

Printed from

# Journal of Scientific Research

---

<http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>

## Etude Expérimentale Et Modélisation D'un Concentrateur Parabolique Solaire Dans La Région De Béchar

M. Bensafi, S. Zegnoun, B. Draoui.  
*Laboratoire ENERGARID, Université de Béchar*  
*Département de science et technologie BP 417, 08000 Université de Béchar*

*Email: madiriano@gmail.com*

Published on 10 July 2013

The Editor, on behalf of the Editorial Board and Reviewers, has great pleasure in presenting this number of the Journal of Scientific Research. This journal (ISSN 2170-1237) is a periodic and multidisciplinary journal, published by the University of Bechar. This journal is located at the interface of research journals, and the vulgarization journals in the field of scientific research. It publishes quality articles in the domain of basic and applied sciences, technologies and humanities sciences, where the main objective is to coordinate and disseminate scientific and technical information relating to various disciplines.

The research articles and the development must be original and contribute innovative, helping in the development of new and advanced technologies, like the studies that have concrete ideas which are of primary interest in mastering a contemporary scientific concepts. These articles can be written in Arabic, French or English. They will not be published in another journal or under review elsewhere. The target readership is composed especially of engineers and technicians, teachers, researchers, scholars, consultants, companies, university lab, teaching techniques and literary ... The journal is obtainable in electronic form, which is available worldwide on the Internet and can be accessed at the journal URL:

<http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>.

**Director of Journal**  
Pr. BELGHACHI Abderrahmane

**Editor in Chief**  
Dr. HASNI Abdelhafid

**Co-Editor in Chief**  
Dr. BASSOU Abdesselam

### Editorial Member

TERFAYA Nazihe  
BOUIDA Ahmed  
LATFAOUI Mohieddine  
MOSTADI Siham

## Reviewers board of the Journal.

Pr. KADRY SEIFEDINE (The American University in KUWAIT)  
Pr. RAZZAQ GHUMMAN Abdul (Al Qassim University KSA)  
Pr. PK. MD. MOTIUR RAHMAN (University of Dhaka Bangladesh)  
Pr. MAHMOOD GHAZAW Yousry (Al Qassim University KSA)  
Pr. KHENOUS Houari Boumediene (King Khalid University KSA)  
Pr. RAOUS Michel (Laboratory of Mechanic and Acoustic France)  
Pr. RATAN Y. Borse (M S G College Malegaon Camp India)  
Pr. LEBON Frédéric (University of Aix-Marseille 1 France)  
Pr. MONGI Ben Ouédou (National Engineering School of Tunis)  
Pr. BOUKELIF Aoued (University of Sidi Bel Abbes Algeria)  
Pr. DJORDJEVICH Alexander (University of Hong Kong)  
Pr. BENABBASSI Abdelhakem (University of Bechar Algeria)  
Pr. BOULARD Thierry (National Institute of Agronomic Research France)  
Pr. LUCA Varani (University of Montpellier France)  
Pr. NEBBOU Mohamed (University of Bechar Algeria)  
Dr. FELLAH Zine El Abidine Laboratory of Mechanic and Acoustic France)  
Dr. ZHEN Gao (University of Ontario Institute of Technology Canada)  
Dr. OUERDACHI Lahbassi (University of Annaba Algeria)  
Dr. HADJ ABDELKADER Hicham (IBISC – University of Evry France)  
Dr. KARRAY M'HAMED ALI (National Engineering School of Tunis)  
Dr. ALLAL Mohammed Amine (University of Tlemcen Algeria)  
Dr. FOUCHAL Fazia (GEMH - University of Limoges France)  
Dr. TORRES Jeremi (University of Montpellier 2 France)  
Dr. CHANDRAKANT Govindrao Dighavka (L. V. H. College of Panchavati India)  
Dr. ABID Chérifa (Polytech' University of Aix-Marseille France)  
Dr. HAMMADI Fodil (University of Bechar Algeria)  
Dr. LABBACI Boudjema (University of Bechar Algeria)  
Dr. DJERMANE Mohammed (University of Bechar Algeria)  
Dr. BENSFAFI Abd-El-Hamid (University of Tlemcen)  
Dr. BENBACHIR Maamar (University of Bechar Algeria)

