Spécialité : Energie thermique des mers

Bac S 2019 Polynésie (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1.1 Justifier le réglage du spectrophotomètre à 415 nm pour ce dosage.

Les solutions à doser sont jaunes : elles absorbent surtout la couleur complémentaire du jaune, diamétralement opposée sur le cercle chromatique, c'est-à-dire le violet.

La longueur d'onde 415 nm se situe dans le violet (entre 400 nm et 460 nm sur le cercle).

À 415 nm, l'absorbance de l'espèce jaune est proche de son maximum : les mesures sont les plus sensibles et les plus précises.

PIÈGE
Dire que la solution « absorbe le jaune ». Elle paraît jaune parce qu'elle laisse passer le jaune et absorbe le violet.

1.2 Quel est l'intérêt du chauffage de l'échantillon d'eau de mer ?

Le chauffage évapore une partie de l'eau : le volume est divisé par 10 alors que la quantité d'ions nitrate ne change pas. La concentration en ions nitrate est donc multipliée par 10.

L'échantillon concentré a une absorbance assez grande (0,37) pour être mesurée avec précision et pour se placer dans le domaine de la gamme d'étalonnage.

COMPRENDRE
Avec environ $10^{-5}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, l'eau de mer non concentrée aurait une absorbance voisine de 0,04, plus faible que celle de S_1 : la lecture serait très imprécise.

1.3 Calculer la concentration de la solution mère et des solutions filles, compléter l'annexe, puis expliquer comment le technicien détermine la concentration en ions nitrate des eaux profondes et vérifier l'ordre de grandeur annoncé.

Données utiles $m = 160$ mg ; $M(NH_4NO_3) = 80{,}0$ g · mol^{-1} ; $V = 1{,}00$ L ; $V_{fille} = 100$ mL ; $A = 0{,}37$ pour l'échantillon concentré 10 fois

Solution mère. D'après l'équation de dissolution, une mole de NH_4NO_3 donne une mole d'ions NO_3^- :

$$C = \frac{m}{M \times V} = \frac{160 \times 10^{-3}}{80{,}0 \times 1{,}00} = 2{,}00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Solutions filles. La quantité de matière se conserve lors d'une dilution : $C \times V_{prélevé} = C_i \times V_{fille}$, donc $C_i = C \times \frac{V_{prélevé}}{V_{fille}}$.

Pour S_1 : $C_1 = 2{,}00 \times 10^{-3} \times \frac{5{,}0}{100} = 1{,}0 \times 10^{-4}$ mol · L^{-1}. De même pour les autres :

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4
C_i (mol · L^{-1})	$1{,}0 \times 10^{-4}$	$2{,}0 \times 10^{-4}$	$4{,}0 \times 10^{-4}$	$8{,}0 \times 10^{-4}$
A	0,14	0,28	0,55	1,1

Échelle du graphique. Les points sont placés aux graduations 1, 2, 4 et 8 : une graduation principale représente $1{,}0 \times 10^{-4}$ mol · L^{-1}.

Méthode. C'est un dosage par étalonnage. La courbe $A = f(C)$ est une droite passant par l'origine : l'absorbance est proportionnelle à la concentration (loi de Beer-Lambert). On reporte $A = 0{,}37$ sur la droite et on lit en abscisse $C_{concentrée} = 2{,}7 \times 10^{-4}$ mol · L^{-1}.

L'échantillon a été concentré 10 fois : $C_{eau} = \frac{C_{concentrée}}{10}$.

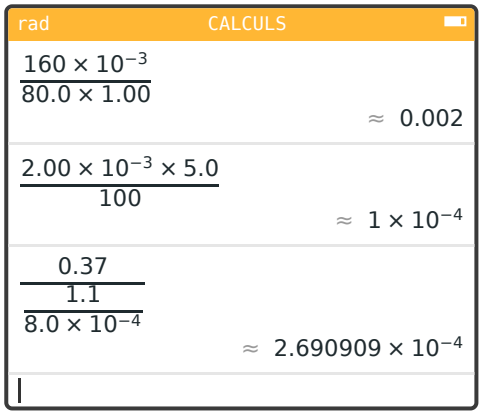
$C_{eau} = 2{,}7 \times 10^{-5}$ mol · L^{-1} : l'ordre de grandeur est bien 10^{-5} mol · L^{-1}, comme annoncé.

