

UN BÂTIMENT À ÉNERGIE POSITIVE

PARTIE A - LE SOLAIRE

A.1. Le solaire thermique

A.1.1 Description du panneau thermique

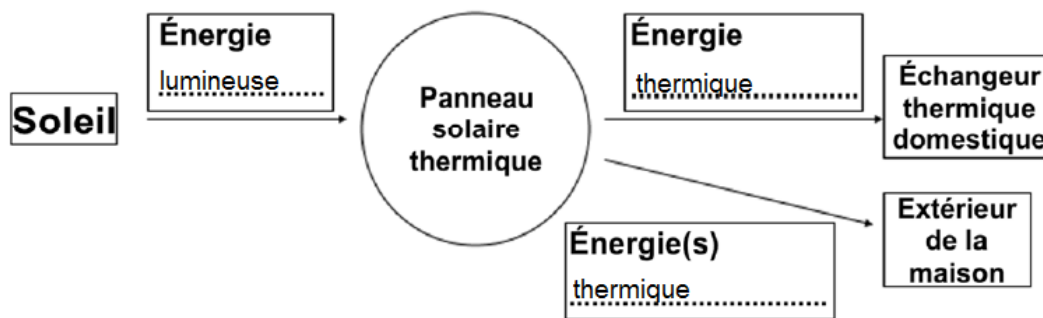
A.1.1.a le corps du panneau est noir mat car cette couleur permet d'absorber un maximum de rayonnement.

A.1.1.b La vitre transparente laisse pénétrer la lumière et minimise les pertes par rayonnement infrarouge. Le rayonnement piégé par l'absorbeur est un rayonnement infrarouge.

A.1.1.c Le circuit en serpentin pour le fluide caloporteur permet d'augmenter la surface de contact entre le rayonnement et le fluide caloporteur.

A.1.2 Fonctionnement du panneau thermique

A.1.2.a Schéma du document réponse DR1 : « Le diagramme énergétique du panneau solaire thermique ».



A.1.2.b Le fond noir du panneau absorbe toute la puissance solaire reçue au niveau du sol, puis il la restitue donc la puissance surfacique du fond de l'absorbeur est égale à la puissance solaire surfacique.

$$P_{\text{fond}} = 800 \text{ W.m}^{-2}$$

A.1.2.c Calcul de la température théorique, $T_{\text{théorique}}$, du fond du panneau.

D'après la loi de Stefan, on a la relation :

$$P = \sigma \times T^4 \quad \text{donc} \quad T = \sqrt[4]{\frac{P}{\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{800}{5,67 \times 10^{-8}}} = 345 \text{ K} = 72 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A.1.2.d La température du fluide caloporteur est de $50 \text{ } ^\circ\text{C}$. Cette valeur est inférieure à la valeur théorique. En fait, l'hypothèse n'est pas justifiée car il existe des pertes. Tout le rayonnement ne permet de chauffer le fluide caloporteur. Une partie de ce rayonnement n'est pas utilisée pour chauffer le fluide caloporteur.

A.2. Le solaire photovoltaïque

A.2.1 Conversion énergie rayonnante / énergie électrique.

A.2.1.a Calcul de la fréquence minimale pour laquelle la cellule permet le passage du courant.

On a la relation :

$$E = h \nu_{\text{min}} \quad \text{donc} \quad \nu_{\text{min}} = \frac{E}{h} = \frac{1,12 \times 1,6 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 2,70 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

A.2.1.b Calcul de la longueur d'onde maximale, λ_{\max} , correspondante

On a la relation :

$$\lambda_{\max} = \frac{c}{\nu_{\min}} = \frac{3,00 \times 10^8}{2,70 \times 10^{14}} = 1,11 \times 10^{-6} \text{ m} = 1,11 \mu\text{m}$$

A.2.1.c Les limites du domaine du visible sont 400 nm - 800 nm c'est-à-dire 0,4 μm - 0,8 μm .
Donc le rayonnement ayant une longueur d'onde supérieure à celle du visible, ce rayonnement appartient au domaine de l'infrarouge.

