

A L'HORIZON 2020

PARTIE A : La conception du bâtiment

A.1. Le matériau à changement de phase (MCP) des dalles de mortier.

A.1.1. Les MCP sont à base de paraffines. Ce sont des molécules qui possèdent des atomes de carbone et d'hydrogène. Ce sont des matériaux organiques.

A.1.2. D'après le document 1, les MCP ont la particularité de stocker de l'énergie. De l'énergie est absorbée lors du passage de l'état solide à l'état liquide et est restituée lors du passage inverse. Donc lorsque la température augmente, les MCP absorbent de l'énergie et lorsque la température diminue, il restitue cette énergie donc cela permet d'économiser du chauffage.

A.1.3 A.1.3.1 Au niveau microscopique, lors de la solidification de l'heptadécane, il y a formation de liaison hydrogène. L'agitation des molécules diminue et les molécules adoptent une structure ordonnée et compacte.

A.1.3.2 La température de changement d'état solide-liquide de l'heptadécane se détermine lorsque la température est constante (palier de changement d'état). Dans le cas de l'heptane, la température de changement d'état est de 22 °C.

A.1.4 A.1.4.1 D'après le document 3, $E_{\text{eau cédée}} = E_{\text{heptadécane reçue}} = 3,52 \times 10^3 \text{ J}$

On a la relation :

$$E_{\text{heptadécane}} = m \times H_f \quad \text{donc} \quad H_f = \frac{E_{\text{heptadécane}}}{m} = \frac{3,52 \times 10^3}{0,015} = 2,35 \times 10^5 \text{ J.kg}^{-1} = 2,35 \times 10^2 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

A.1.4.2 A.1.4.2.1 Sources d'erreurs possibles dans cette expérience :

- on suppose que le calorimètre ne participe pas aux échanges thermiques
- précision des pesées
- pesée du morceau d'heptadécane

A.1.4.2.2 On a la relation :

$$\frac{UH_f}{H_f} = \frac{UE_{\text{eau}}}{E_{\text{eau}}} \quad \text{donc} \quad UH_f = \frac{UE_{\text{eau}}}{E_{\text{eau}}} \times H_f = \frac{0,4 \times 10^3}{3,52 \times 10^3} \times 2,35 \times 10^2 = 2,67 \times 10^1 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

Donc avec un chiffre significatif : $UH_f = 3 \times 10^1 \text{ kJ.kg}^{-1}$

A.1.2.3

- valeur minimale = résultat de la mesure - 2x l'incertitude calculée
 $= 2,35 \times 10^2 - 2 \times 3 \times 10^1 = 1,75 \times 10^2 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- valeur maximale = résultat de la mesure + 2x l'incertitude calculée
 $= 2,35 \times 10^2 + 2 \times 3 \times 10^1 = 2,95 \times 10^2 \text{ kJ.kg}^{-1}$

A.1.5 D'après le document 1, la température doit être comprise entre 18 et 28°C, donc, les deux matériaux peuvent convenir. Cependant, l'enthalpie de fusion de l'octadécane est supérieure à celle de l'heptadécane donc pour la même masse de matière, l'octadécane absorbera plus d'énergie que l'heptadécane. Il est donc préférable d'utiliser l'octadécane.

A.2. Les fenêtres

A.2.1. D'après le document A4, le triple vitrage est constitué de trois lames de verre de 4 mm et de 2 lames d'air de 12 mm. On additionne donc les résistances thermiques des différents éléments qui constituent le triple vitrage.

$$R_{\text{th triple}} = 3 \times R_{\text{th verre 4 mm}} + 2 \times R_{\text{th air 12 mm}} = 3 \times 3,3 \times 10^{-3} + 2 \times 0,46 = 0,93 \text{ K.W}^{-1}.$$

A.2.2. D'après le document A5, plus la résistance thermique est élevée, plus le matériau est isolant. Le double vitrage avec lame de krypton a une résistance thermique supérieure à celle du triple vitrage avec lames d'air. Il est donc préférable de choisir une fenêtre à double vitrage avec lame de krypton.

