

CLASSE : Terminale STI2D

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h54

EXERCICE 4B : 6 points

ENSEIGNEMENT : Physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 4B au choix du candidat

Dormir en refuge, un mode d'hébergement écologique

1. Étude des panneaux photovoltaïques

1.1.

$$\Delta E = h \times f$$

$$h \times f = \Delta E$$

$$f = \frac{\Delta E}{h}$$

$$f = \frac{1,1 \times 1,6 \times 10^{-16}}{6,63 \times 10^{-34}}$$

$$f = 2,65 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$c = \lambda \times f$$

$$\lambda \times f = c$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3,0 \times 10^8}{2,65 \times 10^{14}}$$

$$\lambda = 1,13 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda = 1130 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 1130 \text{ nm}$$

$\lambda > 800 \text{ nm}$: la radiation n'est pas visible.

1.2. L'installation du refuge de Bostan

1.2.1.

L'installation est composée de 12 panneaux solaires.

12 panneaux	3,00 kW
1 panneau	P

$$P = \frac{1 \times 3,00 \times 10^3}{12}$$

$$P = 250 \text{ W}$$

1.2.2.

Calculons la surface d'un panneau :

$$S = 1677 \times 10^{-3} \times 990 \times 10^{-3}$$

$$S = 1,66 \text{ m}^2$$

Informations techniques de l'installation :

Caractéristiques de l'installation	Refuge de montagne (capacité 70 personnes)
Nombre de panneaux	12 panneaux hybrides
Puissance électrique	3,00 kW
Puissance thermique	4,49 kW

<https://dualsun.com/fr/realisations/samoens-fr-2016-12pv/>

Caractéristiques physiques des panneaux pour un ensoleillement de 1000 W.m⁻² :

Longueurs	1677 mm
Largeur	990 mm
Tension à puissance maximale	30,7 V
Intensité à puissance maximale	8,15 A

https://www.alaska-energies.com/wp-content/uploads/2016/08/Dualsun_FR_FT_Wave_0816.pdf

L'ensoleillement est de 1000 W.m^{-2} . Calculons la puissance reçue pour $18,1 \text{ m}^2$:

$$P_{\text{recue}} = 1000 \times 1,66$$

$$P_{\text{recue}} = 1,66 \times 10^3 \text{ W}$$

Calculons la valeur du rendement énergétique d'un tel panneau solaire :

$$\text{Rendement} = \frac{P}{P_{\text{recue}}}$$

$$\text{Rendement} = \frac{250}{1,66 \times 10^3}$$

$$\text{Rendement} = 0,151$$

$$\text{Rendement} = 15,1 \%$$

1.2.3.

D'après le texte : « 8 panneaux au sud-est et 4 panneaux à l'ouest. L'installation sud-est est active de 8 h du matin jusqu'à midi. De midi jusqu'à 15h les deux installations sont actives. Enfin, après 15h c'est l'installation orientée ouest qui prend le relais jusqu'à 18 h. »

Pour les 8 panneaux au sud-est :

$$E = P \times \Delta t$$

$$E_{\text{sud-est}} = 8 \times 250 \times (15 - 8)$$

$$E_{\text{sud-est}} = 1,4 \times 10^4 \text{ Wh}$$

$$E_{\text{sud-est}} = 14 \text{ KWh}$$

Pour les 4 panneaux à l'ouest :

$$E = P \times \Delta t$$

$$E_{\text{ouest}} = 4 \times 250 \times (18 - 12)$$

$$E_{\text{ouest}} = 6,0 \times 3 \text{ Wh}$$

$$E_{\text{ouest}} = 6,0 \text{ KWh}$$

$$E_{\text{totale}} = E_{\text{sud-est}} + E_{\text{ouest}}$$

$$E_{\text{totale}} = 14 + 6,0$$

$$E_{\text{totale}} = 20 \text{ KWh}$$

1.2.4.

Informations techniques de l'installation :

Caractéristiques de l'installation	Refuge de montagne (capacité 70 personnes)
Nombre de panneaux	12 panneaux hybrides
Puissance électrique	3,00 kW
Puissance thermique	4,49 kW

<https://dualsun.com/fr/realisations/samoens-fr-2016-12pvt/>

Calculons l'énergie consommée par le chauffage tous les jours. En considérant que le refuge doit être chauffé la moitié de la journée :

$$E = P \times \Delta t$$

$$E = 4,49 \times 12$$

$$E = 54 \text{ KWh}$$

La capacité est de 70 personnes, le refuge est important.