A.2.2 Caractéristiques des panneaux photovoltaïques

D'après le document B, on a $P_{\text{nom}} = 236 \text{ W}$ et $V_{\text{pm}} = 50,4 \text{ V}$. On a la relation :

$$P_{\text{nom}} = V_{\text{pm}} \times I_{\text{pm}} \quad \text{donc} \quad I_{\text{pm}} = \frac{P_{\text{nom}}}{V_{\text{pm}}} = \frac{236}{50,4} = 4,68 \text{ A}$$

A.2.3 Utilisation des panneaux

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

On a la relation :

$$P_p = E \times S = 800 \times 1,5 = 1200 \text{ W} = 1,2 \text{ kW}$$

A.2.3.b Calculer du rendement, η , d'un panneau.

D'après le document B, $P_{\text{électrique}} = P_{\text{nom}} = 236 \text{ W}$

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{P_{\text{électrique}}}{P_p} = \frac{P_{\text{nom}}}{P_p} = \frac{236}{1200} = 0,197 \text{ soit } 19,7 \%$$

A.2.3.c Calcul de la puissance électrique totale produite par l'installation.

Pour une surface de 1,5 m^2 la puissance électrique est de 236 W

Pour une surface de 80 m^2 la puissance électrique est de P_{tot}

$$P_{\text{tot}} = \frac{80 \times 236}{1,5} = 12587 \text{ W} = 13 \text{ kW}$$

A.2.3.d Calcul de l'énergie électrique, E_{tot} , que fournira l'installation photovoltaïque par an.

On a la relation :

$$E_{\text{tot}} = P_{\text{tot}} \times \Delta t = 13 \times 1900 = 24700 \text{ kW.h} = 24,7 \text{ MW.h}$$

A.2.3.e La valeur annoncée est en accord avec la valeur calculée. Néanmoins, la valeur calculée est supérieure à la valeur annoncée par la société. Cela peut s'expliquer par un ensoleillement moins important que prévu et un rendement inférieur des panneaux photovoltaïques.

PARTIE B - L'ÉOLIEN

B.1. L'énergie du vent

B.1.1 L'énergie liée à un corps en mouvement est l'énergie cinétique.

B.1.2 Expression de L en fonction de la vitesse, v , du vent et de la durée, Δt .

On a la relation :

$$L = v \times \Delta t$$

B.1.3 Expression du volume d'air, V_{air} , en fonction de v , Δt et S .

On a la relation :

$$V = L \times S$$

Donc d'après la question précédente :

$$V = v \times \Delta t \times S$$

B.1.4 Expression de la masse d'air, m , qui frappe l'éolienne pendant Δt .

On a la relation :

$$\rho_{\text{air}} = \frac{m}{V_{\text{air}}} \quad \text{donc} \quad m = \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times v \times \Delta t \times S$$

B.1.5 Expression de l'énergie cinétique, E_C , du vent captée par l'éolienne pendant la durée, Δt .

L'expression de l'énergie cinétique de translation est :

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2$$

En utilisant la relation de la question B.1.4, et en remplaçant la valeur de m dans l'expression précédente, l'énergie cinétique du vent captée par l'éolienne a pour expression :

$$E_{\text{cvent}} = \frac{1}{2} \times \rho_{\text{air}} \times v \times \Delta t \times S \times v^2 = \frac{1}{2} \times \rho_{\text{air}} \times \Delta t \times S \times v^3$$

B.1.6 Relation entre la puissance mécanique, P_{cvent} , l'énergie du vent, E_{cvent} , et la durée, Δt .

On a la relation :

$$E_{\text{cvent}} = P_{\text{cvent}} \times \Delta t$$

En utilisant la relation de la question précédente, on en déduit l'expression de P_{cvent}

$$E_{\text{cvent}} = P_{\text{cvent}} \times \Delta t \quad \text{donc} \quad P_{\text{cvent}} = \frac{E_{\text{cvent}}}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2} \times \rho_{\text{air}} \times \Delta t \times S \times v^3}{\Delta t} = \frac{1}{2} \times \rho_{\text{air}} \times S \times v^3$$

