

STATION ELECTRIQUE MOBILE ADES

PARTIE A - La station électrique mobile est-elle adaptée à la mission à Haïti ?

A.1. Intérêt de la station mobile

A.1.1 Sources d'énergie qu'il est possible d'utiliser lors du fonctionnement de cette station mobile :

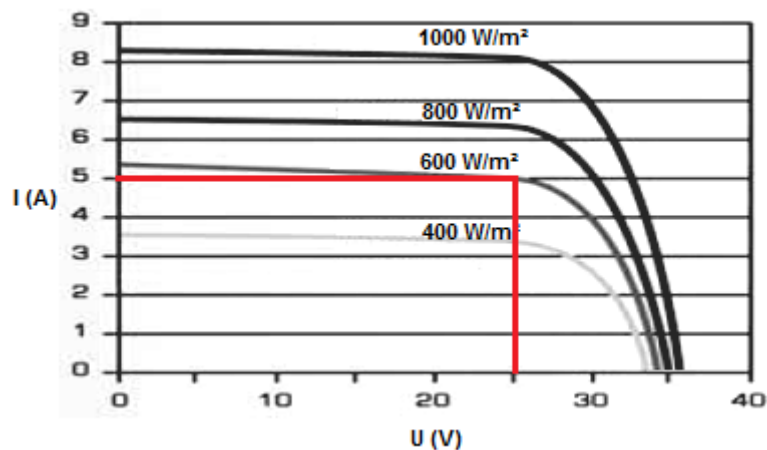
- Energie solaire (panneaux photovoltaïques)
- Energie mécanique (éolienne)
- Energie chimique (accumulateur et moteur diesel)

A.1.2 Avantages de cette station de production électrique par rapport à un groupe électrogène thermique classique :

- Utilisation d'énergies renouvelables permettant économie d'énergie et limitation de production de dioxyde de carbone
- Limitation du temps d'utilisation du groupe électrogène.

A.2. Expérience menée à Haïti.

A.2.1 Intensité nominale du courant I_N pour une tension nominale d'utilisation $U_N = 25$ V.



Pour une tension nominale d'utilisation $U_N = 25$ V, l'intensité nominale I_N du courant est de 5 A.

A.2.2 Calcul de la puissance électrique nominale d'un panneau photovoltaïque $P_{\text{élect}}$.

On a la relation :

$$P_{\text{élect}} = U_N \times I_N = 25 \times 5 = 125 \text{ W}$$

A.2.3 Calcul de la surface d'un panneau photovoltaïque.

D'après le document 1, $L = 1,65$ m et $l = 1$ m. On a la relation :

$$S = L \times l = 1,65 \times 1 = 1,65 \text{ m}^2$$

A.2.4 Calcul du nombre de panneaux photovoltaïques nécessaires et de la surface totale.

$$N = \frac{P_{\text{moyen}}}{P_{\text{élect}}} = \frac{8400}{125} = 67,2 \text{ soit } 68 \text{ panneaux}$$

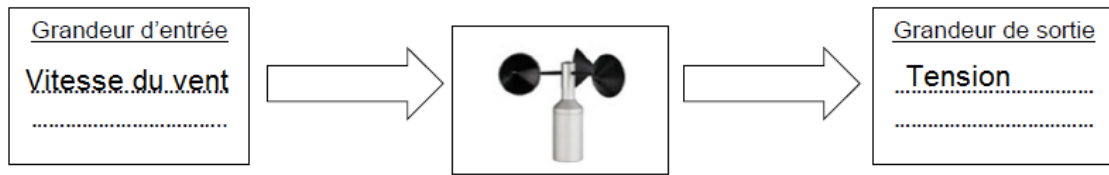
La surface totale sera donc de :

$$S_{\text{tot}} = N \times S = 68 \times 1,65 = 112,2 \text{ m}^2$$

PARTIE B - Conditions d'utilisation des éoliennes

B.1. Étude de l'anémomètre

B.1.1 Document réponse



B.1.2 Calcul, en km/h, des valeurs extrêmes que l'on peut mesurer avec cet anémomètre.

