

Chaque réponse devra être rédigée. On déterminera d'abord les relations littérales et on fera ensuite les applications numériques (aucun point ne sera attribué pour les calculs intermédiaires). Chaque résultat doit être accompagné de son unité et donné avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données.

Note

/20

Ce sujet porte sur la production d'électricité sur des bateaux, voiliers et sous marins. Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

## **PARTIE 1 : Les monocoques autour du monde**

Sur un voilier participant à une course tel que le Vendée-globe, le (ou la) skipper dispose de divers appareils nécessitant une alimentation en électricité. Ainsi, on trouve :

- un dessalinisateur pour produire de l'eau douce à partir de l'eau de mer ;
- un système de pilotage automatique;
- un ordinateur de bord, un système de localisation (G.P.S.) et un système de communication (radio) ;
- des lampes intérieures et feux de signalisation extérieurs.

La solution classique pour disposer d'électricité à bord est d'utiliser un moteur Diesel (qui ne doit pas servir à la propulsion du bateau) couplé à un alternateur pour recharger les batteries.

### **A. Besoins en énergie par transfert électrique**

Le **document ressource n°1 page 3** donne les ordres de grandeurs des puissances et des durées de fonctionnement par jour pour les différents postes de consommation.

**A.1.** Calculer l'énergie consommée par chaque poste de consommation par jour ainsi que l'énergie consommée pour l'ensemble des postes par jour et compléter le **document réponse n°1 page 4**. **Rédiger le calcul pour un poste sur votre copie.**

0,5  
1

### **B. Le moteur Diesel**

Analyser le **document ressource n°2 page 3** puis répondre aux questions suivantes :

**B.1.** L'un des hydrocarbures que l'on trouve dans le gasoil est le dodécane de formule chimique  $C_{12}H_{26}$ . Ecrire, en l'équilibrant, l'équation de la combustion complète du dodécane dans le dioxygène de l'air.

1,5

**B.2.** En moyenne, les coureurs du Vendée globe, emmènent 50 litres de gasoil. En considérant, que tout le gasoil est composé de dodécane, calculer la quantité de matière de dodécane embarquée.

2

**B.3.** En déduire la quantité de matière de dioxyde de carbone produite si tout le gasoil est consommé. Vous pouvez vous aider d'un tableau d'avancement.

2

**B.4.** Calculer l'empreinte carbone (masse de dioxyde de carbone produite) du voilier lors de la course si tout le gasoil est consommé.

1

----

**C : ÉTUDE D'UN MODE DE PRODUCTION D'ÉNERGIE PLUS « PROPRE ».**

Lors de la dernière édition du Vendée Globe, l'intégralité de la flotte était équipée d'au moins un système de production énergétique alternatif que sont les éoliennes, les panneaux solaires ou les hydrogénérateurs. Nous étudierons ici les panneaux photovoltaïques.

**Données :** La puissance reçue  $P_{re\grave{c}ue}$  par un panneau de surface  $1\text{ m}^2$  dans les conditions idéales de rayonnement est de 556 W. La puissance du transfert électrique  $P_{elec}$  produite dans ces conditions est de 180 W.

**C.1.** Compléter le schéma du bilan énergétique du panneau photovoltaïque sur le **document réponse n°2 page 4.**

**C.2.** Exprimer puis calculer le rendement de conversion du panneau photovoltaïque. Commenter.

**C.3.** On s'intéresse à la surface de panneau nécessaire :

**C.3.1.** Calculer l'énergie du transfert électrique, noté  $W_{e_{panneau}}$ , produite par un mètre carré de panneau pour une journée proposant 5 heures d'un rayonnement idéal.

**C.3.2** En déduire la surface de panneaux devant être installée sur le bateau pour répondre aux besoins journaliers d'un voilier (voir question A.1.).

**C.3.3** Quel(s) paramètre(s) peut(vent) influencer sur l'énergie produite par ces panneaux solaires photovoltaïques ?

1,5

2

1,5

1

1

----

**PARTIE 2 : La propulsion du sous-marin "le terrible".**

D'abord propulsé par des moteurs Diesel rechargeant des batteries, les sous-marins ne pouvaient pas rester en plongée très longtemps car pour utiliser leur moteur, ils devaient obligatoirement faire surface pour évacuer les gaz d'échappement des moteurs. Tout changea avec la propulsion nucléaire : ce n'était plus la propulsion qui limitait la plongée mais la résistance physique de l'équipage.