PARTIE B : L'intégration des énergies renouvelables

B.1. Panneaux solaires

B.1.1. Le panneau photovoltaïque transforme l'énergie solaire en énergie électrique.

B.1.2. B.1.2.1 D'après le document B1, l'énergie minimale E_{min} qu'un photon doit posséder est de 1,12 eV.

$$E_{\text{min}} = 1,12 \times 1,6 \times 10^{-19} = 1,8 \times 10^{-19} \text{ J}$$

B.1.2.2

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{donc} \quad \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,0 \times 10^8}{1,8 \times 10^{-19}} = 1,1 \times 10^{-6} \text{ m} = 1100 \text{ nm}$$

B.1.2.3 D'après le document B2, à la valeur de 1100 nm on se situe dans le domaine des infrarouge (IR-A).

$$\text{B.1.2.4} \quad 235 \text{ W} \rightarrow 1,65 \text{ m}^2$$

$$P \rightarrow 98 \text{ m}^2 \quad P = \frac{235 \times 98}{1,65} = 1,40 \times 10^4 \text{ W}$$

$$\text{B.1.2.5} \quad E = P \times \Delta t = 1,40 \times 10^4 \times 12 \times 3600 = 6,05 \times 10^8 \text{ J pour 1 jour donc pour 1 année}$$

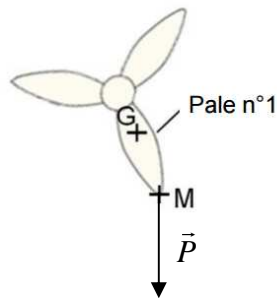
$$E = 6,05 \times 10^8 \times 365 = 2,2 \times 10^{11} \text{ J}$$

B.1.3 Les panneaux photovoltaïques triple jonction sont plus performants car, en plus des 20 % des radiations visibles absorbées, ils absorbent 55 % des radiations UV et 40 % des radiations infrarouge (au lieu de 20 % pour les panneaux photovoltaïques polycristallins).

B.2. Les éoliennes

B.2.1. B.2.1.1 L'action de l'air sur la pale est également une troisième action présente. C'est une force de frottement.

B.2.1.2 Le poids a une valeur de 7600 N. 1 cm représente 4000 N donc le poids sera représenté par un vecteur de longueur 1,9 cm.



$$B.2.1.3 \quad T = \frac{1}{2} C_x \times \rho \times S \times v^2 \quad (\text{kg.m}^{-3} \times \text{m}^2 \times \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \text{kg.m.s}^{-2})$$

$$P = m \times g \quad (\text{N} = \text{kg.m.s}^{-2})$$

La traînée s'exprime en newton donc il s'agit bien d'une force.

B.2.2. B.2.2.1 On a la relation :

$$W = C \times \alpha \quad \text{donc} \quad C = \frac{W}{\alpha} = \frac{2,0 \times 10^2}{2\pi} = 31,8 \text{ N.m}$$

B.2.2.2 On a la relation :

$$P = C \times \omega = 31,8 \times 1500 \times \frac{2\pi}{60} = 5 \times 10^3 \text{ W}$$

B.3. Bâtiment BEPOS

Pour les deux éoliennes, l'énergie produite est :

$$E_{\text{éolienne}} = 2 \times 8 \times 10^3 = 1,6 \times 10^4 \text{ kW.h} = 16 \text{ MW.h}$$

$$E_{\text{panneaux solaires}} = 2,2 \times 10^{11} \text{ J} = 2,2 \times 10^8 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{panneaux solaires}} = \frac{2,2 \times 10^8}{3,6} = 6,1 \times 10^7 \text{ W.h} = 61 \text{ MW.h}$$

$$E_{\text{total}} = E_{\text{éolienne}} + E_{\text{panneaux solaires}} = 16 + 61 = 77 \text{ MW.h.}$$

L'énergie produite est bien supérieure à l'énergie consommée qui est de 66 MW.h. Donc le bâtiment entrera bien dans la catégorie BEPOS.

