

# Modélisation aux éléments finis du refroidissement d'un module PV à l'aide de MCP

Pierre Dupuis - Génie Civil  
Professeur M. El Ganaoui – LERMAB

Les cellules photovoltaïques à base de silicium voient leur rendement de conversion photoélectrique diminuer avec l'augmentation de la température. La diminution est de 0,41 % par degrés Celsius, or elle n'est pas négligeable car le rendement des cellules est d'au maximum 20 % lorsqu'elles sont à 25 °C.

Afin d'augmenter le rendement de conversion photoélectrique des cellules monocristallines à base de silicium, des systèmes de stockage de chaleur latente ont été étudiés. Ils sont appelés des LHTS (« Latent Heat Thermal Energy Storage ») et ils contiennent des matériaux à changement de phase (MCP). Pendant la journée, le MCP fond et stocke de l'énergie, ce qui permet de refroidir les cellules photovoltaïques et d'augmenter leur efficacité électrique. Pendant la nuit, le MCP se solidifie et libère l'énergie emmagasinée durant le jour.

## Problématique :

Dans quelles proportions un système de stockage de chaleur latente peut permettre de contrôler la température de cellules photovoltaïques d'un module solaire intégré dans un bâtiment ?

## Objectifs et méthode :

L'objectif de l'étude a donc été de dimensionner un LHTS pour contrôler la température d'un module PV intégré dans une toiture de bâtiment soumis à un climat du Nord Est de la France.

Le MCP utilisé est de la paraffine et elle a comme particularité d'avoir une très faible conductivité thermique. Ainsi pour augmenter la vitesse et l'intensité des échanges de chaleur, entre le panneau photovoltaïque et le MCP, des ailettes en aluminium ont été utilisées. Le dimensionnement a consisté à déterminer l'épaisseur optimale de MCP permettant de stocker assez de chaleur pendant la journée et l'écartement entre ailettes permettant une vitesse des échanges de chaleur suffisante.

Le dimensionnement a été effectué grâce à une modélisation aux éléments finis grâce aux logiciels GMSH et Code\_Aster. Afin de connaître le domaine de validité du modèle numérique, les résultats ont été comparés à des résultats expérimentaux trouvés dans la littérature.