B.1.7 Calcul de la puissance mécanique du vent P_{cvent1}

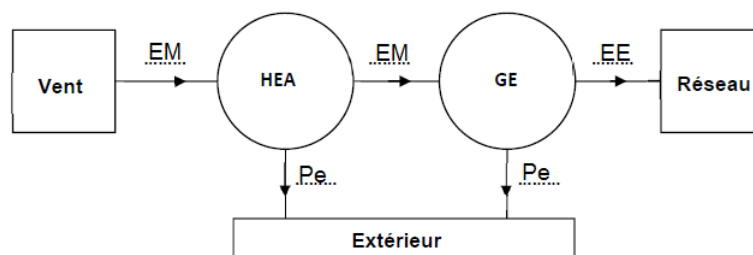
$$v = 54 \text{ km.h}^{-1} = \frac{54 \times 1000}{3600} = 15 \text{ m.s}^{-1}$$

D'après la question précédente, on a la relation :

$$P_{\text{cvent1}} = \frac{1}{2} \times \rho_{\text{air}} \times S \times v^3 = \frac{1}{2} \times 1,23 \times 20 \times 15^3 = 41512,5 \text{ W} = 42 \text{ kW}$$

B.2. L'énergie électrique fournie au réseau.

B.2.1 Document réponse DR2 : « diagramme énergétique éolienne ».



B.2.2 Calcul de la puissance électrique générée par l'éolienne est P_{el1} .

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{absorbée}} = \frac{P_{el1}}{P_{cextraite}} \quad \text{donc} \quad P_{el1} = \eta \times P_{cextraite} = \eta \times 0,44 \times P_{cvent} = 0,89 \times 0,44 \times 42 = 16 \text{ kW}$$

B.2.3 Comparaison les puissances calculée et indiquée par l'entreprise, en calculant l'écart relatif à la valeur indiquée.

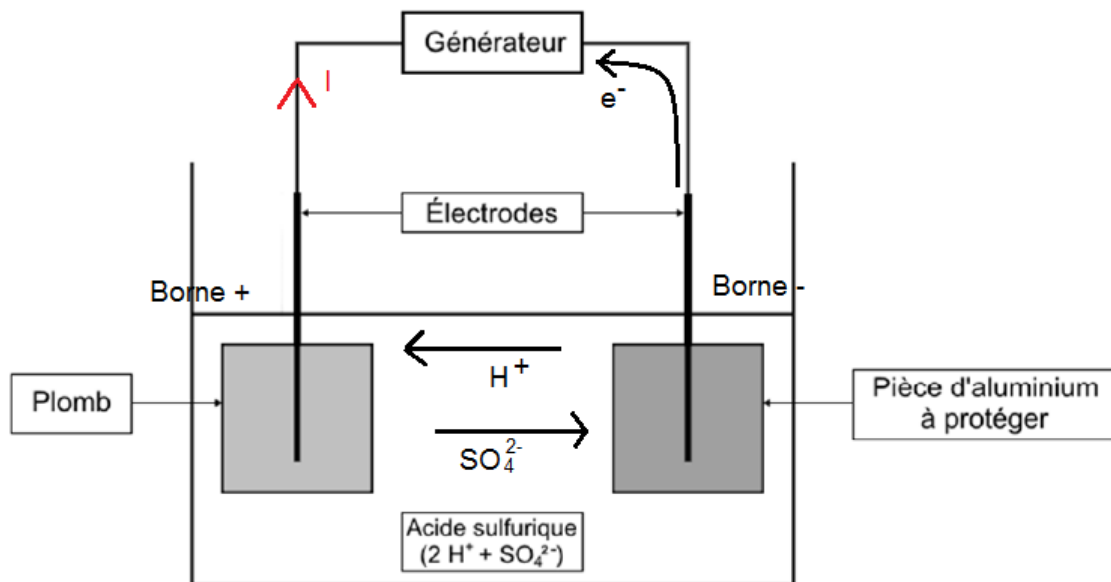
D'après l'énoncé, on a la relation :

$$E_r = \frac{|P_{el} - P_{el1}|}{P_{el}} \times 100 = \frac{|10 - 16|}{10} \times 100 = 60 \%$$

L'écart relatif est important. Cela peut s'expliquer par un rendement trop élevé ou une vitesse du vent moyenne plus faible que celle donnée.

