

Partie A : « Pôle Énergie » et développement durable

A-1 L'utilisation du bois comme source d'énergie.

1.1 Quantité de combustible consommée annuellement

a) D'après le graphique, lorsque le taux d'humidité est de 25 %, le pouvoir calorifique PC de ce combustible est de 3600 Wh.kg^{-1}

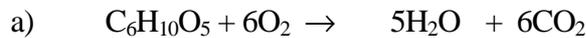
b) pour 1 kg \rightarrow 3600 Wh
pour m kg \rightarrow $6500 \text{ MWh} = 6,5 \times 10^9 \text{ Wh}$

$$m = 6,5 \times 10^9 / 3600 = 1,8 \times 10^6 \text{ kg}$$

c)

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1,8 \times 10^9}{162} = 1,11 \times 10^7 \text{ mol} = 11 \text{ Mmol}$$

1.2 Volume de CO₂ produit annuellement par la chaufferie bois



b) D'après l'équation de la réaction, on a la relation :

$$\frac{n_{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}}{1} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{6}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 6n_{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5} = 6 \times 1,11 \times 10^7 = 6,66 \times 10^7 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 6,66 \times 10^7 \times 44 = 2,93 \times 10^9 \text{ g} = 2,93 \times 10^3 \text{ t}$$

1.3 Synthèse

Le combustible bois est une énergie renouvelable et l'émission de dioxyde de carbone est compensée par la consommation en dioxyde de carbone par les arbres qui sont replantés.

A-2 Etude du site photovoltaïque de l'hôpital HQE.

2.1 Etude électrique d'un module photovoltaïque dans des conditions d'éclairement standard

Les cellules sont montées en série donc, d'après la loi d'additivité des tensions dans un circuit en série :

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_{54}$$

$$U = 54 \times 0,498$$

$$U = 26,9 \text{ V}$$

Dans un circuit en série, l'intensité est la même dans tous les dipôles, donc $I = 7,8 \text{ A}$

$$P = U \times I$$

$$P = 26,9 \times 7,8$$

$$P = 210 \text{ W}$$

2.2 Energie fournie par l'installation photovoltaïque dans des conditions standard

a) $P_{\text{total}} = P \times n$ (où n est le nombre de modules)

$$P_{\text{total}} = 210 \times 42$$

$$P_{\text{total}} = 8,82 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b)} \quad E_{\max} &= P_{\text{total}} \times t \\
 E_{\max} &= 8,82 \times 10^3 \times 1400 \\
 E_{\max} &= 1,23 \times 10^7 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

3.3 Influence de la disposition des modules photovoltaïques

Pour connaître l'énergie réellement produite sur ce site, il faut tenir compte de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux photovoltaïques. L'influence de ces paramètres se traduit par un facteur de correction, noté k , tel que :

$$E_{\text{réellement produite}} = k \cdot E_{\text{théorique}}$$

Les valeurs de ce facteur de correction, sont données figure A2-3 de l'annexe.

Les modules sont installés en façade, ils ont donc une inclinaison de 90° . Ils sont orientés vers l'Est.

$$\begin{aligned}
 \text{a)} \quad E_{\text{réellement produite}} &= k \times E_{\text{théorique}} \\
 E_{\text{réellement produite}} &= 0,55 \times 12,3 \\
 E_{\text{réellement produite}} &= 6,8 \text{ MWh}
 \end{aligned}$$

b) Pour optimiser la production d'électricité de ce site, il faut choisir une orientation sud et une inclinaison de 30° . Dans ce cas $k = 1$.