Pr. BALBINOT Alexandre (Federal University of Rio Grande do Sul Brazil)  
Pr. TEHIRICHI Mohamed (University of Bechar Algeria)  
Pr. JAIN GOTAN (Materials Research Lab., A.C.S. College, Nandgaon India)  
Pr. SAIDANE Abdelkader (ENSET Oran Algeria)  
Pr. DI GIAMBERARDINO Paolo (University of Rome « La Sapienza » Italy)  
Pr. SENGOUGA Nouredine (University of Biskra Algeria)  
Pr. CHERITI Abdelkarim (University of Bechar Algeria)  
Pr. MEDALE Marc (University of Aix-Marseille France)  
Pr. HELMAOUI Abderrachid (University of Bechar Algeria)  
Pr. HAMOUINE Abdelmadjid (University of Bechar Algeria)  
Pr. DRAOUI Belkacem (University of Bechar Algeria)  
Pr. BELGHACHI Abderrahmane (University of Bechar Algeria)  
Pr. SHAILENDHRA Karthikeyan (AMRITA School of Engineering India)  
Pr. BURAK Barutcu (University of Istanbul Turkey)  
Pr. LAOUFI Abdallah (University of Bechar Algeria)  
Dr. SELLAM Mebrouk (University of Bechar Algeria)  
Dr. ABDUL RAHIM Ruzairi (University Technology of Malaysia)  
Dr. BELBOUKHARI Nasser (University of Bechar Algeria)  
Dr. CHIKR EL MEZOUAR Zouaoui (University of Bechar Algeria)  
Dr. BENACHAIBA Chellali (University of Bechar Algeria)  
Dr. KAMECHE Mohamed (Centre des Techniques Spatiales, Oran Algeria)  
Dr. MERAD Lotfi (Ecole Préparatoire en Sciences et Techniques Tlemcen Algeria)  
Dr. BASSOU Abdesselam (University of Bechar Algeria)  
Dr. ABOU-BEKR Nabil (University of Tlemcen Algeria)  
Dr. BOUNOUA Abdennacer (University of Sidi bel abbes Algeria)  
Dr. TAMALI Mohamed (University of Bechar Algeria)  
Dr. FAZALUL RAHIMAN Mohd Hafiz (University of Malaysia)  
Dr. ABDELAZIZ Yazid (University of Bechar Algeria)  
Dr. BERGA Abdelmadjid (University of Bechar Algeria)  
Dr. Rachid KHALFAOUI (University of Bechar Algeria)  
Dr. SANJAY KHER Sanjay (Raja Ramanna Centre for Advanced Technology INDIA)

## Journal of Scientific Research

P.O.Box 417 route de Kenadsa  
08000 Bechar - ALGERIA  
Tel: +213 (0) 49 81 90 24  
Fax: +213 (0) 49 81 52 44

Editorial mail: [jrs.bechar@gmail.com](mailto:jrs.bechar@gmail.com)  
Submission mail: [submission.bechar@gmail.com](mailto:submission.bechar@gmail.com)  
Web: <http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>



# Etude Expérimentale Et Modélisation D'un Concentrateur Parabolique Solaire Dans La Région De Béchar

M. Bensafi, S. Zegnoun, B. Draoui.

Laboratoire ENERGARID, Université de Béchar

Département de science et technologie BP 417, 08000 Université de Béchar

Tel/Fax: 00213 49 81 52 44.

Email: madiriano@gmail.com

---

**Résumé** – La ressource de base la plus importante pour tous les potentiels énergétiques renouvelables est l'énergie solaire, c'est le rayonnement émis dans toutes les directions par le soleil, et que la terre reçoit à raison d'une puissance moyenne de  $1,4 \text{ kW/m}^2$ , pour une surface perpendiculaire à la direction terre-soleil. Ce flux solaire est atténué lors de la traversée de l'atmosphère par absorption ou diffusion, suivant les conditions météorologiques et la latitude du lieu au niveau du sol. Afin d'exploiter au mieux cette ressource énergétique et pour un bon dimensionnement des installations solaires, il est nécessaire de connaître la quantité de l'énergie solaire disponible à un endroit spécifique à chaque instant de la journée et de l'année. Pour cette raison, on a jugé nécessaire de présenter une notion générale sur les coordonnées célestes ainsi que le rayonnement solaire.

**Mots clés** : Energie solaire, concentrateur, rayonnement solaire

---

## I. Introduction

These instructions give you the guidelines for preparing papers for Journal of Scientific Research edited by the University of Bechar (Algeria). Use this document as a template if you are using Microsoft Word 6.0 or later. Define all symbols used in the abstract. Do not adjust the specified font sizes or line spacing to squeeze more text into a limited number of pages.

