électricité. En effet, si dans la plupart des pays en voie de développement les réseaux électriques existent, ils concernent souvent exclusivement les grands centres urbains, les zones rurales étant donc souvent exclues, entravant ainsi leur développement. [1]

Les concentrateurs cylindro-paraboliques sont souvent utilisés pour la production d'électricité. La conception d'un concentrateur solaire est basée essentiellement sur certains paramètres très importants tels que: la réalisation de la courbe parabolique, qui doit être faite avec une grande précision afin d'assurer la meilleure concentration du rayonnement solaire au niveau du foyer récepteur. L'autre exigence est le bon choix du matériau de fabrication du miroir en question, qui détermine d'une manière directe le facteur de réflexion qui devra être le plus grand possible permettant le maximum de réflexion.

Afin d'extraire et d'exploiter le maximum d'énergie incidente, le concentrateur doit impérativement poursuivre le soleil durant sa course, d'une manière très précise. La concentration en une ligne ou un point nous oblige à utiliser des systèmes de poursuite solaire réalisés avec haute fiabilité. Pour cela nous allons procéder à la réalisation d'un système de poursuite solaire dit sensible, doté de certaines spécifications que nous aurons l'occasion de découvrir dans cet article, le but étant d'arriver à désigner le type de poursuite qui assurera le meilleur rendement en comparant avec le système de poursuite solaire aveugle déjà réalisé.

### **Le prototype du concentrateur cylindro-parabolique**

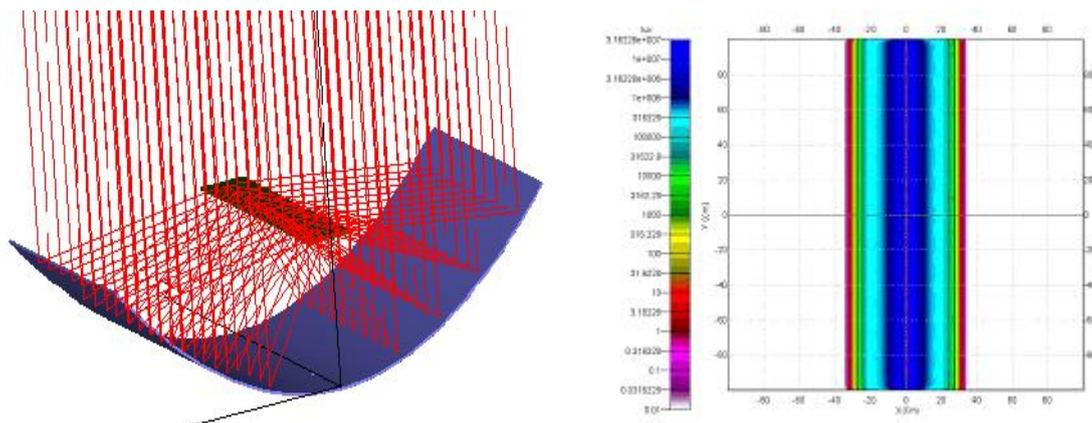
Un prototype d'un concentrateur cylindro-parabolique a été réalisé au sein de l'unité de recherche appliquée en énergies renouvelables de Ghardaïa, le concentrateur a une surface d'ouverture de 4m<sup>2</sup>, un foyer couvert (verre) et un circuit de fluide caloporteur fermé avec une pompe de circulation et un échangeur de chaleur, voir figure (1).