3.4 Affichage de la puissance électrique au centre de contrôle

Le wattmètre affiche une valeur de 3,00 donc un digit à une valeur de 0,01 kW

$$\Delta P = \frac{2}{100} \times 3 + 4 \times 0,01$$

$$\Delta P = 0,1 \text{ kW}$$

$$P = 3 \pm 0,1 \text{ kW}$$

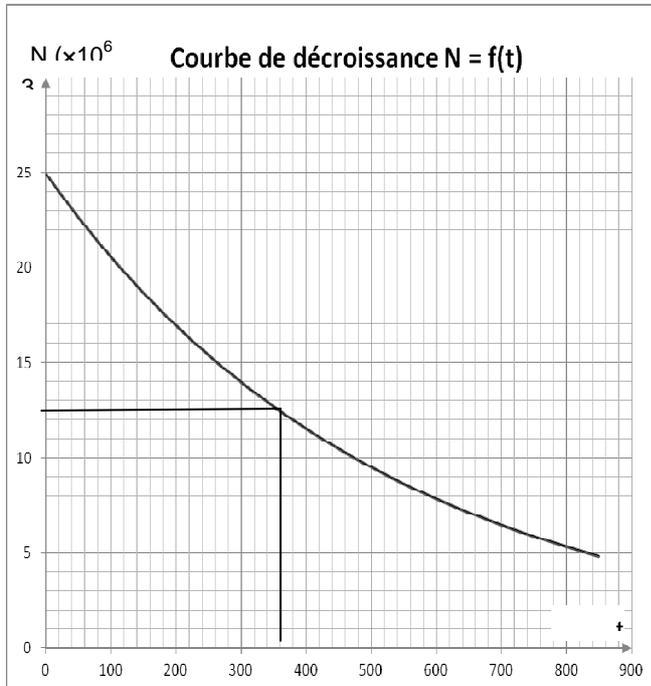
$$2,9 \text{ kW} < P < 3,1 \text{ kW}$$

Partie B : « Pôle médical » et la gestion des déchets d'activités.

B.1 Gestion des déchets radioactifs.

1.1 Le technétium 99.

- Le temps de demi-vie d'un échantillon radioactif est le temps au bout duquel la moitié des noyaux initialement présents dans cet échantillon se sont désintégrés.
- Temps de demi-vie de l'échantillon de technétium 99.

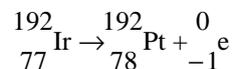


Le temps de demi-vie de l'échantillon de technétium 99 est de 360 min soit 6 h

- L'échantillon de technétium peut être retraité dans l'hôpital car le temps de demi-vie est inférieur à 71 jours

1.2 L'iridium 192.

L'iridium 192 est un élément radioactif essentiellement utilisé en curiethérapie. Cette technique consiste à implanter une source radioactive à proximité des tumeurs cancéreuses à traiter. Au cours du traitement, l'iridium 192 produit, par désintégration, un noyau de platine 192 :



- Le noyau d'iridium 192 est composé de 77 protons, et de 192 nucléons soit 115 neutrons
- L'iridium 191 et l'iridium 192 sont des isotopes car ils possèdent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents
- La désintégration du noyau d'iridium 192 est-elle de type β^- car il y a émission d'un électron.
-

$$t_{1/2} = \frac{\text{Ln}2}{\lambda} = \frac{\text{Ln}2}{1,09 \times 10^{-7}} = 6,36 \times 10^6 \text{ s soit } 73,6 \text{ j}$$

- Les produits contenant de l'iridium 192 doivent être retraités à l'extérieur car le temps de demi-vie est supérieur à 71 j.

B.2 Neutralisation des solutions acides et basiques.

De nombreux rejets hospitaliers, appelés effluents, contiennent des espèces chimiques qui peuvent les rendre fortement basiques ou acides. Ils nécessitent donc une neutralisation avant rejet dans le réseau d'égouts. La neutralisation d'un effluent consiste à ramener son pH, par ajout d'une solution spécialisée, à une valeur fixée en fonction des besoins.

La figure B2-1 de l'annexe reproduit l'étiquette d'une solution de neutralisation.

2.1 Mise en œuvre du produit.

- On peut mesurer le pH d'une solution avec un pH-mètre ou du papier pH.
- C'est un produit irritant et corrosif donc il faut porter des lunettes, des gants et une blouse.

2.2 Utilisation du produit neutralisant.

Pour atteindre un pH de 6,8, il a été nécessaire d'ajouter un volume $V'_1 = 2,1$ mL de solution neutralisante au prélèvement de volume $V_1 = 100$ mL d'effluent.

a.

$$\begin{array}{l} V_1 \rightarrow V'_1 \\ V_2 \rightarrow V'_2 \quad \text{donc} \\ V'_2 = \frac{V'_1 \times V_2}{V_1} = \frac{2,1 \times 1800}{100} = 37,8 \text{ mL} \end{array}$$

- La concentration des ions H_3O^+ diminue lorsque la valeur du pH augmente.

2.3 Composition du produit neutralisant.

Le principal composant du produit neutralisant indiqué sur l'étiquette est l'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$). L'ion hydroxyde est la base conjuguée du couple acide-base $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) / \text{HO}^-(\text{aq})$.

- Acide : c'est une espèce capable de céder un ou plusieurs protons H^+
Base : c'est une espèce capable de capter un ou plusieurs protons H^+
- $\text{H}_2\text{O} = \text{HO}^- + \text{H}^+ \quad \text{et} \quad \text{H}_3\text{O}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$
- $\text{HO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

L'ajout d'ion HO^- provoque la disparition des ions H_3O^+ dont la concentration diminue. Il en résulte d'après la question 2.b une augmentation du pH ce qui correspond au rôle attendu du produit.

Partie C : « Pôle logistique » et les exigences HQE.