C'est à la fin du 19ème siècle que les premières expériences apparaissent dans le domaine du solaire à concentration (exposition universelle de 1878). Au 20ème siècle, les premiers systèmes paraboliques produisant de la vapeur sont conçus [1].

A la fin des années 1970 des projets pilotes de centrales solaires à concentration se développent aux États-Unis, en Russie, au Japon et en Europe et les années 1980 marquent le début de la construction en série de ces centrales dans le désert californien. Aujourd'hui, la technologie de la solaire thermodynamique a considérablement évolué et de nombreux projets y font appel [2].

La solaire thermodynamique est l'une des valorisations du rayonnement solaire direct. Cette technologie consiste à concentrer le rayonnement solaire pour chauffer un fluide à haute température et produire ainsi de l'électricité ou alimenter en énergie des procédés industriels.

Les centrales solaires thermodynamiques recouvrent une grande variété des systèmes disponibles tant au

niveau de la concentration du rayonnement, du choix du fluide caloporteur ou du mode de stockage.

La ressource de base la plus importante pour tous les potentiels énergétiques renouvelables est l'énergie solaire, c'est le rayonnement émis dans toutes les directions par le soleil, et que la terre reçoit à raison d'une puissance moyenne de  $1,4 \text{ kW/m}^2$ , pour une surface perpendiculaire à la direction terre-soleil. Ce flux solaire est atténué lors de la traversée de l'atmosphère par absorption ou diffusion, suivant les conditions météorologiques et la latitude du lieu au niveau du sol.

Afin d'exploiter au mieux cette ressource énergétique et pour un bon dimensionnement des installations solaires, il est nécessaire de connaître la quantité de l'énergie solaire disponible à un endroit spécifique à chaque instant de la journée et de l'année.

Pour cette raison, on a jugé nécessaire de présenter une notion générale sur les coordonnées célestes ainsi que le rayonnement solaire.

## II. Rayonnement en Algérie

L'Algérie possédant un gisement solaire important, de part son climat, la puissance solaire maximale en tout point de notre pays est d'environ  $1 \text{ Kw/m}^2$  [3]. L'énergie journalière maximale moyenne (ciel clair, mois de juillet) dépasse les  $6 \text{ KW/m}^2$  et l'énergie annuelle maximale en Algérie est de l'ordre de  $2500 \text{ KW/m}^2$ .

La carte ci-dessous représente les différentes zones énergétiques de l'Algérie.

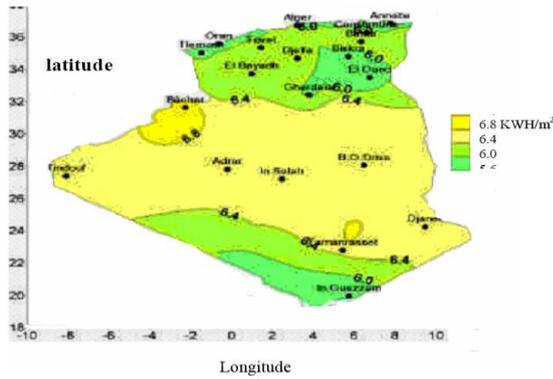
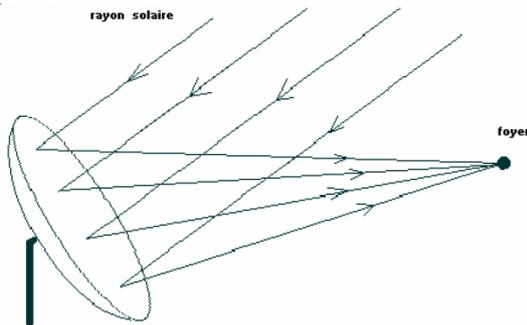


Figure 1. Les zones énergétiques de l'Algérie.

### III. Concentrateurs Paraboliques

Ces capteurs utilisent des surfaces réfléchissantes paraboliques pour concentrer les rayons solaires dans le foyer où se trouve le récepteur (absorbéurs) qui capte la chaleur solaire ainsi concentrée [4]. Naturellement ces concentrateurs doivent suivre le mouvement du soleil [5]. Les systèmes à réflecteur parabolique peuvent atteindre des températures plus élevées (jusqu'à 1500°) sur le récepteur.