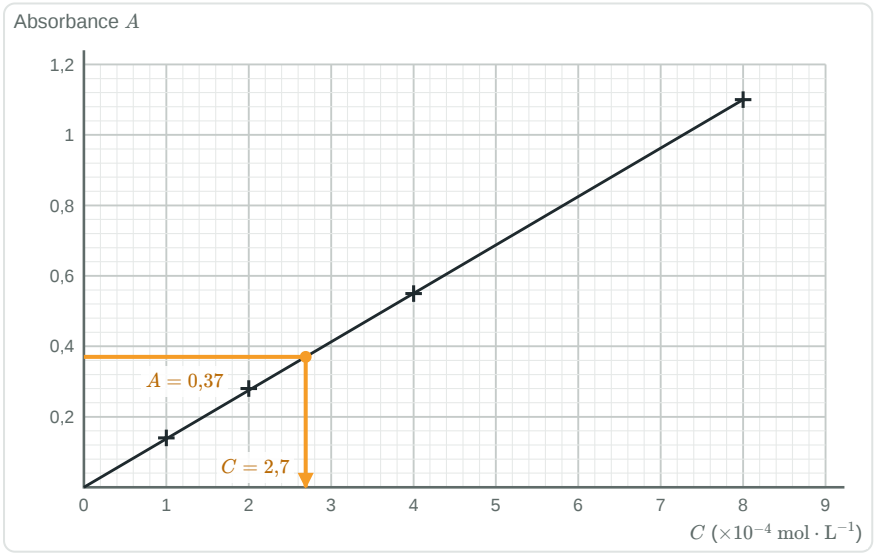
PIÈGE
Oublier de diviser par 10 la concentration lue : la droite donne celle de l'échantillon chauffé, pas celle de l'eau de mer.

COMPRENDRE
Chiffres significatifs : les volumes prélevés et les absorbances en ont deux, les concentrations des solutions filles et la lecture graphique s'écrivent donc avec deux chiffres.

MÉTHODE
Vérifier la lecture par le calcul : la droite passe par S_4, donc $k = 1{,}1 \div (8{,}0 \times 10^{-4})$ et $C = A \div k$.

À LA CALCULATRICE





1.3 · Annexe complétée : échelle des abscisses et lecture de la concentration pour $A = 0{,}37$

2 Quelle masse de CO_2 le projet NEMO permettrait-il d'éviter de rejeter par an en remplaçant une centrale au fuel de même puissance ? Commenter.

Données utiles $P = 10{,}7$ MW ; 890 g de CO_2 par kWh ; $D = 33\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; excès de CO_2 dissous : $202 \times 10^{-6}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 6,8 mol de CO_2 par mole de NO_3^- ; $C_{\text{eau}} = 2{,}7 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (1.3) ; $M(CO_2) = 44{,}0\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Centrale au fuel. En un an, $\Delta t = 365 \times 24 = 8\,760$ h. Énergie produite :

$$E = P \times \Delta t = 10{,}7 \times 10^3\ \text{kW} \times 8\,760\ \text{h} = 9{,}37 \times 10^7\ \text{kWh}$$

$m_{\text{fuel}} = 890 \times 9{,}37 \times 10^7 = 8{,}34 \times 10^{10}$ g, soit $8{,}34 \times 10^4$ tonnes.

Station NEMO. Volume d'eau profonde pompé en un an :

$V = D \times \Delta t = 33 \times 365 \times 24 \times 3\,600 = 1{,}04 \times 10^9\ \text{m}^3 = 1{,}04 \times 10^{12}$ L

On considère que $202 \times 10^{-6}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est l'excès de CO_2 de l'eau profonde par rapport à l'eau de surface. Par litre d'eau rejetée :

- CO_2 consommé par la matière vivante : $6{,}8 \times 2{,}7 \times 10^{-5} = 1{,}84 \times 10^{-4}$ mol ;
- CO_2 libéré dans l'atmosphère : $202 \times 10^{-6} - 1{,}84 \times 10^{-4} = 1{,}8 \times 10^{-5}$ mol.

$m_{\text{NEMO}} = n \times M = 1{,}84 \times 10^{-5} \times 1{,}04 \times 10^{12} \times 44{,}0 = 8{,}4 \times 10^8$ g, soit environ 840 tonnes.

Masse évitée. $m_{\text{fuel}} - m_{\text{NEMO}} = 8{,}34 \times 10^{10} - 0{,}08 \times 10^{10}$

> NEMO éviterait le rejet d'environ $8{,}3 \times 10^{10}$ g de CO_2 par an, soit $8{,}3 \times 10^4$ tonnes.

Commentaire. NEMO rejette environ 100 fois moins de CO_2 qu'une centrale au fuel de même puissance : près de 99 % des émissions sont évitées, l'intérêt environnemental est net.

PIÈGE
Croire qu'une station ETM ne rejette rien. L'eau profonde remontée libère du CO_2 : il faut retrancher ce rejet à celui de la centrale au fuel.

COMPRENDRE
Le rejet de NEMO vient d'une différence de deux nombres voisins (202 et 184) : il dépend fortement de la lecture graphique de 1.3. La masse évitée, elle, y est presque insensible.

MÉTHODE
Problème ouvert : annoncer le plan (rejet du fuel, rejet de NEMO, différence), travailler en kWh pour utiliser directement « 890 g par kWh », garder un chiffre de plus dans les calculs intermédiaires.

À LA CALCULATRICE

