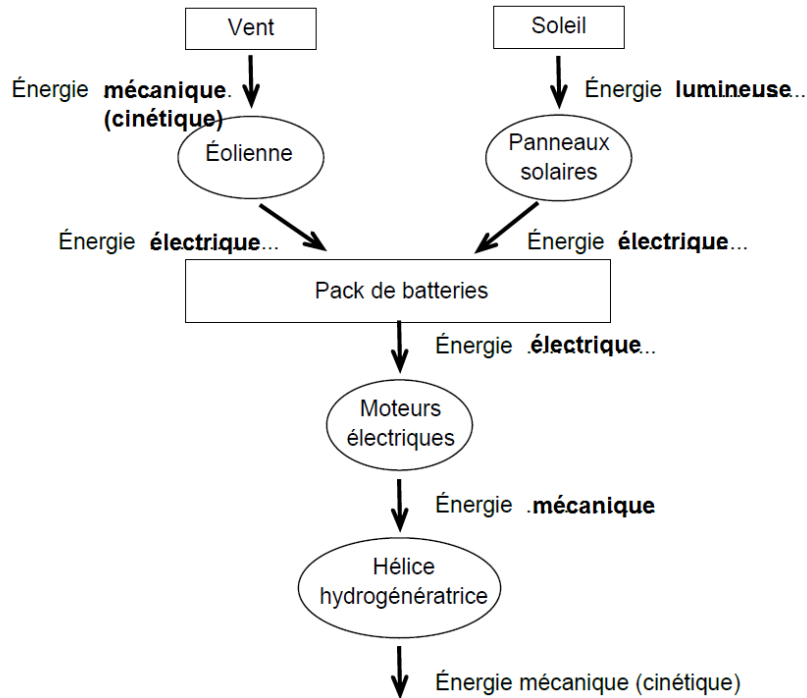


Eco sailing project : le tour du monde écologique à la voile

PARTIE A - Le système de propulsion du voilier

A.1. Chaîne énergétique

A.1.1. Chaîne énergétique globale du voilier en mode propulsion sur le document réponse



A.1.2. La chaîne proposée est compatible avec le projet d'un voyage écologique.

La chaîne proposée semble compatible avec le projet d'un voyage écologique car elle n'utilise que des sources d'énergies renouvelables.

A.2. Installation d'une éolienne

A.2.1. Vitesse de vent à partir de laquelle l'éolienne démarre.

D'après le document 1, l'éolienne démarre à partir d'une vitesse du vent de 4,2 nœuds.

A.2.2. Puissance électrique maximale que peut fournir l'éolienne quand la vitesse du vent est de 20 nœuds.

D'après le document 1, pour une vitesse du vent de 20 nœuds, la puissance électrique maximale fournie par l'éolienne est de 210 W pour la courbe supérieure.

A.2.3. Calcul de la puissance mécanique reçue par l'éolienne pour un vent de 20 nœuds.

On exprime la vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$: $v = 20 \times 0,51 = 10,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

D'après la relation donnée dans l'énoncé, on a :

$$P_{\text{méca}} = \frac{1}{2} \times C_p \times \rho \times S \times v^3 = \frac{1}{2} \times 0,47 \times 1,23 \times 0,95 \times (10,2)^3 = 291,4 \text{ W}$$

A.2.4. Calcul du rendement maximal de l'éolienne pour un vent de 20 nœuds.

On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}} = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{méca}}} = \frac{210}{291,4} = 0,72 \quad \text{soit} \quad 72 \%$$

A.3. Installation d'une hélice-hydrogénératrice

A.3.1. Détermination graphique de la puissance restituée P_{res} par l'hydrogénérateur lorsque le voilier navigue à une vitesse de 6,5 noeuds.

D'après le document 2, pour une vitesse de navigation de 6,5 noeuds, la puissance restituée P_{res} est de 350 W.

A.3.2. Calcul de l'énergie produite pendant une heure sous voile avec l'hydrogénérateur lorsque le bateau navigue à la vitesse de 6,5 noeuds.

On a la relation :

$$E = P_{res} \times t = 350 \times 3600 = 1,26 \times 10^6 \text{ J}$$

A.3.3. Calcul de la durée de fonctionnement à la puissance maximale des moteurs électriques, décrits dans le document 3 correspond à cette énergie.

D'après le document 3, les moteurs électriques ont une puissance de 2×10 kW soit 20 kW. La durée de fonctionnement est donc de :

$$E = P_{elec} \times t \quad \text{donc} \quad t = \frac{E}{P_{elec}} = \frac{1,26 \times 10^6}{20000} = 63 \text{ s}$$

La durée de fonctionnement est de presque 1 min alors qu'il faut 1h pour stocker l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les moteurs pendant ce temps. La vitesse du bateau n'est donc pas suffisante pour que l'hydrogénérateur produise suffisamment d'énergie pour faire propulser le bateau.

