

1 – CO₂ et effet de serre

1.1- Effet de serre : le rayonnement IR proche (≈ 800 nm) solaire est absorbé par le sol, qui s'échauffe, en émettant de l'IR lointain moins énergétique. Ce rayonnement est réfléchi par le verre, ou absorbé par certaines molécules (H₂O, CO₂, CH₄ ...) atmosphériques : il se trouve piégé dans l'atmosphère ; cet apport d'énergie provoque le réchauffement atmosphérique.

1.2.1- et 1.2.2-

Longueur d'onde λ (m)	$\lambda_1 = 4\,255 \cdot 10^{-9}$ m	$\lambda_2 = 7\,562 \cdot 10^{-9}$ m	$\lambda_3 = 15\,015 \cdot 10^{-9}$ m
Fréquence ν (Hz = s ⁻¹) $\nu = \frac{c}{\lambda}$	$\nu_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{4255 \cdot 10^{-9}} = 7,05 \cdot 10^{13}$ Hz	$\nu_2 = 3,97 \cdot 10^{13}$ Hz	$\nu_3 = 2,00 \cdot 10^{13}$ Hz
Énergie E (J) $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$	$E_1 = 6,62 \cdot 10^{-34} \times 7,05 \cdot 10^{13} = 4,67 \cdot 10^{-20}$ J	$E_2 = 2,63 \cdot 10^{-20}$ J	$E_3 = 1,32 \cdot 10^{-20}$ J
Énergie E (eV) $E(\text{eV}) = \frac{E(\text{J})}{1,6 \cdot 10^{-19}}$	$E_1 = \frac{4,67 \cdot 10^{-20}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,292$ eV	$E_2 = 0,164$ eV	$E_3 = 8,28 \cdot 10^{-2}$ eV

Conversion des J en eV :

1 eV	$1,6 \cdot 10^{-19}$ J
E (eV) = ?	E (J)

1.2.3- Ces énergies sont stockées dans l'atmosphère : réchauffement.

2 – Nitrates

4-1- Effet de serre : Le rayonnement IR proche solaire (env. 800 nm) est absorbé par le sol, qui s'échauffe en émettant un rayonnement IR lointain (5.000 à 100.000 nm) moins énergétique. Ce rayonnement est absorbé par certaines molécules atmosphériques (H₂O, CO₂, NH₄ ...) : il se retrouve piégé dans l'atmosphère; cet apport d'énergie provoque le réchauffement atmosphérique. Or, document 5, le N₂O absorbe essentiellement un rayonnement de longueur d'onde d'environ 5.000 nm : il contribue donc à l'effet de serre.

4-2- Autres gaz à effet de serre : H₂O, CO₂, NH₄ ...

5-1- Loi de Beer-Lambert : $A = \log\left(\frac{I_0}{I}\right) = \varepsilon \cdot l \cdot C$

A : absorbance ; I₀ : intensité incidente ; I : intensité transmise ; ε : coefficient d'extinction molaire ; l : longueur traversée (m) ; c : concentration (mol.L⁻¹).

5-2- 415 nm : violet. C'est la couleur complémentaire du jaune : plus la solution apparaît jaune, plus elle absorbe la couleur complémentaire, le violet.

5-3- A = f(C) : on obtient une droite passant par l'origine. Par méthode graphique on obtient

$$C = 2,25 \text{ mg N.L}^{-1}. \text{ Soit : } [\text{NO}_3^-] = C \times \frac{M(\text{NO}_3^-)}{M(\text{N})} = \frac{2,25 \times 62}{14} = 10 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$$

Cette valeur est conforme avec le document 3.

3 – Phosphates

3.1- Lorsqu'un faisceau de lumière monochromatique traverse une substance transparente homogène, dissoute dans un solvant non absorbant, une partie de son énergie peut être absorbée. Le taux de décroissance de l'intensité lumineuse I est proportionnel à l'épaisseur traversée l et à la concentration C de la substance.

La DO est proportionnelle à $l \times C$: pour une épaisseur déterminée, on a la DO proportionnelle à C . on peut donc tracer une droite d'étalonnage $DO = f(C)$.

3.2- D'après la courbe, la concentration de l'eau de source diluée 10 fois est $C_d = 0,44 \text{ mg.L}^{-1}$. Soit une concentration de l'eau de source : $C = 4,4 \text{ mg.L}^{-1}$ en phosphore P.

