

# **A Dynamic Mathematical Model to Predict the Performance of Passive Cooling System by Evapo-Reflective Roof for Hot Dry Climates**

**H. Bencheikh<sup>1</sup> et A. Bouchair<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Département d'Architecture, Laboratoire de Génie civil,  
Groupe Matériaux Locaux, Transfert de Chaleur et Masse, Université Amar Tilidji, Laghouat, Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire de Recherche Cadre Bâti et Environnement (LBCE), Département d'Architecture,  
Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université de Jijel, Jijel, Algérie

## **Résumé-**

Un modèle mathématique dynamique a été développé pour connaître l'efficacité d'un système de refroidissement passif utilisant une toiture réfléchive-éaporative. Le système est composé d'une dalle en béton sur laquelle sont déposés des galets insérés dans une mare d'eau contenue dans une enceinte étanche qui empêche toute perte d'eau. La face supérieure de l'enceinte est recouverte d'une tôle en aluminium peinte en blanc pour augmenter au maximum la réflexion de radiation pendant le jour. Le système est implanté dans la ville de Laghouat au sud, centre de l'Algérie (latitude +33.46N et longitude +2.56 E). L'écart de température remarqué entre le jour et la nuit, en été dans cette région, permet de stocker les frigories la nuit et de les utiliser pendant la journée. Le soir, la température de la plaque d'aluminium est inférieure à la température des galets insérés dans l'eau. La vapeur à l'intérieur du toit se condense et par conséquent tombe par gravité. Cet effet de la pipe de chaleur canalise la chaleur à l'extérieur. L'échange de chaleur est amélioré par radiation entre les deux surfaces internes humides. L'efficacité de ce système est étudiée en utilisant la méthode des différences finies. Les calculs numériques exécutés pour diverses températures externes et radiations solaires ont montré que le système proposé a produit le refroidissement d'une façon significative. Comme résultat de ceci, la température maximale de l'air dans la pièce peut être gardée quelques degrés au-dessus de la température minimale de l'air extérieur pendant le jour. L'association au système de la ventilation naturelle nocturne de vingt heures jusqu'à sept heures peut baisser la température intérieure de 3 à 4 degrés. Le travail continue.

## **Abstract-**

A dynamic mathematical model used to predict the performance of passive cooling system by evapo-reflective roof in buildings for hot arid climates has been developed. The cooling system consists of a roof composed of concrete ceiling and flat aluminium plate, separated with air space partially filled with rocks and small quantity of water. Low emissive aluminium sheet with white painting on the upper surface, reduces the heat transfer by radiation during the daytime, an external treatment of the roof used to provide mass transfer to the outside (water vapour). At night, the temperature of the aluminium sheet falls below the temperature of the rocks water upper surface. Water vapour inside the roof condensates and falls by gravity. This heat pipe effect carries heat outwards. Heat exchange is improved by radiation between two humid internal surfaces. The efficiency of this cooling system is studied using finite differences method. Numerical calculations performed for different external temperatures and solar radiation show that the cooling produced by such system is significant. As a result of this, the mean air temperature in the room may be kept a few degrees over the minimum outdoor temperature throughout the day. Allowing natural ventilation of the building in the evening could further, lower the indoor air temperature by 3 to 4°C. The work is continuing.

## **Keywords:**

Evaporative cooling, Evapo-reflective roof, Hot dry climate - Night ventilation, Dynamic model.

