Fiche N°3-3-2
Energie Solaire

Travaux Dirigés
Panneau Thermique et Photovoltaïque

A.1.1. Description du panneau thermique

Simplement décrit, un panneau solaire thermique est une boîte noire mate isolée, coiffée d'une vitre. À l'intérieur se trouve un serpentin de même couleur à travers lequel circule un fluide caloporteur avec un débit modulable.
Le rayonnement solaire absorbé par le panneau chauffe le liquide caloporteur.

A.1.1.a À l'aide de l'**Annexe A** de la **page 11**, expliquer pourquoi le corps du panneau est noir mat.

C'est la couleur qui permet d'absorber un maximum de rayonnement.

A.1.1.b Justifier la nécessité de la vitre transparente. Préciser la nature du rayonnement piégé par l'absorbeur.

La vitre transparente permet au rayonnement solaire de passer, mais empêche le rayonnement infrarouge réémis par l'absorbeur de ressortir.

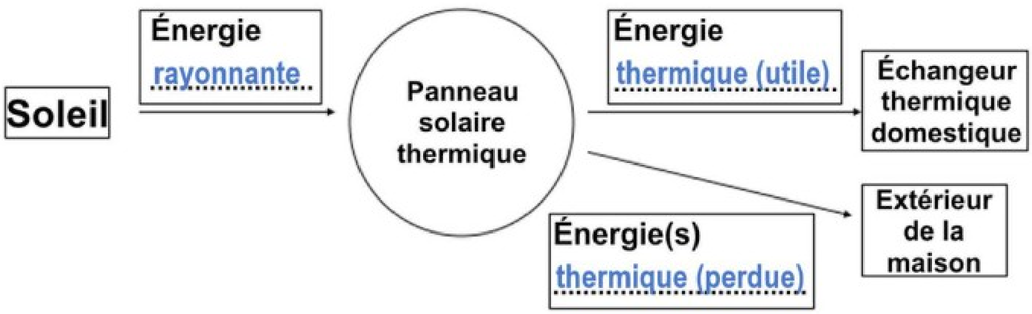
A.1.1.c Quel est l'intérêt d'un circuit en serpentin pour le fluide caloporteur ?

Le circuit en serpentin permet d'augmenter la surface de contact entre le rayonnement et le fluide caloporteur.

A.1.2. Fonctionnement du panneau thermique

Dans les conditions d'étude, la puissance solaire surfacique reçue au niveau du sol est de **800 W. m^{-2}**.

A.1.2.a Compléter le schéma **document réponse DR1** de la **page 12** : « Le diagramme énergétique du panneau solaire thermique ».



A.1.2.b Dans une première approche théorique, on suppose que le fond noir du panneau absorbe toute la puissance solaire reçue au niveau du sol, puis qu'il la restitue. Que vaut alors la valeur de cette puissance surfacique, notée P_{fond} ?

Si on considère que le panneau restitue ce qu'il reçoit : P_{fond} = 800 W.m^{-2}.

Fiche N°3-3-2
Energie Solaire

Travaux Dirigés
Panneau Thermique et Photovoltaïque

A.1.2.c En supposant que le fond rayonne en respectant la loi de Stefan, calculer la température théorique, $\mathbf{T_{théorique}}$, du fond du panneau, en kelvins puis en degrés Celsius.

Loi de Stefan

$P = \sigma \times T^4$	avec :	**P**, la puissance surfacique rayonnée en Watt ($\mathbf{W.m^{-2}}$) σ = 5, 67.10^{-8} u.S.I.

On rappelle la relation entre les échelles de températures Celsius et Kelvin :

$$T\ (K) = \theta\ (°C) + 273$$

D'après la loi de Stefan : $T_{théorique} = \sqrt[4]{\dfrac{P_{fond}}{\sigma}} = \sqrt[4]{\dfrac{800}{5{,}67.10^{-8}}} = 345K = 72\ °C.$

A.1.2.d En réalité, le fluide caloporteur est à l'équilibre thermique à $\mathbf{\theta = 50°C}$. Critiquer la démarche théorique posée ci-dessus.

Pour faire ce calcul, on a considéré que toute l'énergie reçue du soleil était réémise sans perte, ce qui est impossible. Une partie du rayonnement solaire ne sert pas à chauffer le fluide caloporteur.

