

SUR UN BATEAU DU VENDÉE GLOBE

PARTIE A : BESOINS EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET SOLUTION DU MOTEUR DIESEL.

A.1 Besoins en énergie électrique

A.1.1 La relation est la suivante :

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

A.1.2 Poste 1 : $E_1 = P_1 \times \Delta t_1 = 50 \times 2 = 100 \text{ Wh}$

Poste 2 : $E_2 = P_2 \times \Delta t_2 = 40 \times 20 = 800 \text{ Wh}$

Poste 3 : $E_3 = P_3 \times \Delta t_3 = 80 \times 24 = 1920 \text{ Wh}$

Poste 4 : $E_4 = P_4 \times \Delta t_4 = 40 \times 12 = 480 \text{ Wh}$

Poste 5 : $E_5 = P_5 \times \Delta t_5 = 70 \times 10 = 700 \text{ Wh}$

$$E_{\text{total}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 = 100 + 800 + 1920 + 480 + 700 = 4000 \text{ Wh}$$

Postes de consommation d'énergie électrique	Puissance en watts (W)	Durée de fonctionnement par jour en heures (h)	Énergie consommée par jour en wattheures (W.h)
Poste 1 : Dessalinisateur	50	2	100
Poste 2 : Pilotage automatique	40	20	800
Poste 3 : Ordinateur + GPS + radio	80	24	1920
Poste 4 : Éclairage intérieur	40	12	480
Poste 5 : Feux de signalisation	70	10	700
Ensemble des postes			4000

A.2 Le moteur Diesel

A.2.1. A.2.1.1 La signification des pictogrammes est la suivante :

1 : Inflammable

2 : irritant, toxique

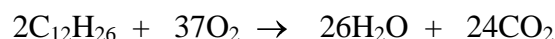
3 : danger pour la santé (mutagène, cancérogène, réprotoxique)

4 : danger pour l'environnement

A.2.1.2 Lors du 3^{ème} temps du moteur Diesel (injection – combustion – détente), il y a libération d'énergie par le mélange « air + combustible. Lors de ce temps, il y a une réaction de combustion donc libération d'énergie.

A.2.1.3 Le fonctionnement de ce moteur repose sur le principe d'auto-inflammation du gasoil. Donc la température du mélange air-combustible doit être supérieure à celle de la température d'auto-inflammation du gasoil c'est-à-dire 225°C.

A.2.2. Equation de combustion du dodécane :



PARTIE B : ÉTUDE DE MODES DE PRODUCTION D'ÉNERGIE PLUS « PROPRES ».

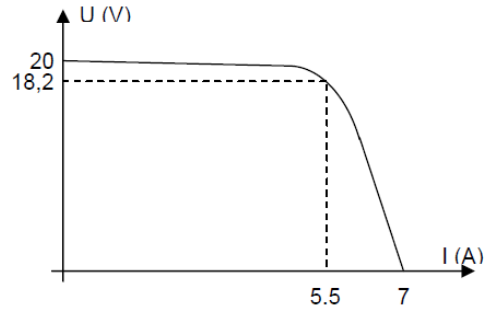
B.1. Panneaux photovoltaïques

B.1.1

Valeurs caractéristiques : (à compléter)

Tension nominale	18,2 V
Intensité nominale	5,5 A
Tension à vide	20 V
Intensité de court-circuit	7 A

Caractéristique tension - courant :



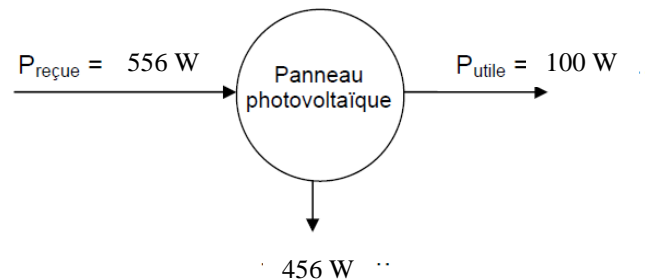
B.1.2 Calcul de P_{\max}

$$P_{\max} = U \times I = 18,2 \times 5,5 = 100 \text{ W}$$

B.1.3 Calcul de $P_{\text{reçue}}$

$$P_{\text{reçue}} = E \times S = 1000 \times 0,556 = 556 \text{ W}$$

B.1.4 $P_{\text{Perdue}} = P_{\text{reçue}} - P_{\text{utile}} = 556 - 100 = 456 \text{ W}$