PARTIE C : L'utilisation de l'hydrogène, un vecteur énergétique

C.1. Le stockage du dihydrogène

C.1.1. Un manomètre permet de contrôler la pression du dihydrogène dans les réservoirs de stockage.

C.1.2 Le dihydrogène est inflammable, explosif et comprimé sous une pression très élevée. Sur le réservoir, il faudra apposer les pictogrammes suivants :

- pictogramme 1 : explosif
- pictogramme 2 : inflammable
- pictogramme 4 : gaz sous pression

C.2. La pile à combustible

Les porteurs de charge qui se déplacent dans l'électrolyte de la pile sont :

- Des photons
- Des électrons
- Des ions

L'équation de la réaction qui a lieu à la cathode s'écrit :

- $O_2 (g) + 4 H^+ (aq) = 2 H_2O (l) + 4 e^-$
- $2 H_2O (l) = O_2 (g) + 4 H^+ (aq) + 4 e^-$
- $O_2 (g) + 4 H^+ (aq) + 4 e^- = 2 H_2O (l)$

Le couple oxydant / réducteur mis en jeu à l'anode s'écrit :

- $H_2 (g) / H^+ (aq)$
- $H^+ (aq) / H_2 (g)$
- $H_2 (g) / H_2O (l)$

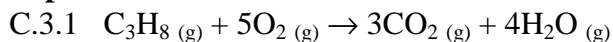
Pour la réaction de fonctionnement de la pile à hydrogène, le réducteur est :

- Le dioxygène
- Le dihydrogène
- L'eau

La réaction qui a lieu à l'anode est :

- Une combustion
- Une réduction
- Une oxydation

C.3. L'impact environnemental



D'après l'équation bilan précédente, on a la relation :

$$n_{C_3H_8} = \frac{n_{CO_2}}{3} \quad \text{donc} \quad n_{CO_2} = 3 \times n_{C_3H_8} = 3 \times 1,3 \times 10^5 = 3,9 \times 10^5 \text{ mol pour une année.}$$

C.3.2 On a la relation : $n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}}$ donc $m_{CO_2} = n_{CO_2} \times M_{CO_2} = 3,9 \times 10^5 \times 44 = 1,7 \times 10^7 \text{ g}$

C.3.3 Le dioxyde de carbone se dissout facilement dans l'eau en formant des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- . Ces ions formés sont des espèces acides car ils peuvent libérer un proton H^+ . Cela va entraîner une baisse du pH de l'eau. L'autre impact du dioxyde de carbone est l'acidification des océans.

C.3.4 La chaudière à condensation rejette dans l'atmosphère du dioxyde de carbone ce qui n'est pas le cas de la pile à hydrogène. La pile à hydrogène rejette de l'eau dans l'atmosphère.

C.4. Valorisation du surplus d'énergie

Pour effectuer 500 km, il faut 150 L de dihydrogène.

$$500 \text{ km} \rightarrow 150 \text{ L}$$

$$20000 \text{ km} \rightarrow V \quad V = \frac{20000 \times 150}{500} = 6000 \text{ L}$$

Le volume molaire du dihydrogène est de $3,5 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$1 \text{ mol} \rightarrow 3,5 \times 10^{-2} \text{ L}$$

$$n \rightarrow 6000 \text{ L} \quad n = \frac{6000}{3,5 \times 10^{-2}} = 1,7 \times 10^5 \text{ mol}$$

Pour être rentable, la quantité de dihydrogène disponible doit être au moins égale à 70 % des besoins du véhicule.

$$n_{\text{dihydrogène disponible}} = 1,7 \times 10^5 \times 0,7 = 1,2 \times 10^5 \text{ mol}$$

Cette quantité de matière est supérieure à celle du surplus de dihydrogène qui est de $8,4 \times 10^4 \text{ mol}$ donc il n'est pas rentable d'acquiescer ce véhicule.