Fiche N°3-3-2
Energie Solaire

Travaux Dirigés
Panneau Thermique et Photovoltaïque

A.2. Le solaire photovoltaïque

A.2.1. Conversion énergie rayonnante / énergie électrique

Pour que la cellule photovoltaïque présente dans le panneau produise un courant, la valeur minimale d'énergie apportée par les photons doit être $\mathbf{E_{min} = 1{,}12\ eV}$.

<u>**Données**</u> :

Électronvolt : $\mathbf{1\ eV = 1,\ 60 \times 10^{-19}\ J}$

constante de Planck : $\mathbf{h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J.\ s.}$

$\mathbf{c = 3,\ 00 \times 10^{8}\ m.\ s^{-1}}$ la célérité de la lumière dans le vide

$\mathbf{1\ \mu m = 1 \times 10^{-6}\ m.}$

A.2.1.a Montrer que la fréquence minimale pour laquelle la cellule permet le passage du courant est $\mathbf{\nu_{min} = 2,\ 70 \times 10^{14}\ Hz}$.

$E_{min} = 1{,}12\ eV = 1{,}12 \times 1{,}60 \times 10^{-19}\ J = 1{,}792.10^{-19}\ J$

On sait que $E_{min} = h \times \nu_{min}$, donc $\nu_{min} = \dfrac{E_{min}}{h} = \dfrac{1{,}792.10^{-19}}{6{,}63.10^{-34}} = 2{,}70.10^{14}\ Hz$

A.2.1.b En déduire la longueur d'onde maximale, λ_{max} correspondante exprimée en **µm**.

$\lambda_{max} = \dfrac{c}{\nu_{min}} = \dfrac{3{,}00.10^{8}}{2{,}70.10^{14}} = 1{,}11.10^{-6}\ m = 1{,}11\ \mu m$

A.2.1.c Rappeler les limites du domaine du visible et en déduire dans quel domaine des ondes électromagnétiques se situe ce rayonnement.

Le domaine du visible s'étant environ entre 0,4 et 0,8 µm. Le rayonnement précédant a une longueur d'onde supérieure au domaine du visible, il s'git donc d'infrarouge.

A.2.2. Caractéristiques des panneaux photovoltaïques

Déterminer la valeur manquante du tableau de l'**Annexe B** de la **page 11**. Reporter cette valeur sur la copie.

On sait que $P_{nom} = V_{pm} \times I_{pm}$, donc $I_{pm} = \dfrac{P_{nom}}{V_{pm}} = \dfrac{236}{50{,}4} = 4{,}68\ A$

Fiche N°3-3-2
Energie Solaire

Travaux Dirigés
Panneau Thermique et Photovoltaïque

A.2.3. Utilisation des panneaux

A.2.3.a Calculer la puissance solaire, P_p, reçue par un panneau.

$P_P = 800 \times 1{,}5 = 1\,200$ W

A.2.3.b À l'aide de l'**Annexe B page 11** et de la question précédente, définir puis calculer le rendement, η, d'un panneau.

Le rendement du panneau est égal au rapport de la puissance utile sur la puissance reçue : $\eta = \dfrac{P_{nom}}{P_p} = \dfrac{236}{1\,200} = 0{,}197 = 19{,}7\ \%$

A.2.3.c Dans les conditions d'utilisation des panneaux, montrer que la puissance électrique totale produite par l'installation est d'environ **$P_{tot} \approx 13$ kW**.

Le calcul est le même que celui qui vient d'être fait :

Pour 80 m² de panneaux, la puissance solaire reçue est $800 \times 80 = 64$ kW

Avec un rendement de 19,7%, la puissance produite est :

$P_{tot} = 64 \times 0{,}197 = 12{,}6$ kW ≈ 13 kW

A.2.3.d Calculer, en **MW.h**, l'énergie électrique, **E_{Tot}**, que fournira l'installation photovoltaïque par an.

$P_{tot} \approx 13$ kW $\approx 0{,}013$ MW

$E_{tot} = P_{tot} \times \Delta t \approx 0{,}013 \times 1\,900 \approx 25$ MW.h

A.2.3.e Est-ce en accord avec la valeur calculée ? Proposer une explication.

La valeur calculée est supérieure à la valeur annoncée par la société. L'ensoleillement n'a peut-être pas été aussi important que prévu et le rendement réel des panneaux est surement inférieur à 19,7 %.