B.1.5 Pour un panneau photovoltaïque, les pertes sont de nature thermique et il existe également des pertes par rayonnement.

B.1.6 B.1.6.1 On a la relation :

$$E_{\text{panneau}} = P \times \Delta t = 180 \times 5 = 900 \text{ Wh.m}^{-2}$$

B.1.6.2 Calcul de la surface des panneaux

$$S = \frac{E_{\text{jour}}}{E_{\text{panneau}}} = \frac{4,00}{0,9} = 4,44 \text{ m}^2$$

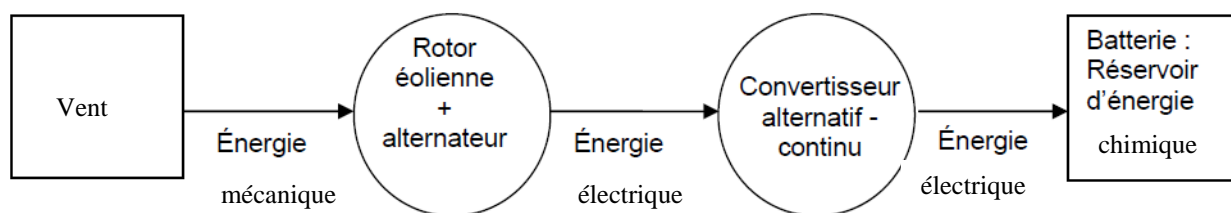
B.1.6.3 Les paramètres pouvant influencer sur l'énergie produite par ces panneaux photovoltaïques sont :

- l'éclairement
- l'inclinaison des panneaux

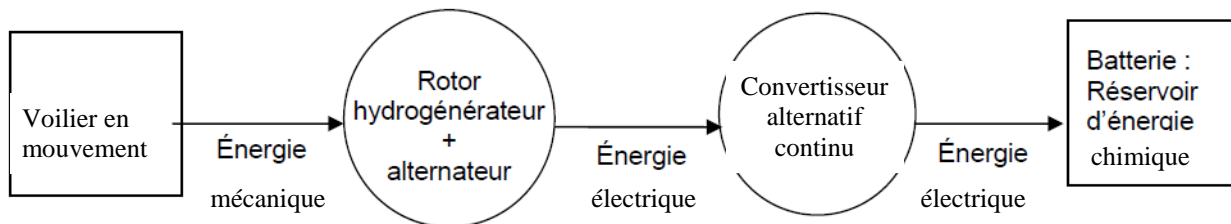
B.2. Éolienne ou hydrogénérateur

B.2.1

Chaîne de conversion « éolienne vers batterie »



Chaîne de conversion « hydrogénérateur vers batterie »



B.2.2 B.2.2.1 D'après le document ressource n°3, la puissance produite par l'hydrogénérateur est toujours supérieure à celle produite par l'éolienne.

B.2.2.2 D'après le document ressource n°3, on peut estimer la puissance moyenne produite à 250 W par jour donc, pour une journée, la puissance est de $250 \times 24 = 6000 \text{ Wh} = 6 \text{ kWh}$. L'énergie produite est bien supérieure aux besoins journaliers sur le voilier.

B.2.3 B.2.3.1 D'après le document ressource n°4, le vent apparent est le vent que l'on ressent sur le bateau. Les performances d'une éolienne dépendent du vent apparent.