Dans cette partie, on se propose d'étudier le mode de propulsion du dernier sous-marin nucléaire français " le Terrible" qui entrera bientôt en service. Un tel sous marin utilise comme combustible de l'uranium enrichi en isotope  $^{235}_{92}\text{U}$  (cet isotope est fissile).

**A partir du document ressource n°3 page 3 :**

1. Equilibrer l'équation de fission d'un noyau d'uranium en déterminant le nombre  $x$  de neutrons émis.

2. Montrer que l'énergie libérée par la fission, selon l'équation, d'un noyau d'uranium vaut :  
 $E_{lib} = 1,79397 \cdot 10^{-10}\text{ J}$ .

3. Il se produit  $5,15 \cdot 10^{18}$  fissions par seconde. En déduire que la masse d'uranium consommée en 1 s vaut  $2,01 \cdot 10^{-3}\text{ g}$ .

Un tel sous-marin est prévu pour naviguer pendant une durée de 2 mois.

4. Quelle masse minimale d'uranium 235 devra t-il embarquer pour assurer son approvisionnement en énergie pendant cette durée ?

Données : 1 mois =  $2,6 \cdot 10^6\text{ s}$ .

1

2

1

1

----

## DOCUMENTS

### Document ressource n°1 :

Exemples de besoins des différents postes de consommation d'énergie électrique à bord d'un voilier lors de la course du Vendée Globe :

Postes de consommation d'énergie électrique	Puissance en watts (W)	Durée de fonctionnement par jour en heure (h)
Poste 1 : Dessalinisateur	50	2,0
Poste 2 : Pilotage automatique	40	20
Poste 3 : Ordinateur + GPS + radio	80	24
Poste 4 : Éclairage intérieur	40	12
Poste 5 : Feux de signalisation	70	10

### Document ressource n°2 :

#### Fiche technique du gasoil :

COMPOSITION	MÉLANGE D'HYDROCARBURES ET ADDITIFS
Masse volumique à 15°C	840 g/L
T° d'auto-inflammation	225 °C
Précautions	

Masses molaires : M(C)=12 g/mol M(O)=16 g/mol M(H)=1,0 g/mol

### Document ressource n°3

Les noyaux d'uranium 235 peuvent subir différentes fissions. La plus fréquente est donnée par l'équation suivante :



- Masse des noyaux :

noyau	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$	${}^{140}_{54}\text{Xe}$	${}^1_0\text{n}$
masse (kg)	$3,90217 \cdot 10^{-25}$	$1,55915 \cdot 10^{-25}$	$2,30631 \cdot 10^{-25}$	$1,67493 \cdot 10^{-27}$

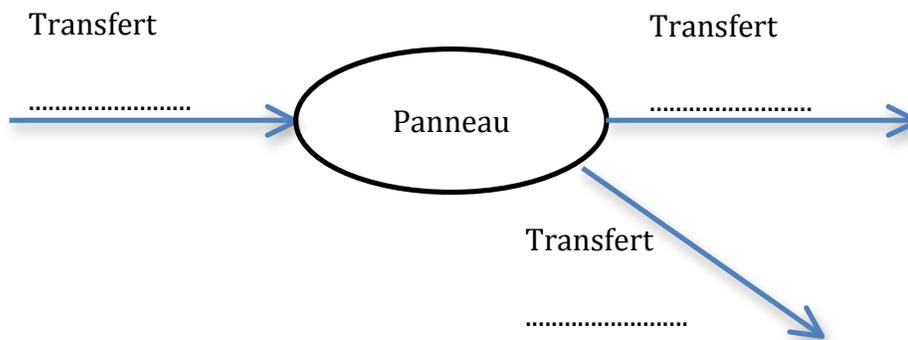
- Célérité de la lumière :  $c = 2,99792 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- Nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Masse molaire de  ${}^{235}_{92}\text{U}$  :  $M = 235 \text{ g/mol}$