Type de refuge	Nombre de lits	Consommation moyenne journalière	Usage type
Refuge moyen	<30	2000 à 5000 Wh/j	Éclairage, réfrigérateur, petit électroménager, traitement UV de l'eau potable.
Refuge important	>30	5000 à 15000 Wh/j au minimum	Éclairage, réfrigérateur, congélateur, traitement UV de l'eau potable, cuisine, petit et gros électroménager.

<https://www.researchgate.net/publication/269915723> Energie en site isole d'altitude

La consommation moyenne journalière est comprise entre 5000 et 15 000 Wh au minimum et ne prend pas en compte le chauffage.

Au minimum l'énergie nécessaire est comprise entre

$$5,0 + 54 < E < 15 + 54$$

$$59 \text{ KWh} < E < 69 \text{ KWh}$$

L'énergie disponible grâce aux panneaux est de 20 KWh. Elle est insuffisante pour faire face à tous les besoins, d'où la nécessité de la présence d'un poêle à bois pour le chauffage

2. Étude du poêle à bois

2.1.

Calculons la masse de bois nécessaire à l'obtention d'une d'énergie de valeur 1 MWh

$$PC = \frac{E}{m}$$

$$PC \times m = E$$

$$m = \frac{E}{PC}$$

$$m = \frac{1,0 \times 10^6}{4,0 \times 10^3}$$

$$m = 250 \text{ Kg}$$

Calculons quantité de matière correspondante :

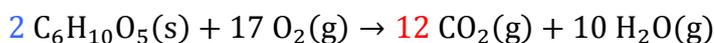
$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{250 \times 10^3}{6 \times 12,0 + 10 \times 1,0 + 5 \times 16,0}$$

$$n = 1,54 \times 10^3 \text{ mol}$$

Ainsi, la quantité de matière de bois nécessaire à l'obtention d'une d'énergie de valeur 1 MWh est proche de $1,5 \times 10^3$ mol.

2.2.



$$\frac{n_{\text{CO}_2}}{12} = \frac{n_{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}}{2}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 12 \times \frac{n_{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}}{2}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 6 \times n_{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 6 \times 1,54 \times 10^3$$

$$n_{\text{CO}_2} = 9,24 \times 10^3 \text{ mol}$$

Or

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}}$$

$$\frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = n_{\text{CO}_2}$$

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 9,24 \times 10^3 \times (12,0 + 2 \times 16,0)$$

$$m_{\text{CO}_2} = 4,07 \times 10^5 \text{ g}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 4,07 \times 10^2 \text{ Kg}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 407 \text{ Kg}$$

2.3.

D'après le sujet : « Le bilan (ADEME) net pour le chauffage au bois est de 40 kg de CO₂ émis par MWh »
 Dans nos calculs nous avons considéré que le bois est constitué uniquement de cellulose, or il est composé d'autres molécules. C'est pourquoi la valeur trouvée est très supérieure à celle donnée par l'ADEME.

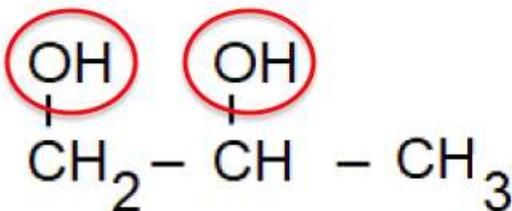
D'après le sujet : « l'utilisation du bois permet de diviser les émissions de CO₂ par 12 par rapport au fioul et par 6 par rapport au gaz. »

Le CO₂ est un gaz à effet de serre. Ainsi, réduire sa production présente un intérêt écologique.

3. Aspect « thermique » des panneaux

3.1.

Groupe hydroxyle



3.2.

L'eau pure a une température de fusion de 0°C. Or à la montagne, il y a souvent des températures négatives : l'eau deviendrait alors solide. Elle ne pourrait plus remplir son rôle. De plus, l'eau solide prend plus de place que l'eau liquide : les tuyaux exploseraient.

Le propylène glycol est miscible à l'eau. Il a une température de fusion de -59°C. Le propylène glycol permet au fluide caloporteur (mélange eau-propylène glycol) de rester fluide même à des températures basses.