D'après le document B1, la plage de mesure pour la mesure de la vitesse du vent : 0,25 à 50 m/s. Donc, en km/h, les valeurs extrêmes mesurées seront :

$$v_{\min} = 0,25 \times 3,6 = 0,9 \text{ km.h}^{-1}$$

$$v_{\max} = 50 \times 3,6 = 180 \text{ km.h}^{-1}$$

B.1.3 Encadrement de la vitesse du vent lorsque l'anémomètre affiche une valeur de 20,0 m/s.

D'après le document B1, la précision est de +/- 3 % donc l'encadrement est de :

$$20 - 20 \times 0,03 \leq v \leq 20 + 20 \times 0,03 \quad \text{donc} \quad 19,4 \text{ m.s}^{-1} \leq v \leq 20,6 \text{ m.s}^{-1}$$

B.1.4 Les précautions que doivent prendre les manipulateurs radio sont :

- se tenir éloigné des sources radioactives
- utiliser des écrans protecteurs (béton, plomb ...)
- limiter la durée d'exposition

B.2. Calcul de la fréquence ν (en Hz) du rayonnement électromagnétique.

D'après le document B1, le rayonnement de la DEL à une longueur d'onde de 940 nm, donc :

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{940 \times 10^{-9}} = 3,19 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

D'après le document B2, ce rayonnement électromagnétique se situe dans le domaine de l'infrarouge.

B.3. Valeur de la tension v_{ph} en sortie de l'optocoupleur quand :

B.3.1 Le disque ne laisse pas passer la lumière émise par la DEL sur le phototransistor.

Lorsque le disque ne laisse pas passer la lumière émise par la DEL sur le phototransistor, la tension v_{ph} est de 12 V.

B.3.2 Le disque laisse passer la lumière émise par la DEL sur le phototransistor.

Lorsque le disque laisse passer la lumière émise par la DEL sur le phototransistor, la tension v_{ph} est de 0 V.

B.4 Une série de mesures a permis de tracer la vitesse linéaire v (en m/s) du vent en fonction de la fréquence f (en Hz) de la tension de sortie $u_s(t)$.

B.4.1 D'après le document B3, la courbe est une droite passant par l'origine donc la vitesse est proportionnelle à la fréquence. On a donc la relation suivante :

$$v = k \times f$$

B.4.2 Relation entre v et f

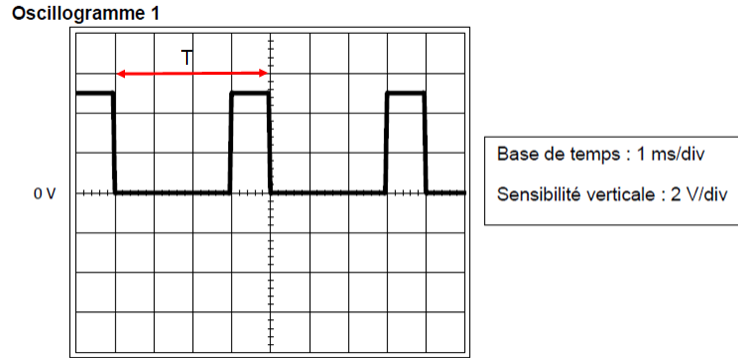
k correspond au coefficient directeur de la droite. Cette droite passe par le point 720 Hz et 50 m.s⁻¹. On en déduit la valeur de k :

$$k = \frac{50}{720} = 0,07$$

On a alors la relation : $v = 0,07 \times f$

B.5. Une simulation du dispositif permet de visualiser les tensions $u_s(t)$ en sortie

B.5.1 Mesure de la période T de la tension $u_s(t)$ à partir de l'oscillogramme 1.



