

Fiche N°2-5
Combustion :
Aspect énergétique

Passeur Zéro émission

Bateau professionnel bateau à passagers Passeur zéro-émission



Document B1 : solutions et choix énergétiques de la compagnie Alt.en pour la propulsion

L'adoption des batteries LiFePO₄ a permis de remplacer les moteurs à combustion utilisant comme carburant le gazole dont la combustion produit un des principaux gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone, ainsi que de nombreuses particules fines, suspectées d'être à l'origine de maladies à long terme.

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.

Pour limiter l'utilisation de la voiture, le quartier de la Chaume et les quais du port de pêche des Sables d'Olonne sont reliés par une navette maritime appelée communément « Le Passeur ».

Source : d'après « Navette maritime – Passeur A » sur <http://www.lessablesdolonne-tourisme.com/>

La ville des Sables d'Olonne a passé commande à *Alternative Energies (Alt.en)* de deux passeurs électriques zéro émission qui bénéficient des dernières évolutions technologiques en matière de propulsion et d'énergie. Des modifications sur l'intégration hydrodynamique ont permis de réduire significativement la consommation.

La technologie « lithium fer phosphate » a été choisie pour les batteries. Le passage aux batteries lithium combiné à une installation photovoltaïque à haut rendement procure une autonomie suffisante pour effectuer la journée de service sans recharge.

Source : d'après <http://www.alternativesenergies.com/index.php/fr/news-fr/6-alten-livre-deux-passeurs-zero-emission-pour-les-sables-d-olonne>

PARTIE B – UN PASSEUR ZÉRO ÉMISSION

Cette partie a pour objectif d'estimer le gain en gaz d'émission CO_2 à chaque traversée grâce au passage à la propulsion électrique.

Nous considérerons que chaque traversée se fait à plein, c'est-à-dire que la capacité maximale de passagers est atteinte.

B.1 Questions préliminaires. La constitution du gazole

- B.1.1** En s'appuyant sur le **document B1** expliquer en quelques mots l'expression « passeur zéro émission ».
- B.1.2** À l'aide des **documents B2 et B3** expliquer pourquoi la masse volumique du gazole n'est pas fixée, mais peut varier dans une fourchette de valeurs.
- B.1.3** En vous aidant de **l'annexe B4** présentant la coupe d'une tour de distillation du pétrole brut, donner un encadrement de la température d'ébullition du gazole.

Document B2 : composition du gazole

L'essence et le gazole (également appelé gas-oil ou diesel) sont deux types de carburants issus du raffinage de pétrole brut. Ils se différencient par leurs caractéristiques chimiques ainsi que par le type de moteurs qu'ils alimentent.

L'essence est composée d'un mélange d'hydrocarbures légers, majoritairement de l'heptane (C_7H_{16}), tandis que le gazole est constitué d'hydrocarbures plus lourds répartis autour de l'hexadécane ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$). Ils sont tous deux produits à partir de pétrole brut dont les composants sont extraits en différentes coupes par distillation. Les produits en résultant sont ensuite soumis à un certain nombre de transformations pour en améliorer la qualité.

Document B3 : caractéristiques physico-chimiques du gazole et de l'hexadécane

Gazole

Masse volumique : $820 \text{ g.L}^{-1} < \rho < 860 \text{ g.L}^{-1}$

Masse volumique moyenne : $\rho_{\text{moyen}} = 850 \text{ g.L}^{-1}$

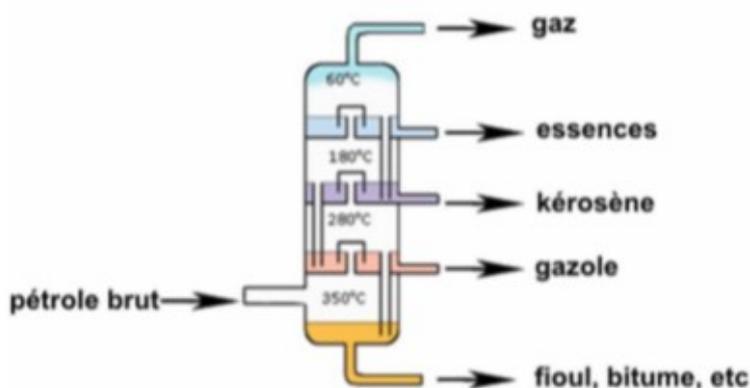
Pouvoir calorifique moyen : $\text{PC}_{\text{moyen}} = 44,8 \text{ MJ.kg}^{-1}$

Hexadécane ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$)

Masse molaire : $M = 226 \text{ g.mol}^{-1}$

Température d'ébullition à la pression atmosphérique : $t_{\text{éb}} = 286,87^\circ\text{C}$

Document B4 : distillation du pétrole brut

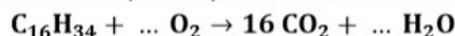


Source : Chimie Organique, troisième degré. Travail collectif réalisé par des professeurs de chimie sous la direction des Inspecteurs Philippe ARNOUD, Jacques FURNÉMONT et Pierre COLLETTE.

B.3 La combustion du gazole

Pour la suite, on considérera que le gazole est constitué exclusivement de l'hydrocarbure hexadécane $C_{16}H_{34}$.

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 = 10^6

B.3.3 Commenter alors la phrase suivante

« Une batterie de 200 kW.h en $LiFePO_4$ correspondant à une technologie sûre et accessible financièrement permet de remplacer 20 litres de gazole pour fournir la même énergie ».

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**.

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

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 : $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$

B.4 Gain d'émission de CO_2 par traversée

Les questions de la **partie B.3** ont permis d'établir que la consommation de **20 L** de gazole produit environ **200 kW.h** et libère environ **29 m³** de dioxyde de carbone, CO_2 .

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**.

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 **8,1 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 CO_2 a une masse d'environ **1,8 g**.