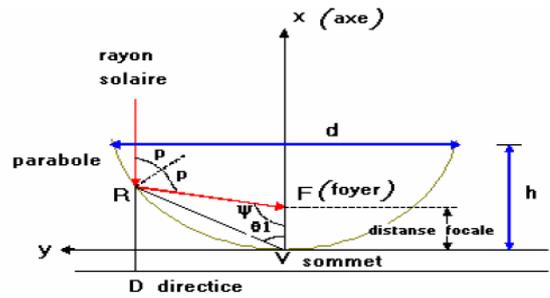


- Concentrateur parabolique

Figure 2. Concentrateur Parabolique.

#### III.1. La géométrie parabolique

Une parabole est l'ensemble des points situés à égale distance d'une droite fixe (D) appelée directrice, et un point fixe (F) appelé foyer. L'intersection de la parabole et de son axe est le sommet (V) qui est exactement intermédiaire entre le foyer et la directrice.



- Propriétés géométriques de la parabole.

Figure 3. Propriétés géométriques de la parabole.

L'équation de la parabole est :  $Y^2 = 4 \cdot f \cdot x$

f : la distance focale FV.

$$p = \frac{2f}{1 + \cos \psi}$$

p : rayon parabolique, distance (RF) entre la courbe de la parabole et le foyer f.

$\psi$  : Angle mesuré à partir de la ligne (VF) et le rayon parabolique (P).

#### III.2. Angle d'ouverture du parabole

$$\tan \psi_p = \frac{\left(\frac{f}{d}\right)}{2\left(\frac{f}{d}\right)^2 - \frac{1}{8}}$$

f : distance focale.

d : diamètre de l'ouverture de la parabole.

#### III.3. Taille de parabole

La taille de la courbe parabolique h peut être définie comme la distance maximale du sommet à une ligne tracée à travers l'ouverture de la parabole, elle est définie par :

$$h = \frac{d^2}{16f}$$

De façon semblable, l'angle d'ouverture peut être trouvé en fonction des dimensions d'une parabole :

$$\tan \psi_p = \frac{\delta}{\left(\frac{d}{8h}\right) - \left(\frac{2h}{d}\right)}$$

#### III.4. Surface et longueur de parabole

C'est l'espace incluse entre une parabole et une ligne à travers son ouverture [6], elle est indiquée par :

$$A_x = \frac{2}{3} \cdot d \cdot h$$

La longueur d'arc d'une parabole peut être trouvée en intégrant une surface différentielle de la courbe :

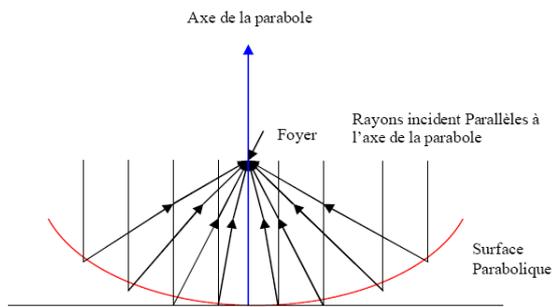
$$\theta_z = \cos^{-1}(\sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos \omega)$$

En appliquant les limites  $X=h$  et  $Y=d/2$  on trouve :

$$s = \left[ \frac{d}{2} \sqrt{\left[ \frac{4h}{d} \right]^2 + 1} \right] + 2f \ln \left[ \frac{4h}{d} + \sqrt{\left[ \frac{4h}{d} \right]^2 + 1} \right]$$

### III.5. Système optique d'une surface parabolique

L'idée d'utiliser une surface parabolique vient du fait qu'elle est stigmatique pour les points à l'infini situé sur son axe. D'après les lois de réflexion, tout rayon lumineux parallèle à l'axe de la parabole est réfléchi par la parabole suivant une droite passant par le foyer [7]. Donc la parabole focalise tous les rayons réfléchis en un point appelé « foyer ».



- Système optique d'une surface parabolique

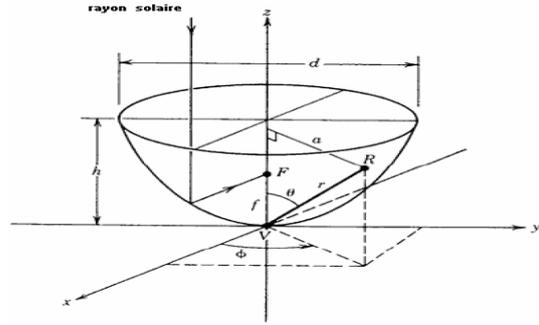
Figure 4. Système optique d'une surface parabolique.

### III.6. Réflecteur (Paraboloïde)

On obtient un paraboloïde par rotation de la parabole autour de son axe [8].