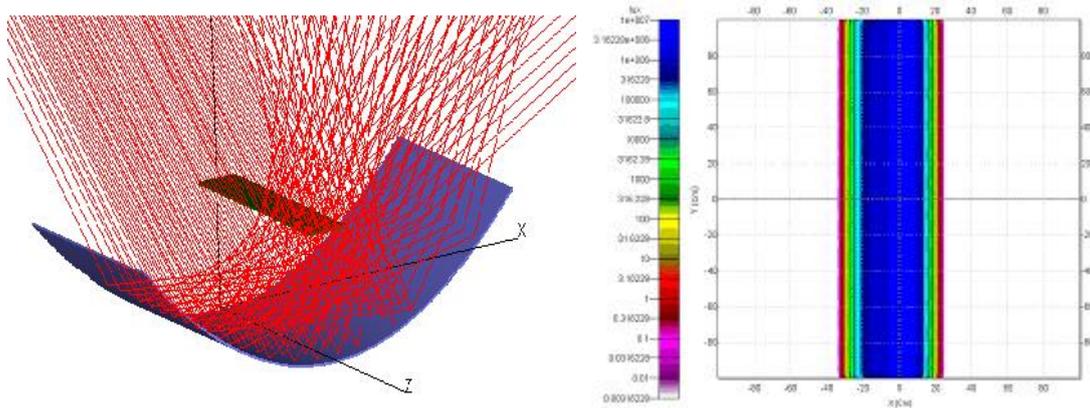
**Fig.1.** Vue du concentrateur réalisé.

### Poursuite solaire

Dans le cas idéal où les rayons solaires sont perpendiculaires à la surface d'ouverture du concentrateur, la concentration sera exactement au niveau du foyer. La figure (2) représente les résultats de la simulation optique d'un concentrateur orienté directement vers le soleil, on remarque clairement que la concentration est maximale. On utilise le système de poursuite solaire pour assurer cette position le long de la journée. Quand le concentrateur n'est pas orienté vers le soleil on constate que la concentration est déformée, figure (3).



**Fig.2.** Simulation optique d'un concentrateur orienté vers le soleil.



**Fig.3.** Simulation optique d'un concentrateur incliné par rapport aux rayons du soleil.

Généralement la meilleure solution pour une poursuite solaire est l'utilisation des moteurs pas à pas, qui assurent une très grande précision et un freinage du système très rapide [2]. Dans notre prototype nous avons choisi un vérin électrique destiné aux antennes paraboliques, ce choix étant basé sur les critères suivants: la puissance, le fonctionnement en milieu hostile, moteur à courant continu, les butées de fin de course.

### Réalisation d'une carte électronique pour la poursuite solaire sensible

#### Description de la carte électronique

Pour le système de commande du dispositif mécanique de la poursuite solaire, nous avons réalisé une carte électronique à base d'un microcontrôleur PIC 16F877A (Figure.4.), le microcontrôleur associé à une lunette (Figure.5.) est réalisé pour détecter la position du soleil et assurer la poursuite solaire sensible. Le contrôle visuel est réalisé par un afficheur LCD 2X16 caractères, rétro éclairé ainsi que les 3 boutons de commandes (Menu, Défile, Ok), l'afficheur LCD assure également la commande, l'échange et le paramétrage.

Les commandes (commande du vérin, de la pompe...etc.) sont assurés par des relais ajoutés à cette effets, avec une bobine à faible consommation pour éviter de surcharger l'alimentation. Ces relais peuvent être commandés par un transistor de type PNP (2N2222) ou équivalent. [3]

Dans notre cas un contrôle visuel de la sortie relais est réalisé grâce à une diode LED 5mm, qui indique si le relais est actif ou pas. Afin de mieux surveiller la commande, il

est possible également de forcer manuellement une sortie relais à prendre un état ou un autre.



**Fig.4.** Carte de commande réalisée pour la poursuite solaire sensible.

### **Lunette de détection de la position du soleil**

Pour le type de poursuite solaire sensible nous avons intégré une sorte de lunette [4] (figure.5.) munie de deux cellules photovoltaïques, la première posée d'une manière horizontale entre deux plaques parallèles, l'ensemble étant solidaire du concentrateur cylindro-parabolique. La deuxième cellule est identique à la première et positionnée juste à côté d'elle au même niveau, mais sans occultation et parfaitement exposée au soleil (pas d'obstacles des deux côtés). Les cellules sont connectées à la carte de poursuite solaire, les valeurs de tensions qu'elles fournissent sont traitées et comparées par le microcontrôleur d'une manière instantanée pour détecter la position de la lunette par rapport au soleil et orienter le concentrateur par la suite.