A.4. Choix des moteurs électriques et du parc de batteries

A.4.1. Calcul de la durée de fonctionnement des deux moteurs à pleine puissance.

D'après le document 3, les batteries stockent une énergie de 38,4 kWh.

La durée de fonctionnement des moteurs du bateau sera de :

$$E_{batt} = P_{elec} \times t \quad \text{donc} \quad t = \frac{E_{batt}}{P_{elec}} = \frac{38400}{20000} = 1,92 \text{ h}$$

A.4.2. Justification que l'Amasia ne parvient pas à franchir les 100 km lui permettant de sortir du « Pot-au-Noir » dans ces conditions.

La vitesse de 7,0 nd est de : $v = 7,0 \times 0,51 = 3,57 \text{ m.s}^{-1}$.

On a la relation :

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{donc} \quad d = v \times t = 3,57 \times 1,92 \times 3600 = 2,47 \times 10^4 \text{ m} = 24,7 \text{ km}$$

Cette distance est très inférieure à 100 km donc l'Amasia ne parvient pas à franchir les 100 km lui permettant de sortir du « Pot-au-Noir » dans ces conditions.

A.4.3. Propulsion du bateau à une vitesse $v_{réduite} = 3,0$ nd et autonomie est estimée à 24 heures.

La vitesse de 3,0 nd est de : $v = 3,0 \times 0,51 = 1,53 \text{ m.s}^{-1}$.

On a la relation :

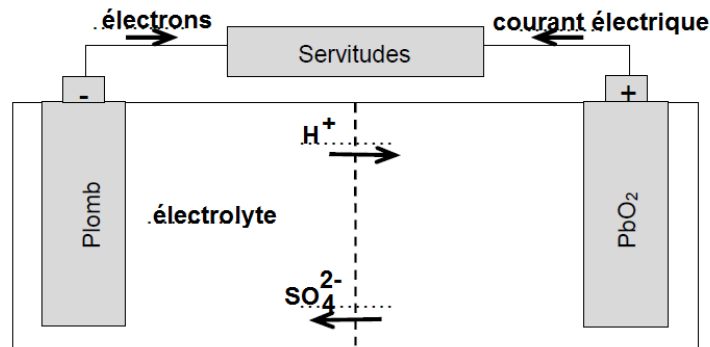
$$v_{réduite} = \frac{d}{t} \quad \text{donc} \quad d = v_{réduite} \times t = 1,53 \times 24 \times 3600 = 1,32 \times 10^5 \text{ m} = 132 \text{ km}$$

Cette distance est supérieure à 100 km donc les marins résolvent le problème de la traversée leur permettant de sortir du « Pot-au-Noir » dans ces conditions.

PARTIE B - La vie quotidienne à bord du voilier

B.1. Batteries utilisées pour alimenter les servitudes

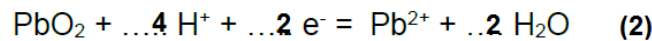
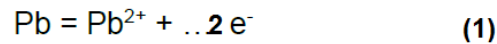
B.1.1 Schéma de la batterie du document réponse



B.1.2 Electrode où a lieu l'oxydation et celle où a lieu la réduction.

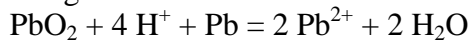
A l'électrode positive, a lieu une réduction car il y a un gain d'électrons. A l'électrode négative, à lieu une oxydation car il y a une perte d'électrons.

B.1.3. Demi-équations modélisant les réactions ayant lieu aux électrodes de la batterie au plomb.



B.1.4. Equation-bilan globale correspondant à la décharge de la batterie.

L'équation globale est obtenue en faisant : (1) + (2). On obtient donc :



B.1.5. Calcul de la durée maximale d'utilisation du bloc de batteries sans effectuer de recharge si tous les appareils de servitude fonctionnent.

D'après le document 4, le bloc batterie à une capacité de 1000 Ah avec une tension de 12 V. L'énergie correspondante est de :

$$E = Q \times U = 1000 \times 12 = 12000 \text{ Wh} = 12 \text{ kWh}$$

D'après le document 4, si tous les équipements fonctionnent en même temps, un courant de 16 A est nécessaire avec une tension de 12 V. La puissance correspondante est de :

$$P = U \times I = 12 \times 16 = 192 \text{ W}$$

La durée maximale d'utilisation du bloc batterie est de :

$$E = P \times t \quad \text{donc} \quad t = \frac{E}{P} = \frac{12000}{192} = 62,5 \text{ h}$$

B.1.6. Calcul de la quantité d'électricité totale disponible dans le bloc de batteries au plomb et calcul de la quantité d'électrons que peut faire circuler le bloc de batteries.

