

A heating system using flat plate collectors to control the inside greenhouse microclimate in Tunisia

I. Attar ¹, N. Naïli ² and A. Farhat ²

¹ Centre de Recherches et des Technologies de l'Énergie
Technopole Borj Cédria, B.P. N°95, Hammam Lif, Tunisie

² Faculté des Sciences de Tunis, Département de Physique
Le belvédère, Tunis, Tunisie

Abstract –

The continuous increase in the level of greenhouse gas emissions and the rise in fuel prices are the main driving forces behind the efforts for more effectively utilize various sources of renewable energy. In many parts of the world and specifically in Tunisia, the direct solar radiation is considered to be one of the most promising sources of energy. Annual sunshine can reach 3288 kWh/m²/year or 6 kWh/m²/day. A greenhouse using means active conventional heating consumes 1 liter of fuel/m²/year which leads to 10 kWh/m²/year. Tunisia surface of greenhouse crops is about 1000 hectares this corresponds to 107 l of oil and 108 kWh. In order to reduce the cost of heating the agricultural greenhouse we used the vacuum solar collectors. Their efficiency depends at the same time upon the ambient climatic conditions and the thermal performances of vacuum solar collectors. Capillary polypropylene exchangers are used to attenuate the differences between the diurnal and nocturnal air temperatures under the tunnel greenhouses. Water circulates in these exchangers at hydraulic closed circuit. In this work we have realized an experimental study of a solar energy heating system. Two types of studies have been done. During the day the suspended exchangers recover the energy in excess for the plants comfort. This recovered energy is stored into the greenhouse ground through the buried exchangers the first one concern the functioning temperature of the heating system installed near the greenhouse and used to heat the water stocked in a tank of 300 liters. In the second type, the energy stored in the ground will be restored through the underground exchangers during the night; thermal energy already stored in the tanks is brought back by the suspended exchangers to heat the air greenhouse. In order to prove the efficiency of our system, we present thermal results relative to the effect of the heater system on the greenhouse microclimate and the agronomic results of the greenhouse culture of tomato. These results are very interesting compared to an unheated greenhouse and had a high effect on tomato quality.

Résumé –

L'augmentation continue du niveau des émissions de gaz à effet de serre et la hausse des prix du carburant sont les principales forces motrices pour une utilisation efficace des diverses sources d'énergie renouvelables. Dans de nombreuses régions du monde et plus particulièrement en Tunisie, l'irradiation solaire directe est considérée comme l'une des sources les plus prometteuses de l'énergie. L'ensoleillement annuel peut atteindre 3288 kWh/m²/an et 6 kWh/m²/jour. Une serre, en utilisant des moyens actifs de chauffage conventionnel, consomme un litre de fuel/m²/an, qui conduit à 10 kWh/m²/an. En Tunisie, la surface des cultures en serre est d'environ 1000 hectares, cela correspond à 107 l d'aluminium et 108 kWh. Afin de réduire le coût du chauffage de la serre agricole, nous avons utilisé les capteurs sous vide solaires. Leur efficacité dépend à la fois des conditions ambiantes climatiques et des performances thermiques des capteurs solaires sous vide. Les échangeurs capillaires en polypropylène sont utilisés pour atténuer les différences entre les températures diurnes et nocturnes de l'air, dans les serres tunnel. L'eau circule dans ces échangeurs à circuit hydraulique fermé. Dans ce travail, nous avons réalisé une étude expérimentale d'un système de chauffage à énergie solaire. Deux types d'études ont été réalisés. Pendant la journée, les échangeurs de suspension récupèrent l'excès d'énergie en excès pour le confort des plantes. Cette énergie récupérée est stockée dans le sol dans des échangeurs de serre enterrés; le premier type concerne la température de fonctionnement du système de chauffage de l'installation, et à proximité de la serre pour le chauffage de l'eau stockée dans un réservoir de 300 litres. Dans le second type, l'énergie emmagasinée dans le sol sera restituée à travers les échangeurs enterrés pendant la nuit. L'énergie stockée dans ces réservoirs est ensuite ramenée par les échangeurs suspendus pour le chauffage de l'air de la serre. Afin de connaître l'efficacité de notre système, nous présentons les résultats relatifs sur l'effet du système de chauffage par rapport au microclimat de la serre et les résultats relatifs à la culture de tomate en serre. Ces résultats sont intéressants par rapport à une serre non chauffée, qui peuvent avoir un effet significatif sur la qualité de la tomate.

Keywords:

Solar energy - Greenhouse - Energy storage - Capillary heat exchanger - Vacuum solar collector.