D'après l'oscillogramme 1, la période T est de 4 carreaux. La base de temps utilisée est 1 ms/div donc :

$$T = 4 \times 1 = 4 \text{ ms}$$

B.5.2 calcul de la valeur de la fréquence

On a la relation :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}} = 250 \text{ Hz}$$

B.5.3 Calcul de la vitesse du vent

D'après la question B.4.2, on a la relation :

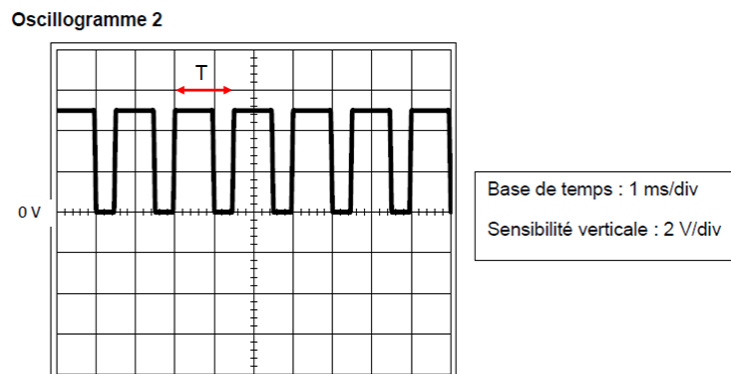
$$v = 0,07 \times f = 0,07 \times 250 = 17,5 \text{ m.s}^{-1}$$

B.5.4 Eolienne est mise en arrêt automatique ou si elle est en fonctionnement

D'après le document B5, l'éolienne est mise à l'arrêt si la vitesse du vent est supérieure à 25 m.s^{-1} .

Dans le cas de l'oscillogramme 1, la vitesse est de $17,5 \text{ m.s}^{-1}$ donc l'éolienne est en fonctionnement.

Dans le cas de l'oscillogramme 2, on calcule la période puis on en déduit la vitesse du vent :



La période T est de 1,5 carreau. La base de temps utilisée est 1 ms/div donc :

$$T = 1,5 \times 1 = 1,5 \text{ ms}$$

Donc la fréquence est de :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,5 \times 10^{-3}} = 666,7 \text{ Hz}$$

On en déduit la vitesse du vent :

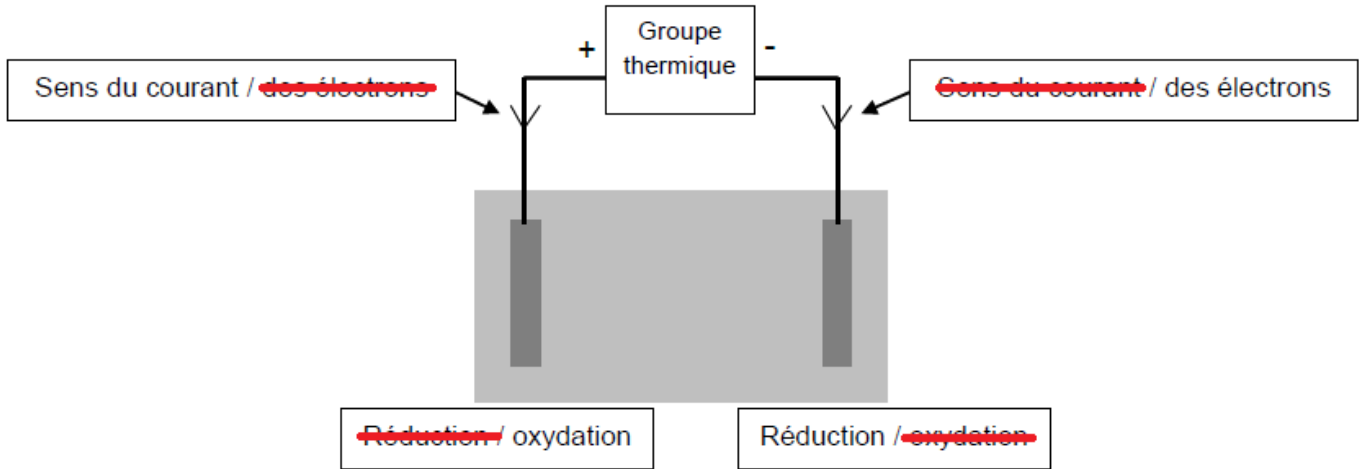
$$v = 0,07 \times f = 0,07 \times 666,7 = 46,7 \text{ m.s}^{-1}$$

Dans ce cas, l'éolienne est mise à l'arrêt car la vitesse du vent est supérieure à 25 m.s^{-1} .