**Fig.5.** Vue de la lunette réalisée.

### **Programmation du microcontrôleur**

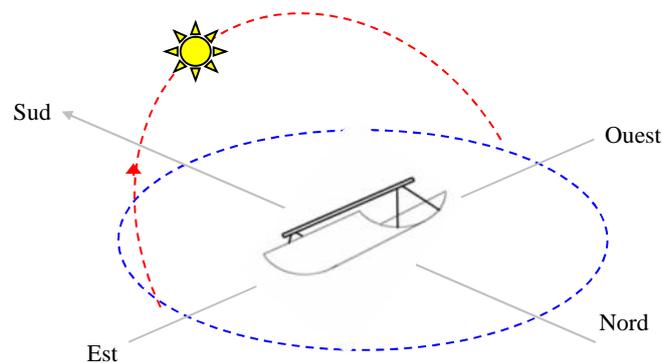
Le programme du microcontrôleur est écrit en utilisant le PICC CCS version 3.222, le programme est divisé en deux parties: La première partie pour la gestion du Menu qui comporte les sous menus suivants: "Commandes" pour forcer les sorties relais

manuellement à prendre un état ou un autre et le sous menu "Lectures" pour afficher les valeurs de tension des trois entrées. La deuxième partie concerne la gestion de la poursuite solaire, qui est le but de ce programme. Dans cette partie on lit et on compare les tensions des deux cellules, la cellule sans occultation joue le rôle d'une cellule de référence, la commande du vérin est basée sur cette comparaison et son arrêt est réalisé dès que la valeur de la tension des deux cellules est identique. [5]

## 2. TESTS, RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Tests établis sur le concentrateur avec poursuite solaire

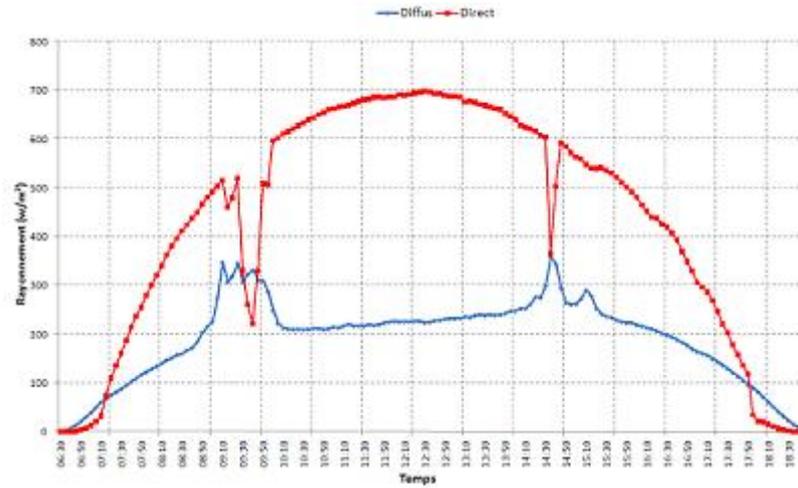
Avec la poursuite solaire suivante: Axe de rotation parallèle à l'axe du monde et une inclinaison égale à la latitude de lieu, (figure.6.), Nous avons effectué des tests le 18/08/2007 en activant le système de poursuite solaire aveugle et nous avons collecté les paramètres suivants: température de sortie ( $T_s$ ), températures d'entrée ( $T_e$ ), températures de l'absorbeur ( $T_{abs}$ ), températures ambiante ( $T_a$ ).