B.2.3.2 Les jours pendant lesquels la production d'énergie de l'éolienne ne suit pas la même évolution que celle de l'hydrogénérateur sont entre les jours 4 et 6 puis entre les jours 12 et 18 lorsque l'éolienne ne produit aucune énergie contrairement à l'hydrogénérateur.

B.2.3.3 D'après le document ressource n°4, le vent apparent est le plus faible lorsque l'allure suivie par le voilier est vent arrière. C'est, lors de cette allure, que le fonctionnement de l'éolienne est le plus faible contrairement à l'hydrogénérateur qui continue de fonctionner car le voilier avance.

PARTIE C. ÉTUDE DE QUELQUES APPAREILS INDISPENSABLES À BORD.

C.1. La batterie

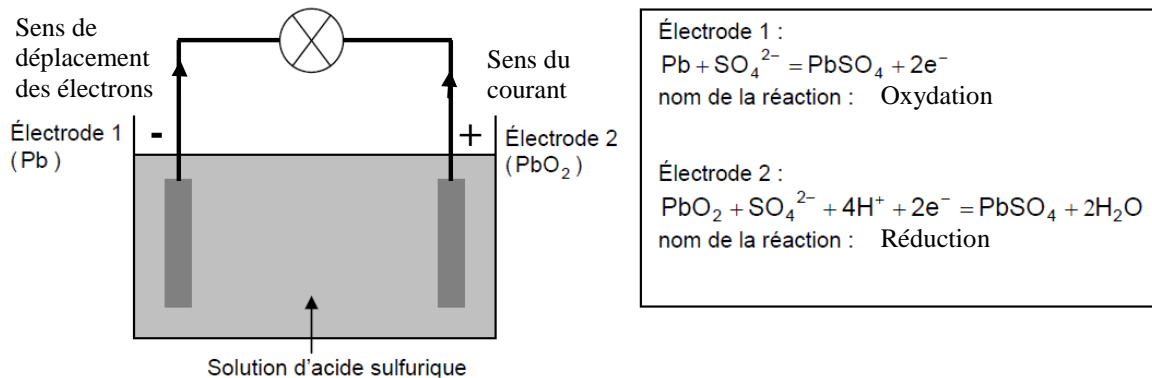
C.1.1 Décharge d'une batterie au plomb.

C.1.1.1 Un oxydant est une espèce chimique capable de capter un ou plusieurs électrons.

Un réducteur est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs électrons.

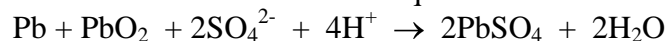
C.1.1.2

Décharge d'une batterie au plomb (fonctionnement lorsque la batterie fournit de l'énergie à un récepteur électrique)



C.1.1.3 Equation de la réaction lors de la décharge :

On additionne les deux demi-équations des électrodes 1 et 2



C.1.2 C.1.2.1 L'indication 160 A.h représente la capacité de la batterie.

C.1.2.2 Calcul de l'énergie stockée E_{batterie}

$$E_{\text{batterie}} = Q \times U = 160 \times 12 = 1920 \text{ Wh}$$

C.1.2.3 Calcul de la masse minimale de la batterie.

D'après le document ressource n°5, l'énergie massique est comprise entre 30 et 40 Wh.kg⁻¹. Donc pour avoir la masse minimale, on doit diviser par l'énergie massique maximale soit 40 Wh.kg⁻¹

$$m = \frac{E_{\text{batterie}}}{E_{\text{massique}}} = \frac{1920}{40} = 48 \text{ kg}$$

C.1.2.4 D'après le document ressource n°5, une batterie lithium-ion a une énergie massique plus grande que celle d'une batterie au plomb. Donc une batterie lithium ion aura une masse plus faible que celle d'une batterie au plomb.

L'énergie volumique d'une batterie lithium ion est également plus grande que celle d'une batterie au plomb. Donc une batterie lithium ion occupera un volume inférieur à celui d'une batterie au plomb.

