

## Energy and exergy efficiency of a daily heat storage unit for buildings heating

M. Hazami<sup>1</sup>, S. Kooli<sup>1</sup>, M. Lazâar<sup>1</sup>, A. Farhat<sup>1</sup> and A. Belghith<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Maîtrise et des Technologies de l'Energie,  
Technopole de Borj Cedria, B.P. 95 Hammam-Lif, Tunisie

<sup>2</sup> Faculté des Sciences de Tunis, Université Campus, Belvédère, Tunis, Tunisie

**Abstract** – This paper deals with a daily solar storage system conceived and built in Laboratoire de Maîtrise des Technologies de l'Energie (LMTE, Borj Cedria). This system consists mainly of (i) a heat storage unit which consists of a wooden case with dimension of 5 m<sup>3</sup> (5 m x 1 m x 1 m) filed with fin sand, (ii) a heat collection unit which consists of 5 m<sup>2</sup> of south-facing solar collector mounted at a 37° tilt angle and (iii) a network of a polypropylene capillary heat exchanger with an aperture area equal to 5 m<sup>2</sup> buried inside the heat storage unit and connected to the heat collection unit. The circulation of the heated water between the heat collection unit and the polypropylene capillary heat exchanger allows heating the sand inside the heat storage unit. In order to evaluate the system efficiency during the charging period (during the day) and discharging period (during the night) an energy and exergy investigation were applied. Results showed that during the charging period, the average daily rates of thermal energy and exergy stored in the heat storage unit were 400 and 2.8 kW, respectively. It was found that the net energy and exergy efficiencies in the charging period were 32 % and 22 %, respectively. During the discharging period, the average daily rates of the thermal energy and exergy recovered from the heat storage unit were 2 kW and 2.5 kW, respectively. The recovered heat was compared to the total heat requirements of a tested room (4 m x 3 m x 3 m). The results showed that 30 % of the total heating requirement of the tested room can be achieved from the heat storage system during the whole night until in cold seasons.

**Résumé** - Au sein du Laboratoire Maîtrise des Technologies de l'Energie (LMTE, Borj Cedria), nous avons conçu et construit un système de stockage de l'énergie thermique d'origine solaire. Ce système de stockage est constitué par (i) une cuve en bois de capacité égale à 5 m<sup>3</sup> (5 m x 1 m x 1 m), (ii) un capteur solaire, de 5 m<sup>2</sup> de surface de captation orienté vers le sud et monté à un angle de 37° par rapport à l'horizontal et (iii) un échangeur de chaleur sous forme capillaire fabriqué en polypropylène enterré à 40 cm de profondeur à l'intérieur de la cuve et connecté au capteur solaire. La circulation de l'eau chaude entre le capteur solaire et l'échangeur enterré permet de chauffer le sable contenu dans la cuve et de stocker ainsi de l'énergie thermique sous forme de chaleur sensible. Pour évaluer les performances thermiques du système de stockage de l'énergie solaire pendant la phase du stockage (pendant le jour) et pendant la phase de déstockage (pendant la nuit), une étude énergétique et exergetique a été effectuée. Les résultats ont montré que pendant la période du stockage, le taux journalier moyen d'énergie thermique et exergetique stockée dans le système de stockage varient de 400 à 2.8 kW, respectivement. Les résultats ont aussi montré que, pendant la phase de stockage, l'efficacité énergétique et exergetique sont respectivement égales à 32 % et 22 %. D'autre part, pendant la phase de déstockage, les taux journaliers moyens de l'énergie et de l'exergie récupérée de l'unité de stockage sont respectivement 2 kW et 2.5 kW. L'énergie thermique récupérée de l'unité de stockage a été comparée à l'énergie thermique nécessaire au chauffage de l'air dans une salle (4 m x 3 m x 3 m). Les résultats ont montré que le système de stockage permet de couvrir près de 30 % des besoins thermiques en chauffage de la salle pendant la nuit.

**Keywords:** Stockage thermique - Performance - Etude énergétique - Etude exergetique - Unité de stockage - Déstockage - Bâtiments.