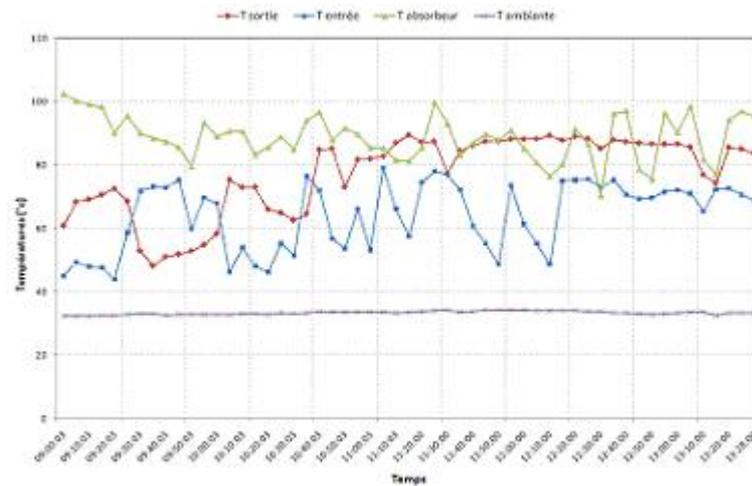
**Fig.6.** Position d'un concentrateur avec poursuite solaire.

### Tests établis avec poursuite solaire aveugle

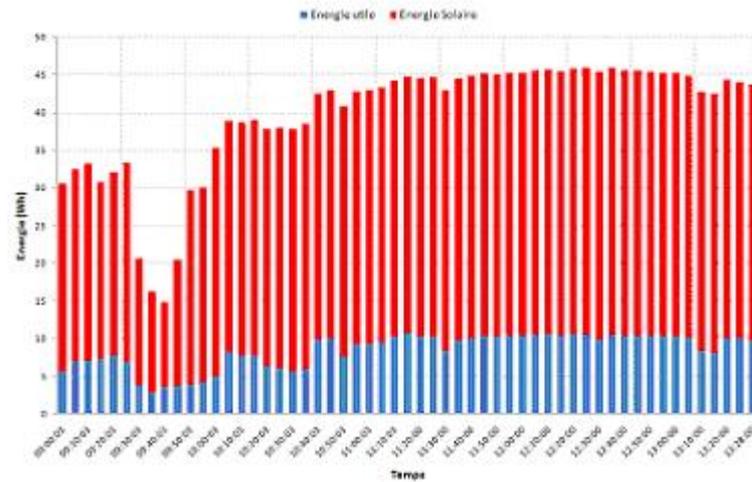
Nous avons commencé les tests sur le système avec la poursuite solaire aveugle afin de faire une comparaison avec la poursuite solaire sensible, c'est vrai que les tests seront effectués pendant deux journées différentes mais nous avons choisi les journées qui ont presque le même rayonnement [6].



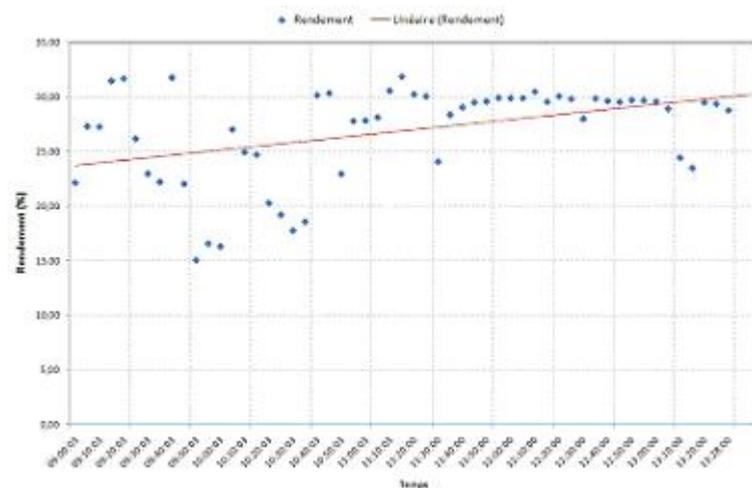
**Fig.7.** Rayonnement solaire incident sur un plan horizontal (données du 18 Août).



