

# Development of a spherical solar collector with a cylindrical receiver

K. Mahdi <sup>1,2</sup> and N. Bellel <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Physics Energy, Department of Physics  
Mentouri University of Constantine, Algeria

<sup>2</sup> Hydrometeorology Institute of Formation and Research, Oran, Algeria

## Abstract –

Solar energy can be used for substitution of the depleting fossil fuels in thermal applications and electricity generation through thermal route. For medium and high temperature applications, a system for collecting solar energy at high temperatures was developed and built in this research work. The system, built at the center of development of renewable energy of the Algiers, consists of a  $2\theta_m = 60^\circ\text{C}$  included angle,  $R_0 = 0.90$  m diameter spherical reflector with a cylindrical receiver filled with water, tracking reflector which moves into the focus following the sun's movement. The system is capable of heating water or other fluids to temperatures above  $350^\circ\text{C}$ , thus making it possible to obtain process heat for domestic use and to store solar energy in a compact and economical way. An analysis of the system's optical characteristics was performed to aid in the design of the spherical reflector and cylindrical receiver. The thermal performance of the system was analyzed. The effects of mirror reflection, concentration ratio, heat transfer to the fluid (water), incidence angle, size and form of the cylindrical receiver, environmental conditions (wind, ambient temperature), have been studied by means of thermal model. The performance of the spherical reflector was tested by the temperature of the water. Total efficiencies (solar to thermal) of  $\eta_{th} = 60\% - 70\%$  were obtained for a wide range of temperatures up to  $350^\circ\text{C}$ . The results of the present study show that it is possible to use the spherical reflector for systems requiring process heat and make possible substantial utilization of solar energy and considerable savings relative to fossil energy in the sunny countries of the world.

## Résumé –

L'énergie solaire peut être utilisée en substitution des carburants fossiles dans les applications thermiques et la production d'électricité par voie thermique. Pour les applications de moyennes et hautes températures, un système de collecte de l'énergie solaire à haute température a été développé et réalisé dans le cadre de ce travail de recherche. Le système, intégré au Centre de Développement des Energies Renouvelables d'Alger, se compose d'un réflecteur sphérique de  $R_0 = 0.90$  m de diamètre, de  $2\theta_m = 60^\circ\text{C}$  angle inclus, et avec un récepteur cylindrique rempli d'eau, suivant à la trace le réflecteur qui se déplace dans le centre suivant le mouvement du soleil. Le système est capable de chauffer de l'eau ou d'autres liquides à des températures supérieures à  $350^\circ\text{C}$ , ce qui permet d'obtenir la chaleur de processus à usage domestique et pour stocker l'énergie solaire de manière compacte et économique. Une analyse des caractéristiques optiques du système a été effectuée pour faciliter la conception du réflecteur sphérique et du récepteur cylindrique. Le rendement thermique du système a été analysé. Les effets de la réflexion miroir, le ratio de concentration, le transfert de la chaleur au fluide (eau), l'angle d'incidence, la taille et la forme du récepteur cylindrique, les conditions environnementales (vent, température ambiante), ont été étudiés au moyen de modèle thermique. La performance du réflecteur sphérique a été testée par la température de l'eau. Les rendements totaux (solaires pour thermique)  $\eta_{th} = 60\% - 70\%$  ont été obtenus à partir d'une large palette de températures de plus de  $350^\circ\text{C}$ . Les résultats de l'étude montrent qu'il est possible d'utiliser le réflecteur sphérique pour les systèmes nécessitant la chaleur et de rendre possible l'utilisation substantielle de l'énergie solaire et par conséquent, des économies considérables par rapport à l'énergie fossile dans les pays ensoleillés du monde.

## Keywords:

Spherical reflector - Circle of least diffusion - Cylindrical receiver - Optical characteristics - Thermal characteristics.