

1 – CO₂ et effet de serre

1- Un des thèmes de la conférence de RIO (1992) portait sur l'émission de dioxyde de carbone dans la troposphère. Une des conséquences de l'augmentation de la concentration de ce gaz étant la dérive de l'effet de serre.

1.1 (0,5 pt) Expliquer succinctement le phénomène « effet de serre »

1.2 (1,5 pt) Sachant que les pics d'absorption du dioxyde de carbone ont pour longueur d'onde respectivement : $\lambda_1 = 4\,255\text{ nm}$; $\lambda_2 = 7\,562\text{ nm}$; $\lambda_3 = 15\,015\text{ nm}$

1.2.1 Calculer la fréquence d'une de ces radiations.

1.2.2 Calculer l'énergie du photon correspondant exprimée en J et en eV.

1.2.3 Expliquer le devenir de ces énergies.

On donne :

Vitesse de la lumière :	$c = 3.10^8\text{ m.s}^{-1}$
Constante de Planck :	$h = 6,62.10^{-34}\text{ J.s}$
Électron volt :	$1\text{ eV} = 1,6.10^{-19}\text{ J}$

2 – Nitrates

4- Lors de la dénitrification, une substance intermédiaire est également produite : le protoxyde d'azote, N₂O, gaz fortement impliqué dans l'accroissement de l'effet de serre.

4-1 Expliquer avec précision le mécanisme de l'effet de serre.

En vous aidant du document N°5, justifier la participation du protoxyde d'azote à l'effet de serre.

4-2 Citer d'autres gaz à effet de serre.

5- pour déterminer la teneur en ions nitrate de l'eau drainée par un sol sur lequel on cultive de la moutarde (voir document N°3, campagne 1988-89), on procède à un dosage par une méthode spectrophotométrique à une longueur d'onde de 415 nm.

En présence de salicylate de sodium, les ions nitrate donnent du paranitrosalicylate de sodium de couleur jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

La mesure de l'absorbance pour des solutions étalonnées a permis d'établir le tableau de résultats suivant :

Concentration en azote N (sous forme de nitrate) C_m en mg.L ⁻¹	0,0	0,5	1,0	2,5	5,0
Absorbance A	0,000	0,148	0,338	0,814	1,590

5-1 Donner l'expression de la loi utilisée par cette méthode de dosage.

5-2 Indiquer le domaine des radiations électromagnétiques auquel appartient la radiation de 415 nm. Justifier.

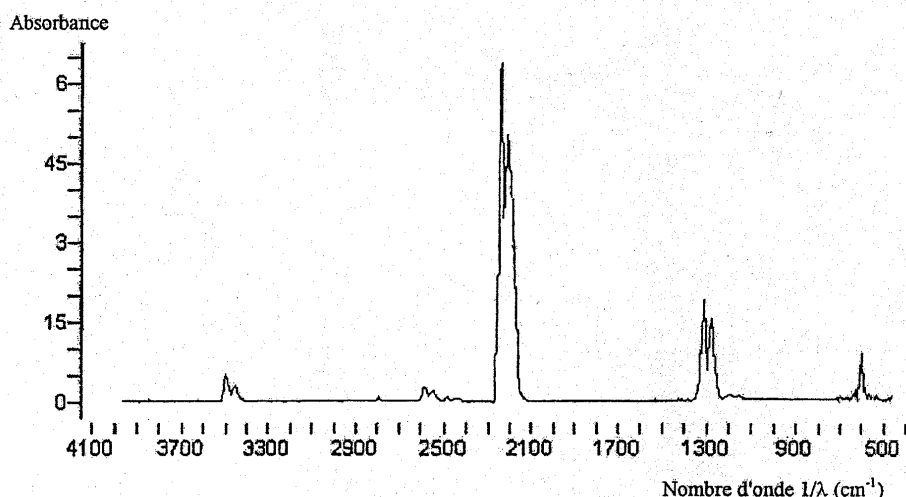
5-3 Tracer la courbe $A = f(C_m)$.

5-4 Pour la solution à analyser, le spectrophotomètre indique une valeur d'absorbance égale à 0,720. En déduire la teneur en nitrate de la solution analysée (en mg.L⁻¹). Vérifier ce résultat avec la valeur donnée dans le document N°3.

Masse molaire $M(\text{N}) = 14\text{ g.mol}^{-1}$ $M(\text{NO}_3^-) = 62\text{ g.mol}^{-1}$

DOCUMENT 3 : Extrait de l'analyse d'eau, campagne 1988-89
teneur en nitrates : 10 mg.L⁻¹.