L'équation pour le paraboloïde de révolution en coordonnées rectangulaires avec l'axe (Z) comme axe de symétrie est:  $X^2 + Y^2 = 4 \cdot f \cdot Z$

$$Z = \frac{a^2}{4f}$$



- Paraboloïde de révolution

Figure 5. Paraboloïde de révolution.

La surface du paraboloïde peut être trouvée en intégrant l'équation  $Z = \frac{a^2}{4f}$ , Nous pouvons définir une bande différentielle circulaire d'une surface sur le paraboloïde comme représenté sur la figure.

$$dA_s = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \sqrt{dz^2 + da^2}$$

$$dA_s = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot \sqrt{\left[ \frac{a}{2f} \right]^2 + 1} da$$

La surface d'un paraboloïde dont la distance focale est f et le diamètre d'ouverture est d'est donnée par

$$A_s = \int_0^{d/2} dA_s = 8 \cdot \pi \cdot f^2 \left\{ \left[ \left( \frac{d}{4 \cdot f} \right)^2 + 1 \right]^{3/2} - 1 \right\}$$

La surface d'ouverture d'un paraboloïde est :

$$A_a = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

En utilisant l'équation  $p = \frac{2f}{1 + \cos \psi}$  nous trouvons :

$$A_a = \frac{\pi}{4} (2 \cdot \pi \cdot \sin \psi_p)^2$$

$$A_a = 4 \cdot \pi \cdot f^2 \frac{\sin^2 \psi_p}{(1 + \cos \psi_p)^2}$$

### III.7. Récepteur (Absorbeur)

Le récepteur doit absorber autant de flux solaire concentré possible, et le convertir en énergie thermique, cette chaleur est transférée dans un fluide d'un certain type (liquide ou gaz).

La surface du récepteur doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Une bonne conductivité et diffusion thermique [9].

- Un facteur d'absorption aussi voisin que possible de l'unité.
- Une bonne résistance chimique vis à vis du fluide utilisé [10].

#### IV. La partie Expérimentale

Il est constitué d'une parabole du récepteur satellitaire couverte en aluminium qui couvre la surface intérieure du réflecteur. La parabole est reposée sur un traquer, attachée au sol.



Figure 6. le Moteur pas à pas .



Figure 7. Le parabole est couverte par le papier d'aluminium.



Figure 8. L'absorbeur est calorifugé.

#### IV.1. Les caractéristiques de concentrateur étudié

le Tableau au-dessous représente les caractéristique géométrique du parabole.

Caractéristique géométrique réflecteur	
Diamètre (m)	0.63
Taille de h (m)	0.06
L'angle d'ouverture (°)	38.58
Distance focale (m)	0.45
Surface d'ouverture (m <sup>2</sup> )	0.32

#### V. Les Résultats

les figure 9, 10 représentent le flux solaire concentré mesuré, et la figure 11 représente le flux solaire concentré et globale mesuré par la station météo installée dans laboratoire ENERGARID [11].



Figure 9. Flux solaire concentré.

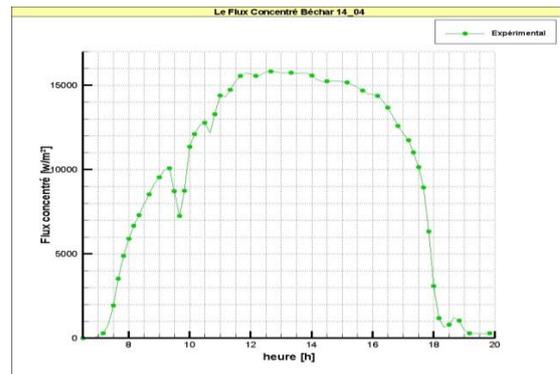


Figure 10. Flux solaire concentré.

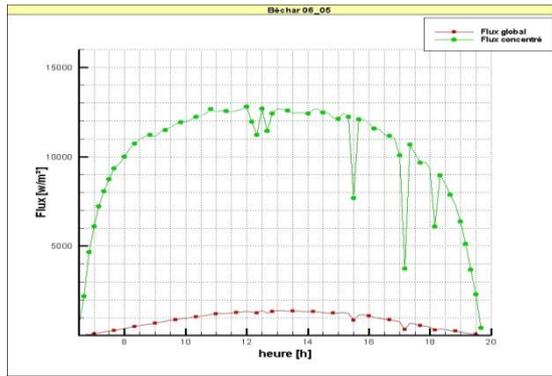


Figure 11. Flux solaire concentré et globale.

