

UN PASSEUR ZÉRO ÉMISSION

B.1. Questions préliminaires. La constitution du gazole

- B.1.1. En s'appuyant sur le **document B1 de la page 11**, expliquer en quelques mots l'expression « passeur zéro émission ».

Lors d'une traversée aucune espèce chimique n'est rejetée dans l'environnement contrairement à l'utilisation d'un moteur à combustion qui rejette entre autres du dioxyde de carbone (gaz à effet de serre) et des particules fines (suspectées de provoquer chez l'homme des maladies graves).

- B.1.2. À l'aide des **documents B2 et B3 de la page 11**, expliquer pourquoi la masse volumique du gazole n'est pas fixée, mais peut varier dans une fourchette de valeurs.

Le gazole n'est pas un corps pur, c'est un mélange dont la proportion de chaque espèce chimique peut varier en fonction de la composition initiale du pétrole brut distillé.

Puisque la composition du gazole peut varier, sa masse volumique également.

- B.1.3. En vous aidant de l'**annexe B4 de la page 12** présentant la coupe d'une tour de distillation du pétrole brut, donner un encadrement de la température d'ébullition du gazole.

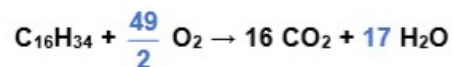
La température d'ébullition du gazole est comprise entre 280 °C et 350°C.

B.2. Propriétés de l'hexadécane

- B.2.1. Compléter sur le **document réponse DR2 de la page 16** le schéma du transducteur PT100 en précisant les grandeurs physiques d'entrée et de sortie.

B.3. La combustion du gazole

- B.3.1. Reproduire et ajuster sur votre copie l'équation de combustion complète du gazole :



- B.3.2. À l'aide des données du **document B3 de la page 11**, calculer l'énergie produite par la combustion de 20 L de gazole.

Détailler soigneusement les calculs et donner le résultat en **MJ**, puis en **kW. h**.

Rappel : 1 kW.h = 3 600 kJ et 1 M = 10⁶

L'énergie libérée par la combustion de 20 L de gazole se calcule grâce à la

relation : $E_{\text{libérée}} = P_{\text{Cmoyen}} \times m_{\text{gazole}}$

or $m_{\text{gazole}} = \rho_{\text{moyen}} \times V_{\text{gazole}}$

donc $m_{\text{gazole}} = 850 \times 20 = 1,7 \cdot 10^4 \text{ g} = 17 \text{ kg}$

d'où $E_{\text{libérée}} = 44,8 \times 17 = 7,7 \cdot 10^2 \text{ MJ}$

Comme 1 MJ = 10⁶ J = 10³ kJ, $E_{\text{libérée}} = 7,7 \cdot 10^5 \text{ kJ}$

Et comme 1 kW.h = 3600 kJ $E_{\text{libérée}} = \frac{7,7 \cdot 10^5}{3600} = 2,1 \cdot 10^2 \text{ kW.h}$

- B.3.3.** Commenter alors la phrase suivante affirmée dans le **document B1 de la page 11** :
« Une batterie de 200 kW.h en LiFePO4 correspondant à une technologie sûre et accessible financièrement permet de remplacer 20 litres de gazole pour fournir la même énergie ».

L'énergie libérée par la combustion de 20 L de gazole est proche de 200 kW.h, il faudrait comparer les pertes des deux dispositifs pour voir si les deux systèmes sont équivalents d'un point de vue énergétique.

- B.3.4.** Par un calcul que vous détaillerez, montrer que la quantité de matière contenue dans 20 L de gazole est d'environ 75 mol.

La masse de gazole contenue dans 20 L de gazole est de 17 kg = $17 \cdot 10^3$ g (voir question B.3.2.)

La masse molaire du gazole est $226 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Donc la quantité est $n = \frac{m}{M} = \frac{17 \cdot 10^3}{226} = 75 \text{ moles}$.

- B.3.5.** En déduire la quantité de matière en moles de CO_2 produite par la combustion complète de 20 L de gazole.

D'après l'équation de la combustion complète du gazole, la combustion d'une mole de gazole ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$) produit 16 moles de dioxyde de carbone (CO_2).

La combustion de 75 moles de gazole produira donc $75 \times 16 = 1,2 \cdot 10^3$ moles de dioxyde de carbone.

- B.3.6.** En utilisant le volume molaire des gaz, montrer que le volume de dioxyde de carbone, CO_2 , produit par la consommation de 20 L de gazole est d'environ 29 m³.

Donnée : volume molaire des gaz à 20°C et sous pression atmosphérique :

$$V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Rappel : $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

À 20°C, $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

(Ce qui signifie qu'une mole de gaz occupe un volume de 24,0 L)

Pour $1,2 \cdot 10^3$ moles de CO_2 , le volume occupé est $V = 1,2 \cdot 10^3 \times V_m$
 $V = 1,2 \cdot 10^3 \times 24,0 = 29 \cdot 10^3 \text{ L}$.

Comme $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$, $V = 29 \text{ m}^3$

Le volume occupé par le dioxyde de carbone est bien de 29 m³.

B.4. Gain d'émission de CO₂ par traversée

- B.4.1.** La distance d'une traversée est d'environ **100 m**. En exploitant le **document A4 de la page 7** et en considérant que chaque traversée s'effectue « à plein », c'est-à-dire que la capacité maximale en passagers est atteinte, montrer que le besoin énergétique d'une traversée est de **56 W.h**.

D'après le document A4, le bateau peut transporter au maximum 35 passagers et la consommation énergétique par passager est de 16 W.h/km.

Lorsque le bateau est « à plein » la consommation est donc de $16 \times 35 = 5,6 \cdot 10^2$ W.h/km donc $5,6 \cdot 10^2$ Wh pour 1 km.

Pour un trajet de 100 m soit 0,100 km, l'énergie consommée est donc de $0,100 \times 5,6 \cdot 10^2 = 56$ W.h

- B.4.2.** Par un raisonnement détaillé, en déduire alors que le volume de dioxyde de carbone équivalent produit par chaque traversée avec une propulsion à combustion, serait de **8,1L**.

La combustion de 20 L de gazole libère une énergie d'environ 200 kW.h.

Pour disposer d'une énergie de 56 W.h, il faut donc brûler :

$$\frac{56 \times 20}{200 \cdot 10^3} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ L de gazole.}$$

La combustion de 20 L de gazole libère 29 m³ de CO₂, donc pour $5,6 \cdot 10^{-3}$ L, le volume de CO₂ libéré est :

$$\frac{5,6 \cdot 10^{-3} \times 29}{20} = 8,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 8,1 \text{ L.}$$

- B.4.3.** Sachant que le trafic est d'environ 200 traversées par jour, estimer le gain annuel en tonnes de dioxyde de carbone du choix de la propulsion électrique.

Donnée : 1 L de CO₂ a une masse d'environ **1,8 g**.

D'après le calcul précédent, pour une traversée avec un moteur à combustion émet 8,1 L de CO₂.

Donc en 1 an (365 j), il y aurait une émission de $8,1 \times 200 \times 365 = 5,91 \cdot 10^5$ L de CO₂.

Donc une masse $m = 1,8 \times 5,91 \cdot 10^5 = 1,06 \cdot 10^6$ g = 1,06 t de CO₂.