

## 11.0 EXERCICES ÉNERGIE SOLAIRE

### Exercice n° 11.4.g : Le Collecteur photovoltaïque

Ce problème est tiré de FHMT, 7th ed.

Un système de collecteurs PV de 2m x 4m est installé sur le toit d'une résidence tel qu'illustré plus bas. A un moment précis de la journée, l'irradiation est  $G_s = 700 \text{ [W/m}^2\text{]}$ , directement perpendiculairement à la toiture. L'absorptivité (effective) au rayonnement solaire est  $\alpha_s = 0,83$  (i.e c'est la fraction de l'Irradiation qui est absorbée par le système). L'émissivité du collecteur et l'absorptivité au rayonnement en provenance de l'environnement sont de  $\epsilon_p = \alpha_p = 0,90$ .  $T_p$  est la température du collecteur. Cette température atteint une valeur telle qu'il n'y a pas de pertes par conduction vers la toiture ni l'hiver, ni l'été.

En été :  $T_{sur} = T_\infty = 35 \text{ [}^\circ\text{C]}$  et  $h = 10 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

En hiver :  $T_{sur} = T_\infty = -15 \text{ [}^\circ\text{C]}$  et  $h = 30 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

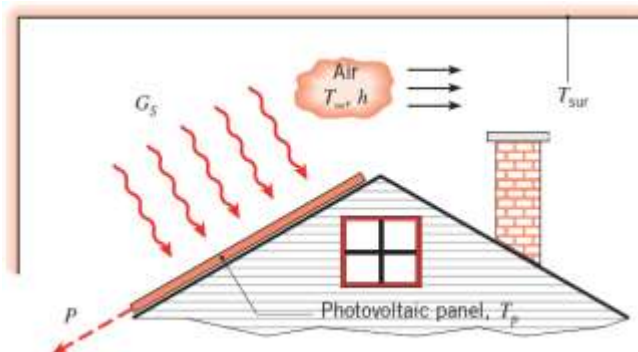


Schéma du collecteur PV à une température  $T_p$  dans un environnement à  $T_{sur}$  qui produit une puissance  $P$ , reçoit une irradiation  $G_s$ , dans de l'air à  $T_\infty$  alors que le coefficient de convection est  $h$ .

L'efficacité de conversion du collecteur est donnée par l'équation suivante :

$$\eta = \frac{P}{\alpha_s A G_s} = 0,553 - 0,001 \text{ [K}^{-1}\text{]} \times T_p$$

## QUESTIONS

**Question 1 :** Déterminez le rendement de conversion en été.

**Question 2 :** Déterminez la puissance électrique générée par ce collecteur en été.

**Question 3 :** Déterminez le rendement de conversion en hiver.

**Question 4 :** Déterminez cette puissance de ce collecteur en hiver.

## REPONSES

**Question 1 :** Déterminez le rendement de conversion en été.

0,218

**Question 2 :** Déterminez la puissance électrique générée par ce collecteur en été.

1013 W

**Question 3 :** Déterminez le rendement de conversion en hiver.

0,2827

**Question 4 :** Déterminez cette puissance de ce collecteur en hiver.

1314 W

Commentaires :

Les rendements sont élevés pour des collecteurs commerciaux.  $T_p = 270,3\text{K}$  en hiver et  $T_p = 335,1$  en été

Il est normal que le collecteur produise davantage l'hiver que l'été (neige négligée).

Négliger les pertes par conduction vers la toiture est une hypothèse discutable

Le problème est non linéaire  $T_p$  en et je ne demande pas ce type de calculs dans un examen.

Ne pas oublier de mettre les températures en K dans les termes de rayonnement

Une solution numérique sur IHT est fournie sur la page suivante.

/\*  
 COURS: ENR810  
 DATE: 2020-10-02  
 REFERENCE: Problème I&D, 7th, 1.67 PV Solar collector adapted

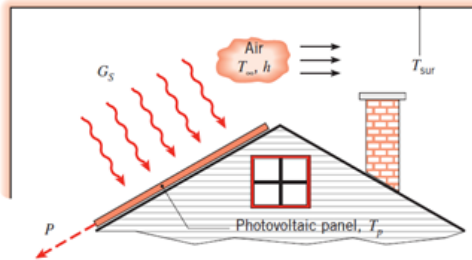


Schéma du collecteur PV à une température  $T_p$  dans un environnement à  $T_{sur}$  qui produit une puissance  $P$ , reçoit une irradiation  $G_s$ , dans de l'air à  $T_{\infty}$  alors que le coefficient de convection est  $h$ .

En vert les paramètres variables

```

*/
//Variables parameters
h=10 //Convective heat transfer coefficient, [W/m2]
T_inf = 35+273 //Air temperature, [K]

// Absorbed (incoming) solar heat rate
Gs = 700 //Solar flux or irradiation, [W/m2]
A= 8 //Surface area, [m2]
alpha_s=0.83 //Absorptivity to solar radiation, [-]
q_abs_s=G_s*A*alpha_s //Heat rate of absorption, [W]

//Efficiency relations
eta = P/q_abs_s //Conversion efficiency, [-]
eta = 0.553-0.001*T_p //Conversion in terms of the plate temperature in Kelvin

//Emitted (outgoing) radiative rate
q_rad_e = emi*A*sigma*T_p^4 //Radiative heat losses, [W]
emi = 0.90 //Plate emissivity, [-]
sigma = 5.67e-8 //Stefan-Boltzmann constant, [W/m2K4]

//Net (outgoing) convective rate
q_conv = h*A*(T_p-T_inf) //Net convective heat losses, [W]

//Absorbed (incoming) radiative rate
q_rad_in = alpha*A*sigma*T_sur^4 //Radiative heat gain from surroundings, [W] note that absorptivity is equal to
emi //Plate emissivity
alpha = emi //Absorptivity to surrounding radiation is equal to emissivity
T_sur = T_inf

//Energy balance
E_in = E_out //In steady state without generation, [W]
E_in = q_abs_s+q_rad_in //Incoming energy, [W]
E_out = q_rad_e + q_conv + P //Outgoing energy, [W]
    
```

Data Browser

Variable	Value
alpha	0.9
E_in	8322
E_out	8322
eta	0.2179
P	1013
q_abs_s	4648
q_conv	2164
q_rad_e	5145
q_rad_in	3674
T_p	335.1
T_sur	308
A	8
alpha_s	0.83
emi	0.9
Gs	700
h	10
sigma	5.67E-8
T_inf	308

Stats Warnings Residuals ?

Copy View Delete X

Knowns: 7  
 Unknowns: 11 **Equation set successfully solved.**