DOCUMENT 5 : Spectre IR du protoxyde d'azote N₂O



Nombre d'onde en cm ⁻¹	1000	2000	3000	3500	D'après NIST Chemistry WebBook
λ en nm	10000	5000	3300	2870	http://spectra.galactic.com

3 – Phosphates

3- Les eaux de surface sont susceptibles d'être polluées par les lessives, notamment à cause de leur teneur en phosphates. Afin de titrer les phosphates d'une eau de source, on réalise un dosage par une méthode spectrophotométrique dans le visible (colorimétrie) – (norme AFNOR NF T 90 023). En premier lieu, on établit une gamme étalon qui permet de faire la série de mesures suivantes :

Concentration en phosphore (C_m en mg.L ⁻¹) de la solution étalon	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Absorbance A (ou Densité Optique DO)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50

3.1 (1,75 pt) Expliquer le principe de la méthode colorimétrique.

Tracer la courbe $A = f(c)$

3.2 (1 pt) Pour l'eau de source analysée, qu'il a fallu diluer 10 fois pour la mesure, on a trouvé $A = 0,22$. Calculer la concentration massique en ions phosphates PO_4^{3-} .

3.3 (1 pt) La concentration maximale admise dans l'eau est de 5 mg.L⁻¹ exprimée en unité P_2O_5 . Calculer la valeur de la concentration massique de cette eau exprimée en unité P_2O_5 . Discuter de cette valeur et de ses éventuelles conséquences sur l'environnement.

On donne : En g.mol⁻¹ : C : 12 ; O : 16 ; P : 31 ; Ca : 40

4 – Nitrites

2.1 Dosage des nitrites : méthode au réactif de Zambelli.

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrite est assez variable ; la méthode au réactif de Zambelli peut être appliquée pour des teneurs en ions NO_2^- supérieures à 50 µg.L⁻¹.

Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre les ions ammonium, nitrite et nitrate peut évoluer rapidement. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible

après le prélèvement, ou d'ajouter 40 mg de dichlorure de mercure par litre et de conserver l'échantillon à 4°C.

En milieu fortement acide et en présence d'ions ammonium et de phénol, l'acide sulfanilique forme avec les ions NO_2^- un complexe jaune dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration en nitrites, susceptibles d'être dosés par colorimétrie. La mesure de l'absorption s'effectue à 415 nm.

2.11 On réalise une solution mère à 2,3 g.L⁻¹ de NO_2^- , calculer la masse de nitrite de sodium nécessaire pour obtenir 1 litre de solution. (0,75 pt)

2.12 Par dilution de cette solution mère, on réalise une gamme étalon par plusieurs dilutions et on mesure pour chacune l'absorbance au spectrophotomètre. On obtient les résultats suivants :

N° de l'échantillon	1	2	3	4	5	6
[NO_2^-] en mg.L ⁻¹	0,00	0,14	0,23	0,60	0,92	1,12
Absorbance	0,000	0,066	0,110	0,283	0,436	0,528

Tracer la courbe d'absorbance $A = f([\text{NO}_2^-])$ (1 pt)

2.13 L'échantillon à analyser est réparti dans 3 fioles afin de réaliser une dilution qui permet de réaliser 3 mesures de ce même échantillon (limite des erreurs). Les absorbances mesurées sont respectivement 0,334 ; 0,169 ; 0,036 pour l'échantillon brut, l'échantillon dilué deux fois et l'échantillon dilué 10 fois.

Déduire la teneur de cette eau en nitrites en montrant la concordance des trois résultats précédents. (1 pt)

2.14 Commenter le résultat de l'analyse de l'échantillon, sachant que la valeur limite tolérée en nitrites est de 100 $\mu\text{g.L}^{-1}$. (0,5 pt)

5 – Nitrates

2- Dosage des nitrates contenus dans un sol

2-1 Principe

En présence de salicylate de sodium, les ions nitrate donnent du paranitrosalicylate de sodium de couleur jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le spectrophotomètre étant réglé sur la longueur d'onde de la radiation jaune $\lambda = 415 \text{ nm}$, la mesure de l'absorbance des solutions étalonnées a permis d'établir le tableau de résultats suivant :

[NO_3^-] exprimée en $10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$	0,00	3,22	6,45	9,67	12,90	16,10
Absorbance	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0

Construire la courbe d'absorption.

2-2 Une « solution du sol » est obtenue en mélangeant 1 g de sol finement divisé avec 100 mL d'eau distillée, puis en filtrant. Cette solution est ensuite analysée selon le principe décrit cit-dessus.

Le spectrophotomètre indique une valeur d'absorbance égale à 0,5.

En déduire la teneur du sol en azote nitrique (N), c'est à dire son pourcentage massique.

On donne en g.mol^{-1} : C : 12 ; N : 14 ; O : 16

6 – Nitrates

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

1.1 Pour réaliser les mesures, le spectrophotomètre a été réglé sur la longueur d'onde $\lambda_{\text{max}} = 415 \text{ nm}$. Expliquer le choix de la longueur d'onde de travail. Indiquer comment elle se détermine expérimentalement.

1.2 Calculer l'énergie d'un photon ayant pour longueur d'onde 415 nm.

1.3 Le spectrophotomètre a permis de déterminer une valeur de concentration massique en ion nitrate $C_m = 36,7 \text{ mg.L}^{-1}$. Calculer la concentration massique de l'élément azote.