

Question préalable :

Évaluer la puissance de crête d'un panneau photovoltaïque de surface 12 m^2 puis déterminer son rendement dans le cas où la puissance lumineuse reçue par unité de surface est de 600 W/m^2 .

Puissance de crête du panneau :

Sur la courbe intensité-tension, on lit $I_{opt} = 15 \times 3,8 / 7,2 = 7,9 \text{ A}$ et $U_{opt} = 200 \times 3,5 / 5,7 = 123 \text{ V}$

Échelle des intensités : $7,2 \text{ cm} \rightarrow 15 \text{ A}$

$3,8 \text{ cm} \rightarrow I_{opt}$

Échelle des tensions : $5,7 \text{ cm} \rightarrow 200 \text{ V}$

$3,5 \text{ cm} \rightarrow U_{opt}$

On peut calculer la puissance de crête : $P_{opt} = U_{opt} \cdot I_{opt}$

$$P_{opt} = 123 \times 7,9 = 9,7 \times 10^2 \text{ W}$$

Rendement : rapport de la puissance crête sur la puissance lumineuse reçue par le panneau de 12 m^2

$$\eta = \frac{P_{opt}}{P_{lum}}$$

$$\eta = \frac{123 \times 7,9}{600 \times 12} = 0,13 = 13\%$$

Problème

Une maison passive dont la surface de toiture est de 100 m^2 est en construction à Brest. Ses besoins en énergie primaire totale, électroménager inclus, sont évalués à 8400 kWh par an. L'installation de panneaux photovoltaïques sur le toit permettrait-elle de couvrir les besoins en énergie de cette habitation ?

Remarques préliminaires : les résultats de tous les calculs intermédiaires sont stockés en mémoire de la calculatrice, ainsi on travaille sans arrondir (même si sur la copie on écrit des valeurs arrondies).

Par ailleurs, il est important de structurer la rédaction, en indiquant clairement par des titres les étapes du raisonnement.

Puissance lumineuse par unité de surface :

L'ensoleillement annuel moyen à Brest est indiqué sur la carte, il vaut $E = 1310 \text{ kWh/m}^2$. Il s'agit d'une énergie par unité de surface.

À Brest, la durée d'ensoleillement est de $\Delta t = 1530 \text{ h}$.

$$E = P \cdot \Delta t$$

On peut en déduire la puissance lumineuse par unité de surface : $P = \frac{E}{\Delta t}$.

$$P = \frac{1310}{1530} = 0,8562 \text{ kW} = \mathbf{856,2 \text{ W/m}^2}$$

Rendement des panneaux solaires :

On refait la démarche employée dans la question préliminaire.

- Puissance de crête :

On va utiliser la courbe intensité-tension correspondant à une puissance lumineuse par unité de surface de 800 W/m^2 , car c'est la plus proche de la valeur calculée.

Sur la courbe intensité-tension, on lit $I_{opt} = 15 \times 5,2/7,2 = 11 \text{ A}$ et $U_{opt} = 200 \times 3,6/5,7 = 126 \text{ V}$

Les valeurs non arrondies sont stockées en mémoire de la calculatrice.

$$P_{opt} = U_{opt} \cdot I_{opt}$$

$$P_{opt} = 126 \times 11 = 1368 \text{ W} = 1,4 \times 10^3 \text{ W} \text{ avec deux chiffres significatifs.}$$

calcul avec U_{opt} et I_{opt} non arrondies

- rendement dans ces conditions :

$$\eta = \frac{P_{opt}}{P_{lum}}$$

$$\eta = \frac{1368}{856,2 \times 12} = 0,13 = 13\% \text{ le rendement n'a pas varié.}$$

Cette étape du raisonnement n'était pas utile.

Énergie électrique produite par m² de panneaux :

Ensoleillement à Brest : $E = 1310 \text{ kWh/m}^2$

En tenant compte du rendement de 13%, $\eta = \frac{E_{\text{électrique}}}{\text{Ensoleillement}}$ l'énergie électrique produite par

1 m² de panneaux solaire est $E_{\text{électrique}} = \eta \cdot \text{Ensoleillement}$

$$E_{\text{électrique}} = 0,13 \times 1310 = 1,7 \times 10^2 \text{ kWh/m}^2 \text{ par an}$$

Surface des panneaux solaires :

On considère que la moitié de la toiture est orientée au sud, soit 50 m^2 .

La surface de la toiture permet d'installer $\frac{50}{12} = 4$ panneaux solaires de 12 m^2 .

Ainsi la surface des panneaux solaires est égale à $S = 4 \times 12 = 48 \text{ m}^2$.

Énergie électrique produite par les panneaux :

$$E_{\text{panneaux}} = E_{\text{électrique}} \cdot S$$

$$E_{\text{panneaux}} = 1,7 \times 10^2 \times 48 = 8,4 \times 10^3 \text{ kWh par an}$$

Conclusion :

On obtient une valeur très proche de celle des besoins de 8400 kWh par an. Cependant on manque de chiffres significatifs sur le rendement et sur la surface pour donner une valeur au kWh près.

Le rendement réel doit être légèrement supérieur à celui calculé avec la courbe de 800 W/m^2 .

On peut conclure que les panneaux solaires produisent suffisamment d'électricité pour couvrir les besoins.