On recherche la concentration massique c_m en phosphate PO_4^{3-} :

$$c_m(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{C}{M(\text{P})} \times M(\text{PO}_4^{3-}) = \frac{4,4 \times (31 + 4 \times 16)}{31} = 13,5 \text{ mg.L}^{-1}$$

3.3- On a donc une concentration molaire en PO_4^{3-} :

$$[\text{PO}_4^{3-}] = \frac{c_m(\text{PO}_4^{3-})}{M(\text{PO}_4^{3-})} = \frac{13,5}{31 + 4 \times 16} = 0,14 \text{ mmol.L}^{-1}$$

Or pour un même apport en phosphore P on a deux fois moins de molécules de P_2O_5 que de PO_4^{3-} :

$$n(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{n(\text{PO}_4^{3-})}{2} : [\text{P}_2\text{O}_5] = \frac{[\text{PO}_4^{3-}]}{2} = \frac{0,14}{2} = 7,1 \cdot 10^{-2} \text{ mmol.L}^{-1} \text{ soit une concentration massique}$$

en P_2O_5 : $t(\text{P}_2\text{O}_5) = [\text{P}_2\text{O}_5] \times M(\text{P}_2\text{O}_5) = 7,1 \cdot 10^{-2} \times (2 \times 31 + 5 \times 16) = 10 \text{ mg.L}^{-1} > 5 \text{ mg.L}^{-1}$ de

P_2O_5 ; la valeur mesurée est deux fois supérieure à la norme : l'eau est trop riche en phosphore. Une conséquence pour l'environnement peut être l'eutrophisation du milieu, par excès d'apport nutritif (si la quantité d'azote est suffisante).

4 – Nitrites

2.11- On réalise une solution mère de volume $V = 1 \text{ L}$, à $2,3 \text{ g.L}^{-1}$ de NO_2^- . La masse de nitrite de sodium nécessaire pour obtenir 1 litre de solution vaut :

$$m(\text{NaNO}_2) = n(\text{NaNO}_2) \times M(\text{NaNO}_2) = \frac{m(\text{NO}_2^-)}{M(\text{NO}_2^-)} \times M(\text{NaNO}_2)$$

$$m(\text{NaNO}_2) = \frac{2,3}{14 + 2 \times 16} \times (23 + 14 + 2 \times 16) = 3,45 \text{ g}$$

2.13- D'après la courbe – et la loi de Beer-Lambert – la concentration est proportionnelle à l'absorbance. Donc, si on dilue x fois la concentration, l'absorbance est divisée par x : l'expérience confirme ce résultat : $0,334 \approx 0,169 \times 2 \approx 0,036 \times 10$.

Courbe : $[\text{NO}_2^-] = 0,7 \text{ mg.L}^{-1} = 700 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$.

2.14- La concentration mesurée est environ 7 fois supérieure à la valeur tolérée ($100 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$) : l'eau n'est pas potable.

5 – Nitrates

2-1- On obtient une droite qui passe par l'origine. (vérification de la loi de Beer-Lambert)

2-2- D'après la droite, une absorbance de 0,5 correspond à une concentration $[\text{NO}_3^-] = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$.

Soit une quantité de matière : $n(\text{NO}_3^-) = [\text{NO}_3^-] \times V = 4,0 \cdot 10^{-6} \times 100 \cdot 10^{-3} = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$

Ce qui correspond à une masse d'azote, sachant qu'une mole de N provient de 1 mole de NO_3^- :

$m(\text{N}) = n(\text{NO}_3^-) \times M(\text{N}) = 4,0 \cdot 10^{-6} \times 14 = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ de N dans un échantillon de 1 g

Le pourcentage massique en azote nitrique est donc :

$$P = \frac{m(\text{N})}{m(\text{échantillon})} \times 100 = \frac{3,5 \cdot 10^{-4}}{1} \times 100 = 0,034 \% \text{ de N-NO}_3^- \text{ dans le sol.}$$

6 – Nitrates

1- Le dosage des ions nitrates NO_3^- a été réalisé par spectrophotométrie.

1.1- La longueur d'onde est choisie pour être au maximum d'absorption. Elle se détermine à partir du tracé du spectre d'absorption : $A = f(\lambda)$

$$1.2- E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{415 \cdot 10^{-9}} = 4,79 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1.3- C_m(\text{N}) = [\text{NO}_3^-] \times M(\text{N}) = \frac{C_m(\text{NO}_3^-)}{M(\text{NO}_3^-)} \times M(\text{N}) = \frac{36,7}{14 + 16 \times 3} \times 14 = 8,29 \text{ mg.L}^{-1}$$