C.1. Les A.G.V. soulèvent des charges.

Données :

Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$;

Masse volumique de l'huile utilisée dans le vérin : $\rho = 870 \text{ kg.m}^{-3}$;

Masse de l'ensemble « plateforme + charge maximale » : $M = 500 \text{ kg}$;

Surface du piston dans le vérin : $S = 3,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$;

Conversion des unités de pression : $1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$;

Vitesse de levage de la plateforme = vitesse du fluide dans le vérin ;

1.1 Plateforme en mouvement.

a. La plateforme de l'A.G.V. s'élève d'une hauteur $\Delta z = 6,0 \text{ cm}$ en une durée $\Delta t = 3,5 \text{ s}$.

$$v = \frac{\Delta z}{\Delta t} = \frac{0,06}{3,5} = 0,017 \text{ m.s}^{-1}$$

b. Q s'exprime en $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, v s'exprime en m.s^{-1} et S s'exprime en m^2 donc la relation entre ces trois grandeurs est :

$$Q = v \times S$$

c. $Q = v \times S = 0,017 \times 3,0 \times 10^{-3} = 5,1 \times 10^{-5} \text{ m}^3.\text{s}^{-1} = 5,1 \times 10^{-2} \text{ L.s}^{-1}$

d. $Q = 5,1 \times 10^{-2} \text{ L.s}^{-1} = 5,1 \times 10^{-2} \times 60 \text{ L.min}^{-1} = 3,06 \text{ L.min}^{-1}$

Cette valeur est donc cohérente avec celle indiquée dans le document qui est de $3,1 \text{ L.min}^{-1}$

1.2 Plateforme en position haute.

La plateforme de l'A.G.V est en position haute et porte sa charge maximale. On note M la masse de l'ensemble. On suppose que la différence de hauteur entre la sortie du vérin (H) et la sortie de la pompe (B) est $\Delta z = 6,0 \text{ cm}$ (voir figure C1-2 en annexe).

a. $F = m \times g = 500 \times 9,8 = 4900 \text{ N}$

b. $P = \frac{F}{S} = \frac{4900}{3 \times 10^{-3}} = 1,63 \times 10^6 \text{ Pa}$

c. D'après le principe fondamental de l'hydrostatique entre les points B et H,

$$\frac{P_B}{\rho \times g} + z_B = \frac{P_H}{\rho \times g} + z_H$$

$$\frac{P_B - P_H}{\rho \times g} = z_H - z_B = \Delta z$$

d.

$$\frac{\Delta P}{\rho \times g} = \Delta z$$

$$\Delta P = \Delta z \times \rho \times g = 0,06 \times 870 \times 9,8 = 5,1 \times 10^2 \text{ Pa}$$

e. En tenant compte du nombre de chiffres significatifs utilisé :

$$P_B = P_H + \Delta P = 1,6.10^6 + 5,1.10^2 = 1,6 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Donc la pression au point B est égale à la pression au point H

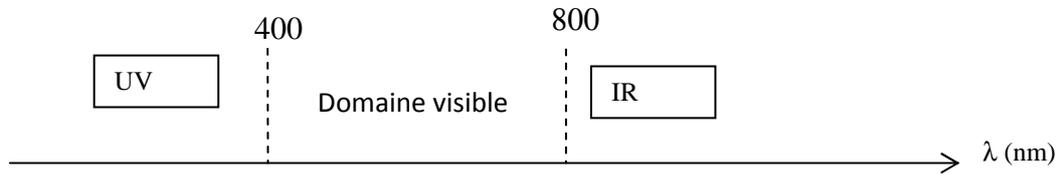
f. La pression maximale est de 20 bar, $P = 20 \text{ bar} = 2 \times 10^6 \text{ Pa}$ donc la pression maximum n'est pas dépassée.

C-2 Les A.G.V. peuvent « voir » ce qui les entoure.

2.1 Nature des ondes électromagnétiques.

Le document ci-dessous représente un extrait du spectre électromagnétique.