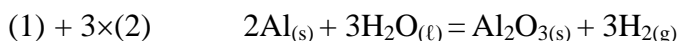
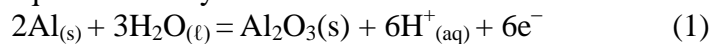
PARTIE C - LA PROTECTION DES MATÉRIELS

C.3.1. Schéma du montage document réponse DR3.



C.3.2 Equation bilan de cette électrolyse.

On a les demi-équations d'oxydoréduction suivantes :



C.3.3 C.3.3.a Calcul du volume, V_A , puis la masse, m_A , de la couche d'alumine.

On a la relation :

$$V_a = e \times S = 14,8 \times 10^{-6} \times 0,872 = 1,29 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

On a la relation :

$$\rho = \frac{m_a}{V_a} \quad \text{donc} \quad m_a = \rho \times V_a = 3,95 \times 10^6 \times 1,29 \times 10^{-5} = 51,0 \text{ g}$$

C.3.3.b Calcul de la quantité de matière d'alumine formée est n_a .

On a la relation :

$$n_a = \frac{m_a}{M_a} = \frac{51,0}{102} = 0,500 \text{ mol}$$

C.3.4 Calcul de la quantité d'électrons mise en jeu.

D'après la demi-équation à l'anode, on a la relation :

$$\frac{n_a}{1} = \frac{n_{e^-}}{6} \quad \text{donc} \quad n_{e^-} = 6 \times n_a = 6 \times 0,500 = 3 \text{ mol}$$

Calcul de la charge électrique (en coulomb) mise en jeu lors de l'électrolyse.

On a la relation :

$$Q = n_{e^-} \times F = 3 \times 96500 = 2,89 \times 10^5 \text{ C}$$

C.3.5 Calcul de la durée de cette anodisation.

On a la relation :

$$Q = I \times \Delta t \quad \text{donc} \quad \Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{2,89 \times 10^5}{250} = 1158 \text{ s} = 19,3 \text{ min}$$

PARTIE D - STOCKAGE DE L'ÉNERGIE

D.1 Signification des pictogrammes

Le premier pictogramme signifie gaz sous pression et le deuxième pictogramme signifie inflammable.

D.2 Calcul de l'énergie que peuvent fournir la nuit (12 h) l'ensemble des éoliennes sur un an.

On sait que chaque éolienne peut générer 10 kW. Il y a trois éoliennes qui fonctionnent 12 h par nuit donc pour un an, on a une énergie de :

$$W_{el} = 3 \times 10 \times 12 \times 365 = 1,3 \times 10^5 \text{ kW.h}$$

D.3 Calcul de la masse de dihydrogène qui peut être produite par électrolyse.

D'après l'énoncé, on sait que pour produire 1,0 kg d'hydrogène, il faut une énergie de 70 kW.h. Donc pour une énergie de $1,3 \times 10^5$ kW.h, la masse de dihydrogène produite sera de :

$$m_{H_2} = \frac{1,3 \times 10^5}{70} = 1857 \text{ kg} = 1,9 \times 10^3 \text{ kg}$$

D.4 Calcul de l'énergie maximum disponible dans le dihydrogène.

D'après l'énoncé, on sait que 1,0 kg de dihydrogène contient 33 kW.h d'énergie au maximum. Donc l'énergie maximum disponible pour une masse de $1,9 \times 10^3$ kg de dihydrogène est de :

$$W_{H_2} = 1,9 \times 10^3 \times 33 = 6,3 \times 10^4 \text{ kW.h}$$

D.5 Calcul de l'énergie électrique potentiellement restituée.

Pour stocker le gaz, il faut dépenser 15 % de l'énergie précédente. Donc il reste 85 % de cette énergie, c'est-à-dire :

$$W = 0,85 \times W_{H_2} = 0,85 \times 6,3 \times 10^4 = 5,4 \times 10^4 \text{ kW.h}$$

Le rendement de la pile à combustible est de 45 % donc l'énergie restituée est de :

$$W_R = W \times 0,45 = 5,4 \times 10^4 \times 0,45 = 2,4 \times 10^4 \text{ kW.h}$$

Cette énergie est largement supérieure aux 7500 kW.h sur un an mentionnés dans le texte d'introduction.