Les températures ont été mesurées à l'aide d'un thermocouple à affichage numérique. Le relevé de la température se fait toutes les 5 minutes.

Le tube en cuivre (absorbeur) est à la température ambiante quand l'expérience commence.

Les mesures sont indiquées dans le graph suivant :

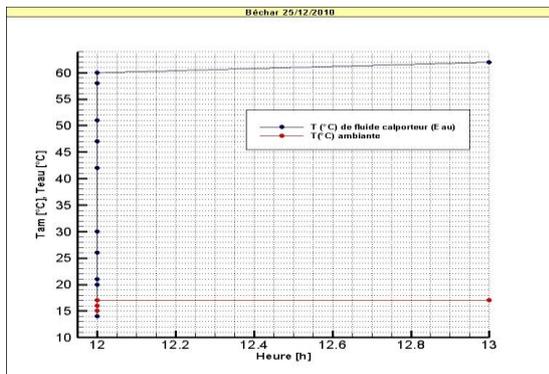


Figure 11. Température de fluide caloporteur (eau) et la température ambiante.

## VI. Conclusion

L'Algérie est un pays qui jouit d'une position relativement enviable en matière énergétique. Les réserves en hydrocarbures dont il dispose et les niveaux actuels de consommation nécessaires à la couverture de ses besoins propres lui permettent de rester serein pour quelques temps encore.

Dans l'immédiat, le problème énergétique de l'Algérie (où l'exportation des combustibles fossiles est à l'origine de 98% de nos rentrées en devises) est un problème qui se pose en termes de stratégie de valorisation de ces ressources pour les besoins du développement du pays, de choix d'une véritable politique énergétique à long terme et de définition immédiate d'un modèle cohérent de consommation énergétique couvrant le court et le moyen terme, avant la date fatidique de l'épuisement de ses ressources fossiles stratégiques

La consommation électrique du secteur résidentiel représente 38 % de la consommation totale d'électricité.

Ainsi, il représente le premier secteur grand consommateur d'énergie électrique au niveau national.

Les énergies renouvelables est l'énergie solaire en exception avec sa diversité de l'exploitation peut répondre aux besoins électrique.

## References

- [1] R.Bernard, G.Menguy, M.Schwartz, Le rayonnement solaire, conversion thermique et application. Technique et Documentation, Paris, 1979.
- [2] J.M.chassériaux, Conversion thermique du rayonnement solaire, bordas Paris.1984
- [3] N. Mehdi .Bahadori, Design of solar autoclave. Solar Energy, Vol.18, pp.489-496. Pergamon press 1976.
- [4] B.Jennifer, Krystal Roers, Parabolic solar cookers, Campus Center ForAppropriate technology Humboldt State University.2002.
- [5] R.Benchirifa, D.Zejli, A.Bennouna, Potentiel de l'introduction de la Technologie Dish /Stirling au Maroc, forum international sur les énergies Renouvelables 8-10mai 2002, Tétouane-Maroc.
- [6] A.A.SFEIR, G.GUARRACINO, Ingénierie des systèmes solaires, application à l'habitat. Technique et documentation 1981.
- [7] Dominique, Michèle Frémy, Le monde et Astronomie, quid 2001, France Loisir, Paris 2001.
- [8] J.E .Braun et J.C .Mitchell, Solar geometry for fixed and tracking surface. Solar Energy, vol.31.N°.pp394-444, (1983).
- [9] B.Y.H.Liu et R.C. Jordan, The interrelationship and characteristic distribution of distribution of direct, diffuse and total solar radiation, Solar Energy, 4,pp 1-19, 1960.
- [10] Hay, J.E., Davies, J.A., Calculation of The Solar Radiation Incident on An Inclined Surface, Proceedings First Canadian Solar Radiation Workshop, pp. 59-72, (1980).
- [11] BENSAFI M et al, In situ Study Tracker Parabolic Solar Concentrator and compare with Solar Flux, international conference of Morocco 2013, Mediterranean Green Energy Forum , MGEF-13.

---

## **Journal of Scientific Research**

**P.O.Box 417 route de Kenadsa**

**08000 Bechar - ALGERIA**

**Tel: +213 (0) 49 81 90 24**

**Fax: +213 (0) 49 81 52 44**

**Editorial mail: [jrs.bechar@gmail.com](mailto:jrs.bechar@gmail.com)**

**Submission mail: [submission.bechar@gmail.com](mailto:submission.bechar@gmail.com)**

**Web: <http://www2.univ-bechar.dz/jrs/>**

---