**Fig.8.** Résultats expérimentaux du concentrateur cylindro-parabolique avec poursuite aveugle réalisés le 18 Août.



**Fig.9.** Energie fournie et énergie utile du concentrateur cylindro-parabolique avec poursuite aveugle (journée du 18 Août).



**Fig.10.** Rendement du concentrateur cylindro-parabolique avec poursuite aveugle réalisé le 18 Août.

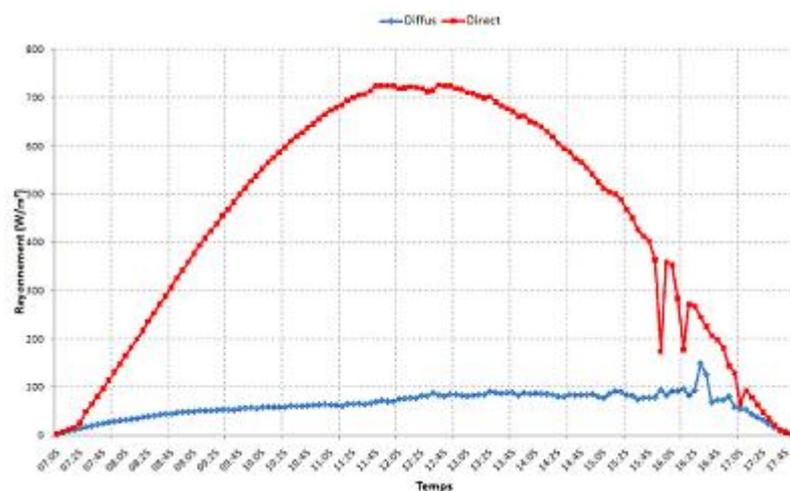
## Discussion

Les tests sont effectués le 18 Août de 9h00 à 13h15, c'est un jour clair à part un passage nuageux de 9h00 jusqu'à 10h10 et entre 14h30 et 14h50. Dans ce type de test nous avons mesuré les paramètres suivants: température d'entrée et de sortie du fluide caloporteur et température ambiante. On remarque que les valeurs des températures mesurées varient de temps à autre et cela est dû à l'évaporation du fluide caloporteur quand la température de ce dernier atteint les 100°C, cet évaporation provoque une

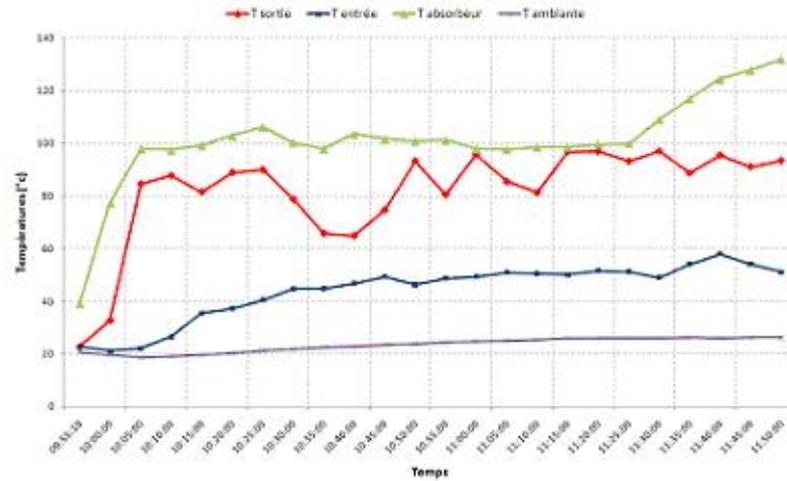
augmentation de pression à l'intérieur du circuit de fluide caloporteur et puisque les fuites sont inévitables la détente du fluide provoque une chute brusque des températures et de la pression et comme le foyer est exposé au rayonnement concentré, les températures augmenteront encore et le phénomène se répète. L'influence du passage nuageux est visible notamment sur les températures, en générale ces températures ont un intervalle fixe le long de la journée. On peut dire que ce type de poursuite est acceptable du point de vue rendement par apport au concentrateur stationnaire il est de l'ordre de (26.9%), il est à noter seulement que, pour ce type de poursuite, le concentrateur poursuit le soleil avec une petite erreur au démarrage due à : premièrement les jeux entre le vérin et le concentrateur et deuxièmement à l'équation empirique utilisée, cette erreur augmente de plus en plus avec le temps, malgré ceci le rendement du concentrateur a augmenté considérablement par rapport au cas stationnaire.