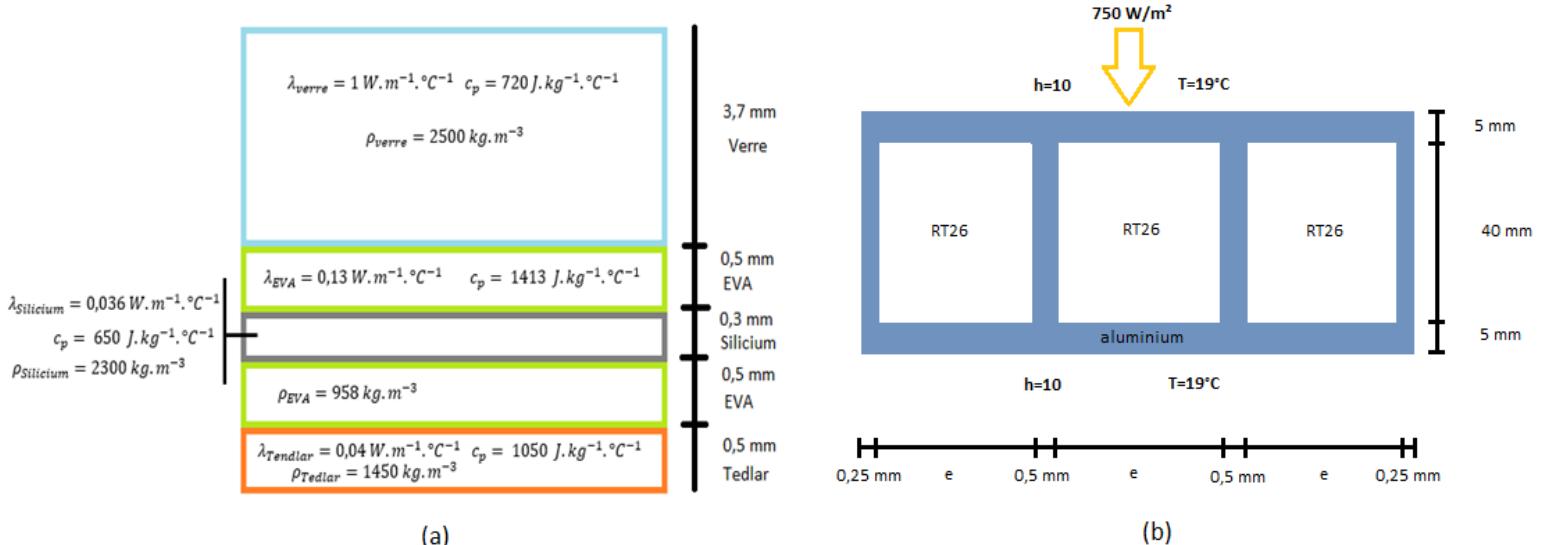


Figure 1 : Représentations du panneau PV modélisé (a) et du LHTS modélisé (b)

De plus, une comparaison entre le refroidissement grâce à un dispositif LHTS + convection et une convection seule a été effectuée afin de mesurer le gain de rendement de conversion photoélectrique dû au LHTS.

#### Résultats :

La comparaison avec les résultats expérimentaux montre que les températures du MCP et de la surface du LHTS modélisés sont en accords avec les données expérimentales pour des écartements entre ailettes inférieurs à 12 mm. L'étude a montré que le LHTS le plus adapté au refroidissement d'un module PV intégré dans un bâtiment contient une épaisseur de 6 cm de paraffine et un écartement entre les ailettes de 8 mm.

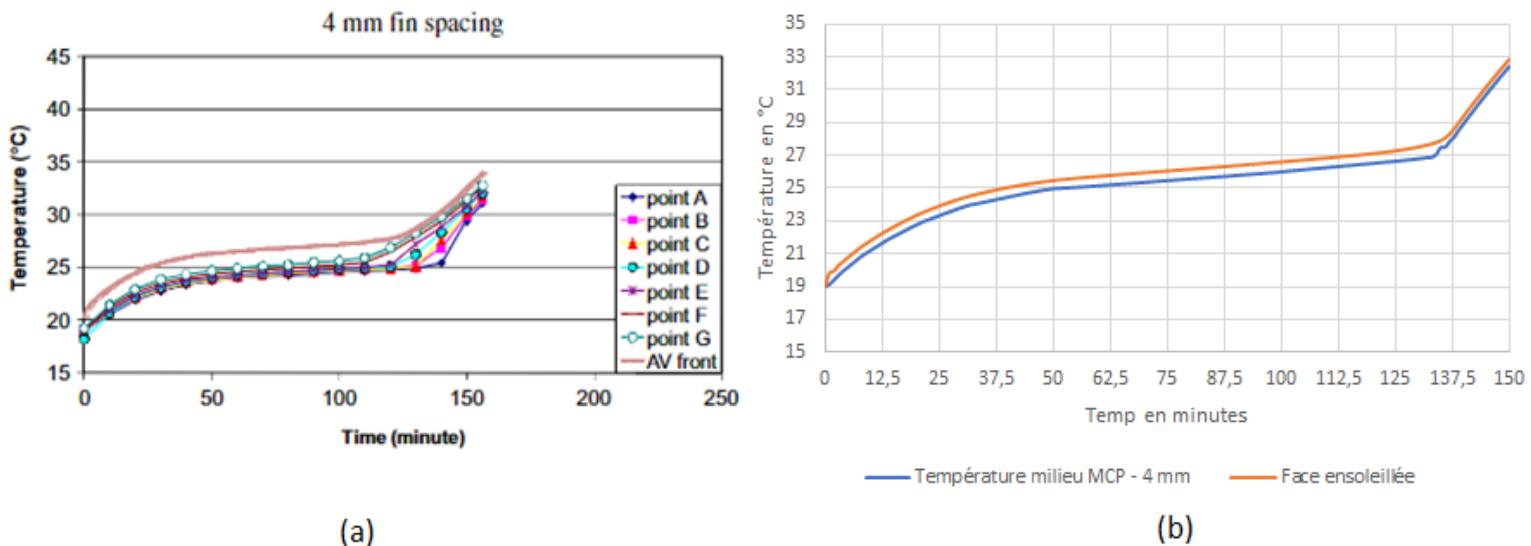


Figure 2 : Graphiques représentant des résultats expérimentaux (a) et des résultats du modèle numérique (b)