C.2. Le dessalinisateur

C.2.1 Calcul de la masse d'eau.

Le volume total d'eau consommée pendant 100 jours est de 10 L par jours donc $V_{\text{total}} = 10 \times 100 = 1000 \text{ L} = 1 \text{ m}^3$.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ donc } m = \rho \times V = 1000 \times 1 = 1000 \text{ kg}$$

La masse d'eau à emporter est importante (1000 kg soit 1 tonne). Ce qui représente également un volume important. Cela entraîne une charge supplémentaire au voilier et peut donc diminuer ces performances.

C.2.2 D'après le document ressource n°6, le débit volumique D_V du dessalinisateur est de $5,7 \text{ L.h}^{-1} \pm 15 \%$.

$$D_V = \frac{V}{t} \quad \text{donc} \quad V = D_V \times t = 5,7 \times 2 = 11,4 \text{ L} \pm 1,7 \text{ L}$$

Le dessalinisateur produit entre 9,7 et 13,1 L d'eau douce. Cela est suffisant car cela couvre les besoins en eau par jour qui sont de 10 L.

C.2.3

$$D_V = 5,7 \text{ L.h}^{-1} = \frac{5,7 \times 1 \times 10^{-3}}{3600} = 1,58 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Le débit est donné à 15% près donc $1,58 \times 10^{-6} \times 0,15 = 0,24 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$$D_V = 1,58 \times 10^{-6} \pm 0,24 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

C.3 Le récepteur G.P.S

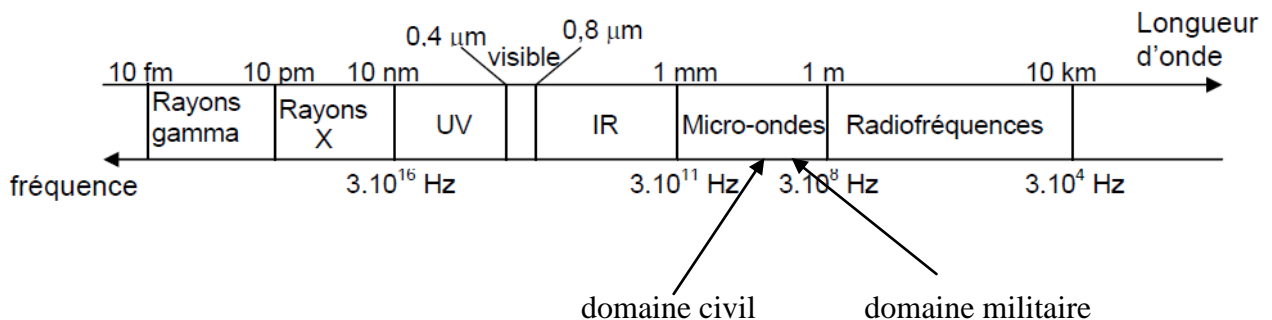
C.3.1 Une onde électromagnétique est constituée d'un champ électrique et d'un champ magnétique.

C.3.2

Pour le domaine civil : $f = 1\,575,42 \text{ MHz} = 1,57542 \times 10^9 \text{ Hz}$

Pour le domaine militaire : $f = 1\,227,60 \text{ MHz} = 1,22760 \times 10^9 \text{ Hz}$

Spectre électromagnétique. Les différents domaines regroupent des ondes aux propriétés similaires.



C.3.3 La relation est :

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

C.3.4 Calcul de la longueur d'onde

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \times 10^8}{1,57542 \times 10^9} = 0,190 \text{ m}$$

C.3.5 La vitesse du signal correspond à la vitesse c de la lumière. On a la relation :

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad \text{donc} \quad d = \Delta t \times v = 70 \times 10^{-3} \times 3,00 \times 10^8 = 2,1 \times 10^7 \text{ m} = 21000 \text{ km}$$

D'après l'énoncé ces satellites sont situés à 20000 km de la Terre. Donc la distance calculée est plausible.