#### Tests établis avec poursuite sensible

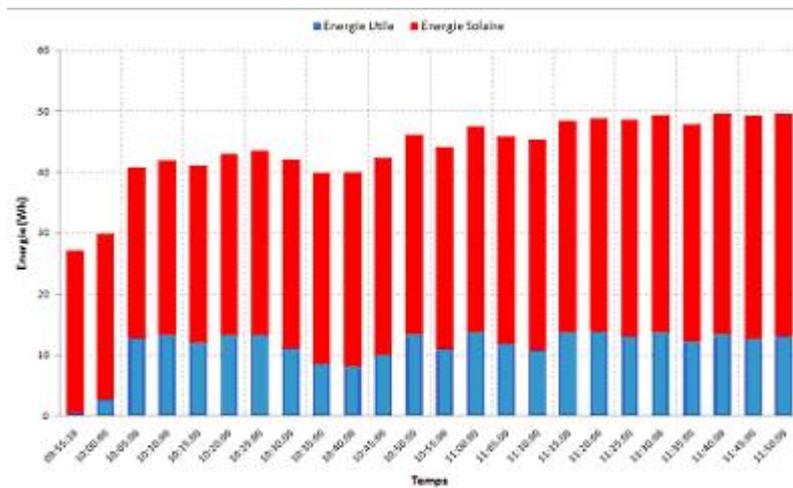
Afin de connaître ce que nous avons apporté en utilisant la poursuite solaire sensible nous avons effectué des tests le 04 Novembre pour les mêmes conditions de la poursuite aveugle, nous avons mesuré les mêmes paramètres.



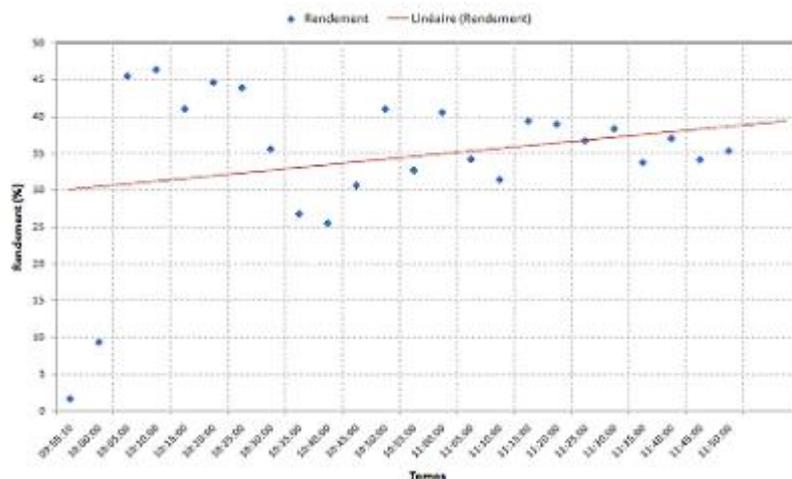
**Fig.11.** Rayonnement solaire incident sur un plan horizontal (données du 04 Novembre).



**Fig.12.** Résultats expérimentaux du concentrateur cylindro-parabolique avec poursuite solaire sensible réalisés le 04 Novembre.



**Fig.13.** Énergie fournie et énergie utile du concentrateur cylindro-parabolique avec poursuite solaire sensible (journée du 04 Novembre).