## DOCUMENTS REPONSES (à rendre avec la copie)

### Document réponse n°1 :

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	
Poste 2 : Pilotage automatique	40	20	
Poste 3 : Ordinateur + GPS + radio	80	24	
Poste 4 : Éclairage intérieur	40	12	
Poste 5 : Feux de signalisation	70	10	
Ensemble des postes			

### Document réponse n°2 : Bilan énergétique du panneau



## Correction du devoir surveillé n°6

### Partie 1 :

**A.1.** La puissance  $P$  et le transfert d'énergie sont reliées par la relation :  $P = \frac{W_e}{t}$  où  $t$  est une durée.

On cherche l'énergie consommée donc on va utiliser la relation suivante :  $W_e = P \times t$  où la durée est exprimée en heure, la puissance en  $W$  donc l'énergie en  $W.h$ .

Poste 1 :  $W_{e1} = P_1 \times t_1 = 50 \times 2,0 = 100 W.h$

**B.1.** Combustion complète du dodécane :  $2 C_{12}H_{26} + 37 O_2 \rightarrow 26 H_2O + 24 CO_2$

**B.2.** Quantité de matière de gasoil : on utilise la masse volumique et la masse molaire du gasoil

$\rho = \frac{m}{V}$  avec  $m = n \times M$  soit  $\rho = \frac{n \times M}{V}$  et on cherche  $n = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{840 \times 50}{170} = 2,5 \cdot 10^2 \text{ mol}$   
il y a  $2,5 \cdot 10^2$  mol de dodécane dans un volume de 50 L gasoil.

**B.3.** Quantité de matière de  $CO_2$  formé : d'après l'équation de la combustion, il apparait 24 mol de  $CO_2$  quand 2 mol de dodécane disparaissent soit :  $n(CO_2) = 24/2 \times n(C_{12}H_{26}) = 3,0 \cdot 10^3 \text{ mol}$   
Il s'est formé  $3,0 \cdot 10^3$  mol de  $CO_2$  lors de la combustion de 50 L de gasoil.

**B.4.** Empreinte carbone :  $m(CO_2) = n(CO_2) \times M(CO_2) = 3,0 \cdot 10^3 \times 44 = 1,3 \cdot 10^5 \text{ g} = 1,3 \cdot 10^2 \text{ kg}$ .

**C.2.** Rendement du panneau photovoltaïque :  $r = \frac{P_{elec}}{P_{reçue}} = \frac{180}{556} = 0,32$  soit 32 %.

**C.3.1.** énergie produite par  $1 \text{ m}^2$  de panneau :  $W_{panneau} = P_{elec} \times \Delta t = 180 \times 5 = 900 W.h$

**C.3.2.**  $W_{consommée} = 4000 W.h$  donc pour produire 4000 W.h il faudra une surface telle que :  
 $S = 4000/900 = 4,4 \text{ m}^2$ .

**C.3.3.** La présence de nuages ainsi que l'inclinaison des rayons du Soleil par rapport à la surface du panneau solaire peuvent faire varier la production d'énergie.

### Partie 2 :

**1.** d'après la loi de conservation de la masse, on peut écrire :  $235 + 1 = 94 + 140 + x \times 1$   
d'où  $x = 2$ , il y a deux neutrons émis lors de cette fission.

**2.**  $E_{libérée} = |\Delta m| \times c^2$  avec  $|\Delta m| = m(Sr) + m(Xe) + 2 m(n) - m(U) - m(n) = 1,99607 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
d'où  $E_{libérée} = 1,79397 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ .

**3.** Une fission correspond à la disparition d'un noyau d'uranium donc la masse d'uranium consommée en 1 s est :

$$m(U) = 5,15 \cdot 10^{18} \times 3,90217 \cdot 10^{-25} = 2,01 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = 2,01 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

**4.** Un mois correspond à  $2,6 \cdot 10^6$  s donc la masse nécessaire d'uranium pour 2 mois est telle que :

$$m'(U) = 2,01 \cdot 10^{-3} \times 2,6 \cdot 10^6 \cdot 2 = 10,4 \cdot 10^3 \text{ g} = 10,4 \text{ kg}$$