PARTIE C - Fournir de l'énergie en l'absence de soleil et de vent

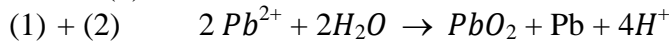
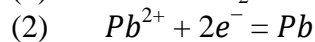
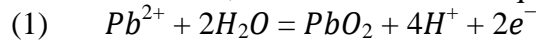
C.1. Les accumulateurs

C.1.1 Document réponse



C.1.2 Equation bilan de la réaction lors de la charge.

D'après le document C1, on a les deux demi-équations suivantes :



C.1.3 La station dispose d'accumulateurs au plomb 48 V - 3170 Ah.

C.1.3.1 Signification de ces deux indications chiffrées.

48 V correspond à la tension nominale de l'accumulateur et 3170 Ah correspond à la capacité de l'accumulateur

C.1.3.2 Calcul de l'énergie pouvant être stockée dans ces accumulateurs.

On a la relation :

$$W = Q \times U = 3170 \times 48 = 1,52 \times 10^6 \text{ Wh} = 152 \text{ kWh}$$

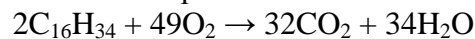
Donc l'énergie pouvant être stockée dans ces accumulateurs est de l'ordre de 150 kWh.

C.1.4 Calcul du temps pendant lequel les accumulateurs peuvent se substituer au groupe électrogène.

$$\Delta t = \frac{150}{34} = 4,4 \text{ h}$$

C.2. Le moteur diesel du groupe thermique

C.2.1 Equation de combustion complète de l'hexadécane $C_{16}H_{34}$ avec le dioxygène.



C.2.2.

C.2.2.1 Calcul de la masse de gazole correspondant au volume consommé annuellement par la station.

D'après le document C3, le volume de gazole consommé annuellement a été de 200 L.

On a la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = 770 \times 2000 = 1,54 \times 10^6 \text{ g} = 1,54 \text{ t}$$

C.2.2.2 Calcul de la quantité de matière n de l'hexadécane $C_{16}H_{34}$ consommée sur une année.

On a la relation :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1,54 \times 10^6}{226} = 6814,2 \text{ mol}$$

C.2.2.3 Calcul de la quantité de matière de dioxyde de carbone formé.

D'après l'équation bilan de combustion, on la relation :

$$\frac{n_{C_{16}H_{34}}}{2} = \frac{n_{CO_2}}{32} \quad \text{donc} \quad n_{CO_2} = \frac{32n_{C_{16}H_{34}}}{2} = 16n_{C_{16}H_{34}} = 16 \times 6814,2 = 1,1 \times 10^5 \text{ mol}$$

C.2.2.4 Calcul de la masse en dioxyde de carbone libérée dans l'atmosphère sur une année.

On a la relation :

$$n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} \quad \text{donc} \quad m_{CO_2} = n_{CO_2} \times M_{CO_2} = 1,1 \times 10^5 \times 44 = 4,84 \times 10^6 \text{ g} = 4,8 \text{ t}$$

C.2.2.4 Calcul de la valeur en tonne de la masse de CO_2 économisée par cette station mobile sur une année

D'après le document C3, la production d'électricité par le groupe thermique correspond à 9 % de la production totale annuelle de la station mobile en Haïti.

Dans le cas où le groupe thermique fonctionne à 100 %, la masse de dioxyde de carbone produite serait de :

$$m_{CO_2} = \frac{4,8 \times 100}{9} = 53,3 \text{ t}$$

La masse de dioxyde de carbone économisée est donc de :

$$m_{CO_2} = 53,3 - 4,84 = 48,5 \text{ t}$$