**Fig.14.** Rendement du concentrateur cylindro-parabolique avec poursuite sensible réalisé le 04 Novembre.

### Discussion

Les tests concernant la poursuite solaire sensible sont effectués pour un jour clair (le 04 Novembre). On voit clairement qu'il y'a moins de perturbations des températures par rapport à la poursuite aveugle, on remarque aussi qu'au démarrage des tests le rendement du système est faible, ceci est dû au fait que le fluide caloporteur prend 10 minutes pour que sa température atteigne les 100°C, on constate également que la température de sortie du fluide caloporteur est maintenue beaucoup plus de temps proche des 100°C, il y'a effectivement des détentes de vapeur dans ce cas aussi mais peut être influençables. Le rendement pour ce type de poursuite est de 34 %. À cet effet on peut dire que la poursuite sensible a donné un meilleur rendement par rapport à la poursuite aveugle et beaucoup meilleur que le cas stationnaire.

### 3. CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons étudié théoriquement la poursuite solaire, notamment la poursuite solaire sensible, puis nous avons réalisé une lunette pour la détection de la position du soleil, une carte électronique à base d'un microcontrôleur a été réalisée à cet effet, un programme du protocole de poursuite a été également réalisé puis chargé dans le microcontrôleur.

Finalement nous avons obtenu un système autonome qui peut suivre le soleil avec fiabilité. Des tests sont effectués sur le système avec les deux types de poursuites, la

poursuite solaire sensible a prouvée son efficacité pour plusieurs points. Le rendement du concentrateur avait passé de 5 % pour le cas stationnaire à 27 % pour le type de poursuite aveugle et atteint les 34 % pour la poursuite solaire sensible.

#### **4. RÉFÉRENCES**

- [1] Geyer M. START Mission to Algeria, IEA Solar PACES USA (2003).
- [2] Roth P., Georgiev A. et Boudinov H. *Renewable Energy*. June 2003, 29, 393,402.
- [3] Schmitt J. Automate de gestion d'aquarium marin, document (Novembre 2002).
- [4] Palavras I., Bakos G.C. *Renewable Energy*, Jan 2006, 31, 2422-2431.
- [5] Rubio F.R & all. *Energy conversion & Management*. Juillet 2007, 48, 2174-2184.
- [6] Gama A.& all. *Revue des énergies renouvelables*. Septembre 2008, 11(3), 437-451.

---

**ETUDE ET REALISATION D'UN DISPOSITIF DE POURSUITE SOLAIRE  
SENSIBLE DESTINE A UN PROTOTYPE D'UN CONCENTRATEUR  
CYLINDRO-PARABOLIQUE**

**RESUME**

Après la réalisation du prototype d'un concentrateur solaire cylindro-parabolique, nous avons étudié la réalisation d'un système de poursuite solaire afin d'assurer un meilleur rendement de l'ensemble au long de la journée. Nous avons commencé, en premier lieu, par une poursuite solaire aveugle où nous avons obtenus des résultats satisfaisants. Dans cet article nous allons parler de la réalisation d'un autre système de poursuite solaire, qui est la poursuite solaire sensible. Dans ce type de poursuite nous allons utiliser une lunette spéciale, comme élément sensible, pour la détection de la position du soleil. Une carte électronique à base d'un microcontrôleur PIC a été réalisée pour piloter le système mécanique de la poursuite solaire, une chaîne d'acquisition de données a été également installée pour assurer un suivi permanent du système. Les résultats obtenus pour ce type de poursuite ont été comparés avec les données de la poursuite solaire aveugle et le cas stationnaire, on a remarqué que les résultats été mieux satisfaisants cette fois et le rendement est très important.

**Mots clés :** Systèmes à Concentrations, Solaire Thermodynamique, Microcontrôleur PIC, Stratégie de Poursuite Solaire.

**How to cite this article**

Gama A, Larbes C, Malek A and Yettou F. Study and realization of device of solar sensitive tracking for a prototype of cylindro-parabolic concentrator. J Fundam Appl Sci. 2010, 2(1), 138-150.