- Cette grandeur correspond à la longueur d'onde.
-



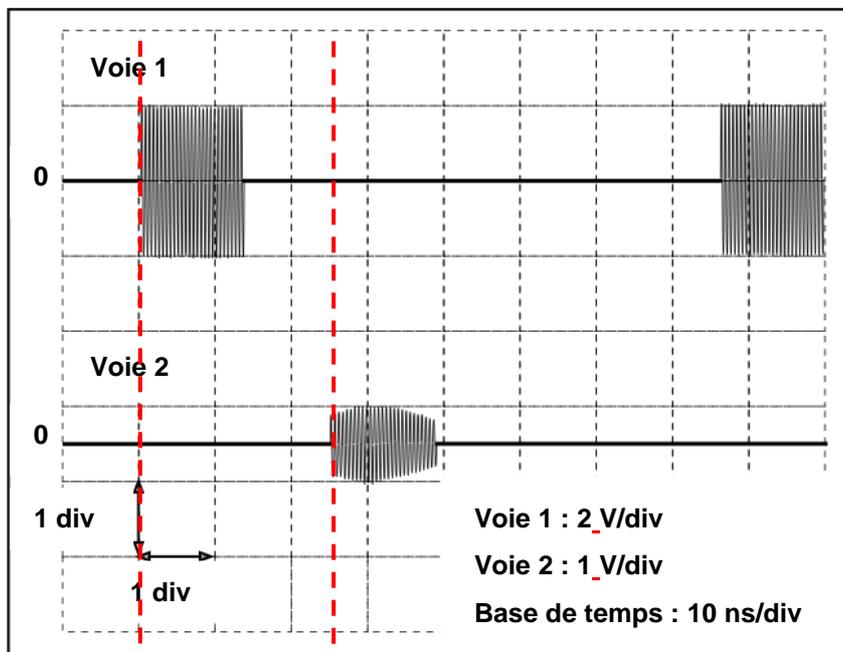
c.

$$\lambda_1 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{333 \times 10^{12}} = 9,1 \times 10^{-7} \text{ m} = 901 \text{ nm}$$

Cette longueur d'onde appartient au domaine des IR

2.2 Principe de fonctionnement du « dispositif de vision ».

- Le « dispositif de vision » utilise des salves.
- L'amplitude de l'onde reçue (voie 2, amplitude de 1 V) est quatre fois plus petite que celle de l'onde émise (voie 1, amplitude de 4 V) donc l'onde électromagnétique utilisée par le « dispositif de vision » a été partiellement absorbée par l'obstacle rencontré.
- A partir de l'oscillogramme, déterminer la valeur de la durée $\Delta\tau$ entre l'émission de l'onde électromagnétique et sa réception après réflexion sur l'obstacle.



Entre le début de l'émission et le début de la réception, il y a une différence de 2,5 divisions
 $\Delta\tau = 2,5 \times 10 = 25 \text{ ns}$

- d. La distance parcourue correspond à un aller retour donc $2\Delta x$. Cette distance est parcourue pendant un temps $\Delta\tau$ à la vitesse c donc d'après la relation permettant de calculer la vitesse :

$$c = \frac{2\Delta x}{\Delta\tau}$$

$$\Delta x = \frac{c\Delta\tau}{2}$$

e.

$$\Delta x = \frac{c\Delta\tau}{2} = \frac{3 \times 10^8 \times 25 \times 10^{-9}}{2} = 3,75 \text{ m}$$

2.3 « Dispositif de vision » et freinage.

Si un A.G.V. détecte un obstacle, un dispositif de sécurité provoque un freinage d'urgence afin d'éviter le choc. Considérons un A.G.V. sans charge, on note $m = 400 \text{ kg}$ sa masse. Il se déplace à une vitesse constante de valeur $v = 1,40 \text{ m.s}^{-1}$ lorsqu'un obstacle est détecté.

Un freinage d'urgence est déclenché et on supposera que la force de freinage \vec{F}_f est constante, colinéaire à la vitesse et de sens contraire. Quelle que soit la charge, son intensité est égale à 1600 N .

- a. $W(\vec{F}_f) = -F_f \times D$
- b. La variation de l'énergie cinétique est égale à la somme des travaux des forces. Dans ce cas, il n'y a qu'une force donc cette variation de l'énergie cinétique est égale au travail de la force de freinage.

- c. A la fin du freinage, $v_{\text{finale}} = 0 \text{ m.s}^{-1}$

$$\frac{1}{2} m.v_{\text{finale}}^2 - \frac{1}{2} m.v_{\text{initiale}}^2 = -F_f \cdot D$$

$$0 - \frac{1}{2} \times 400 \times 1,40^2 = -1600 \times D$$

$$-392 = -1600 \times D$$

$$D = \frac{392}{1600} = 0,245 \text{ m}$$

- d. Si l'A.G.V. porte une charge, la distance D' de freinage sera plus grande que celle calculée à la question précédente car D est proportionnelle à la masse m

$$-\frac{1}{2} m.v_{\text{initiale}}^2 = -F_f \cdot D$$

$$D = \frac{m.v_{\text{initiale}}^2}{2F_f}$$

PARTIE D : Synthèse

Critères qui, au vu du sujet, semblent faire partie des "exigences" environnementales remplies par l'hôpital d'Alès :

- C4. Gestion de l'énergie
- C5. Gestion de l'eau
- C6. Gestion des déchets d'activités