La capacité de la batterie est de 100 Ah donc $Q = 1000 \times 3600 = 3,6 \times 10^6 \text{ C}$.

On a la relation :

$$Q = n_{e^{-}} \times F \quad \text{donc} \quad n_{e^{-}} = \frac{Q}{F} = \frac{3,6 \times 10^6}{96500} = 37,3 \text{ mol}$$

B.1.7. Calcul de la masse de cet oxyde consommé lors de la décharge totale des deux batteries.

D'après la demi-équation (2) de la question B.1.3., on a la relation :

$$\frac{n_{\text{PbO}_2}}{1} = \frac{n_{e^{-}}}{2} \quad \text{donc} \quad n_{\text{PbO}_2} = \frac{37,3}{2} = 18,7 \text{ mol}$$

On a la relation :

$$n_{\text{PbO}_2} = \frac{m_{\text{PbO}_2}}{M_{\text{PbO}_2}} \quad \text{donc} \quad m_{\text{PbO}_2} = n_{\text{PbO}_2} \times M_{\text{PbO}_2} = 18,7 \times 240 = 4488 \text{ g} = 4,5 \text{ kg}$$

B.2 Batterie en mode recharge

B.2.1. Calcul de l'intensité I du courant lors de la recharge du bloc de batteries avec ces panneaux.

D'après le document 4, les panneaux solaires fournissent une puissance $P = 400 \text{ W}$ et la tension est de 12 V pour le bloc de batteries. On a la relation :

$$P = U \times I \quad \text{donc} \quad I = \frac{P}{U} = \frac{400}{12} = 33,3 \text{ A}$$

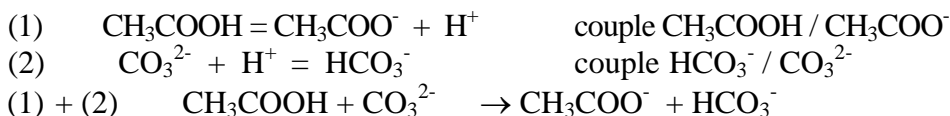
B.2.2. Calcul de la durée de recharge avec les panneaux.

On a la relation :

$$Q = I \times t \quad \text{donc} \quad t = \frac{Q}{I} = \frac{1000}{33,3} = 30 \text{ h}$$

B.3 Utilisation du vinaigre comme détartrant

B.3.1. Equation de la réaction acido-basique entre les ions carbonate $\text{CO}_3^{2-}{}_{\text{aq}}$ et l'acide éthanóique $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{aq}}$.



B.3.2. Acide et la base formés lors de cette réaction.

Lors de cette réaction, l'acide produit est CO_2 , H_2O et la base produite est CH_3COO^- .

PARTIE C - Les missions scientifiques

C.1. Mission 1 : pose de balises électroniques

D'après le document 8, la technologie GSM utilise une fréquence de 900 MHz . La longueur d'onde correspondante est de :

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,0 \times 10^8}{900 \times 10^6} = 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$$

D'après le document 7, la dénomination internationale du domaine des ondes électromagnétiques utilisées par cette technologie est UHF (ultra haute fréquence).

C.2. Mission 2 : capteur posé sur Amasia

C.2.1. Grandeurs d'entrée et de sortie de la sonde CTN.

D'après le document 9, la grandeur d'entrée est la température et la grandeur de sortie est la résistance.

C.2.2. Justification de l'abréviation CTN.

Pour une thermistance CTN, la valeur de la résistance diminue lorsque la température augmente d'où la signification coefficient de température négatif.

C.2.3. Détermination de la valeur de la résistance de la sonde CTN à la température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

D'après le document 9, pour une température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, la valeur de la résistance est $205 \text{ } \Omega$.

C.2.4. Variation de la valeur en ohm de la résistance de la CTN.

Autour de la valeur de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, on peut considérer que la courbe est une droite. k correspond donc au coefficient directeur de cette droite. La valeur de la résistance peut se mettre sous la forme :

$$\Delta R = k \times \Delta \theta$$

Pour calculer la valeur de k , on choisit deux points de part et d'autres de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Par exemple :

A ($31 \text{ }^\circ\text{C}$; $135 \text{ } \Omega$) et B ($16 \text{ }^\circ\text{C}$; $235 \text{ } \Omega$). On a alors :

$$\Delta R = k \times \Delta \theta \quad \text{donc} \quad k = \frac{\Delta R}{\Delta \theta} = \frac{R_B - R_A}{\theta_B - \theta_A} = \frac{235 - 135}{16 - 31} = -6,7 \text{ } \Omega \cdot \text{K}^{-1}$$

La valeur de k est bien égale à $-7 \text{ } \Omega \cdot \text{K}^{-1}$