Spécialité : Du carburant à partir de l'eau de mer

Bac S 2018 Inde (Pondichéry) (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Justifier que les alcanes synthétisés à partir de l'eau de mer par le procédé du NRL peuvent servir de carburant pour les avions.

D'après le texte, le catalyseur du NRL fournit un mélange liquide d'alcanes dont la chaîne compte de 9 à 16 atomes de carbone.

Le schéma du raffinage montre que le kérosène, carburant des avions tiré du pétrole, est la coupe des hydrocarbures de C_{10} à C_{16}.

Les alcanes synthétisés (C_9 à C_{16}) ont pratiquement les mêmes longueurs de chaîne que le kérosène (C_{10} à C_{16}) : le mélange obtenu peut le remplacer.

MÉTHODE
Pour « justifier » à partir de documents : citer l'information utile de chaque document, puis les rapprocher dans une phrase de conclusion. Une affirmation sans renvoi aux documents ne rapporte pas les points.

2 Écrire une équation de réaction modélisant la synthèse d'un alcane à partir de dioxyde de carbone et de dihydrogène (il se forme aussi de l'eau). Problème : estimer le volume d'eau de mer nécessaire pour fabriquer 1 L de carburant, sans compter l'eau servant à produire H_2.

Données utiles tridécane : $M = 184\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 13 atomes de carbone, $\rho = 0{,}756\ \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$; eau de mer : $\rho_{\text{mer}} = 1{,}03\ \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$; extraction de 92 % du CO_2 ; graphique : $2060\ \mu\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ de CO_2 dissous en surface

Équation de la synthèse. Un alcane a pour formule brute C_nH_{2n+2}. On ajuste dans l'ordre C, puis O, puis H :

$$n\,CO_2 + (3n+1)\,H_2 \longrightarrow C_nH_{2n+2} + 2n\,H_2O$$

Pour le tridécane ($n = 13$) : $13\,CO_2 + 40\,H_2 \longrightarrow C_{13}H_{28} + 26\,H_2O$.

Problème. Hypothèses : le carburant est assimilé à du tridécane pur (alcane du milieu de la coupe C_9 à C_{16}) ; l'eau est puisée en surface ; la synthèse est totale.

Quantité d'alcane dans $V = 1$ L $= 1000$ mL de carburant :

$$n_{\text{alc}} = \frac{\rho V}{M} = \frac{0{,}756 \times 1000}{184} = 4{,}11\ \text{mol}$$

Quantité de CO_2 à extraire. D'après l'équation, il faut 13 mol de CO_2 par mole de tridécane :

$$n_{CO_2} = 13\,n_{\text{alc}} = 13 \times 4{,}11 = 53{,}4\ \text{mol}$$

Masse d'eau de mer. En surface, le graphique donne $2060\ \mu\text{mol}$ de CO_2 par kilogramme d'eau. La cellule en récupère 92 %, soit $0{,}92 \times 2060 = 1{,}90 \times 10^3\ \mu\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1} = 1{,}90 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$.

$$m_{\text{mer}} = \frac{53{,}4}{1{,}90 \times 10^{-3}} = 2{,}8 \times 10^4\ \text{kg}$$

Volume d'eau de mer :

$$V_{\text{mer}} = \frac{m_{\text{mer}}}{\rho_{\text{mer}}} = \frac{2{,}8 \times 10^4}{1{,}03} = 2{,}7 \times 10^4\ \text{L}$$

Regard critique. Avec le nonane on trouve 26 m³ et avec l'hexadécane 28 m³ : le choix de l'alcane change peu l'estimation. Ce volume, de l'ordre d'un bassin de 10 m sur 2 m profond de 1,4 m, est très grand devant 1 L de carburant mais dérisoire à l'échelle de l'océan.

$V_{\text{mer}} \approx 2{,}7 \times 10^4$ L, soit environ $27\ \text{m}^3$ d'eau de mer pour 1 L de carburant.

PIÈGE
Oublier le coefficient 13 entre l'alcane et CO_2, ou laisser la concentration en $\mu\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$. Le graphique donne une quantité par kilogramme d'eau : on obtient une masse, à convertir en volume avec ρ_{mer}.

COMPRENDRE
C'est une estimation : deux chiffres significatifs suffisent (92 % en a deux). Tout autre alcane de C_9 à C_{16} ou toute profondeur jusqu'à 500 m est accepté ; le résultat reste entre 25 et 28 m³.

COMPRENDRE
La « résolution de problème » de l'ancien enseignement de spécialité n'existe plus sous cette forme. Les outils employés ici (quantité de matière, masse volumique, stœchiométrie) restent au programme actuel.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{0.756 \times 1000}{184} \approx 4.108696$$

$$\frac{13 \times 0.756 \times 1000}{184} \approx 53.41304$$

$$0.92 \times 2060 \approx 1895.2$$

$$\frac{\frac{13 \times 0.756 \times 1000}{184}}{0.92 \times 2060 \times 10^{-6}} \approx 28183.33$$

$$\frac{\frac{13 \times 0.756 \times 1000}{184}}{\frac{0.92 \times 2060 \times 10^{-6}}{1.03}} \approx 27362.45$$