
ELEMENTS DE REPONSE

L'EAU DE MER A CALVI

Quelle teneur en ammoniac dans l'eau de mer à Calvi ?
--

Question 1

L'introduction du problème et le document 1 mettent en relief le lien entre la composition chimique d'une eau et celle du milieu environnant. Cette composition est déterminée par l'activité de l'écosystème dans sa globalité. Doser une espèce chimique dans l'eau peut donc d'une part donner des informations sur l'activité animale et végétale du milieu, et d'autre part permettre aux scientifiques d'identifier un éventuel problème environnemental (pollution) si les valeurs contrôlées sont anormales.

Dans le cas du dosage des ions ammonium, des valeurs de concentration anormalement hautes conduisent à la prolifération des algues et des bactéries dans l'eau, qui s'y développeraient d'autant plus que la concentration en nutriments y serait élevée.

Par ailleurs, l'ion ammonium étant en équilibre avec l'ammoniac dissous, ce dosage permet d'avoir accès à la teneur en ammoniac. Si la concentration en NH_4^+ augmente, la concentration en NH_3 qui est la forme basique associée augmente également. Or cette molécule est capable de provoquer des maladies chez certains poissons en interagissant avec leur système biologique.

Question 2

Pour réaliser ce dosage, il faut tout d'abord transformer les ions ammonium en bleu d'indophénol. La première étape est le passage en milieu basique pour transformer quantitativement les ions NH_4^+ en ammoniac ($\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $K^\circ = 10^{4,8}$). Cet ammoniac formé (ainsi que celui déjà présent dans l'eau de mer) sont engagés dans la réaction de Berthelot.

Les étapes de la réaction de Berthelot, indiquées dans le document 2, sont telles qu'un équivalent d'ammoniac conduit à un équivalent de bleu d'indophénol.

Le bleu d'indophénol est ensuite dosé par spectrophotométrie d'absorption moléculaire par la méthode de la gamme étalon. On exploite la linéarité entre absorbance et concentration indiquée dans la loi de Beer-Lambert ou la représentation graphique directement. (document 3)

Les mesures sont faites à 625 nm car le bleu d'indophénol présente une absorption maximale à cette longueur d'onde, comme le montre le document 4.

Remarque : le problème de sélectivité de la technique de dosage peut être abordé en discussion avec les élèves. Pourquoi ne pas utiliser un suivi conductimétrique ? pH-métrie ?

Question 3

Sur le spectre du document 4, on relève une absorbance de 0,13 à 625 nm.

En utilisant l'équation de la droite d'étalonnage indiquée sur le document 4, on en déduit une concentration en ammoniac totale de 20,7 ppm. (On peut retrouver le résultat graphiquement mais pas avec 3 chiffres !)

On peut donc en déduire que la concentration en ions ammonium et en ammoniac dans l'eau de Calvi est de l'ordre de 21 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Le diagramme de distribution du document 5 montre qu'au pH de l'eau de Calvi (8,2), il y a 9% (en moles) d'ammoniac et 91 % d'ions ammonium en équilibre. La concentration **molaire** d'ammoniac dans l'eau de Calvi est donc estimée en divisant par 11 la concentration **molaire** totale en ammoniac dosée.

Soit $[\text{NH}_3] = 21 \cdot 10^{-6} / (11 \cdot 18) = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol.L}^{-1}$ soit une concentration massique de $1,5 \cdot 10^{-7} \cdot 17 = 1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Cette valeur est bien inférieure aux 70 $\mu\text{g.L}^{-1}$ mentionnés dans le document 1. La qualité de l'eau de Calvi peut donc sur ce critère être considérée comme satisfaisante.

Il conviendrait néanmoins de comparer cette valeur avec les valeurs moyennes dosées régulièrement à Calvi si l'on souhaite la commenter plus précisément.

La précision de la technique de dosage pourrait être déterminée en réalisant une série de mesures dans les mêmes conditions dont on traiterait statistiquement les résultats.

Remarque : On peut accepter en première approximation une résolution au cours de laquelle l'élève ne tient pas compte de la concentration initiale en ammoniac, ce qui surestime les concentrations en ions ammonium dosés et donc en ammoniac déduites. La résolution correcte soit tenir compte des 10% déjà présents sous forme d'ammoniac dans échantillon initial.

1)	Exploitation correcte des documents	
2)	Etape 1 : Les doc 1 et 5 indique qu'on doit se placer en milieu basique pour n'avoir que NH ₃ . En effet le pKa du couple est de 9,2	*****
	Etape 2 : On transforme NH ₃ en une espèce colorée par différents mécanismes	**
	Etape 3 : On mesure pour cette espèce colorée ,l'absorbances pour des solutions dont les concentrations Sont connues de façon à tracer une courbe d'étalonnage	*****
	Etape 4 : on mesure l'absorbance de la solution à étudier en ayant tracé son spectre dans les mêmes conditions que les solutions ayant servies d'étalons	*****
	Etape 5 : Sur le spectre, on lit A pour une longueur d'onde de 625 nm et on utilise l'équation de la courbe d'étalonnage	**** **
3)	On lit A = 0,13 sur le spectre	**
	L'équation permet de trouver cm = 21 µg.L ⁻¹ .	*****
	C= cm/M = 21/18 = 1,24.10 ⁻⁶ mol.L ⁻¹ . = [NH ₄ ⁺] (d'après la courbe)	**
	Dans l'eau de mer, c = [NH ₃] + [NH ₄ ⁺]. Le pH de l'eau de mer est 8,2 . le diagramme de prédominance pour ce couple indique environ 9% en mol de NH ₃ donc 91% de NH ₄ ⁺ . Donc [NH ₃] = [NH ₄ ⁺]. 9/100 = 0,11 .10 ⁻⁶ mol.L-1 Cm(NH ₃) = [NH ₃].M(NH ₃) = 0,11 .10 ⁻⁶ x17 = 1,9µg.L ⁻¹ .	** ** * *
	On est donc très en dessous de la norme	**

1)	Exploitation correcte des documents	
2)	Etape 1 : Les doc 1 et 5 indique qu'on doit se placer en milieu basique pour n'avoir que NH ₃ . En effet le pKa du couple est de 9,2	*****
	Etape 2 : On transforme NH ₃ en une espèce colorée par différents mécanismes	**
	Etape 3 : On mesure pour cette espèce colorée ,l'absorbances pour des solutions dont les concentrations Sont connues de façon à tracer une courbe d'étalonnage	*****
	Etape 4 : on mesure l'absorbance de la solution à étudier en ayant tracé son spectre dans les mêmes conditions que les solutions ayant servies d'étalons	*****
	Etape 5 : Sur le spectre, on lit A pour une longueur d'onde de 625 nm et on utilise l'équation de la courbe d'étalonnage	**** **
3)	On lit A = 0,13 sur le spectre	**
	L'équation permet de trouver cm = 21 µg.L ⁻¹ .	*****
	C= cm/M = 21/18 = 1,24.10 ⁻⁶ mol.L ⁻¹ . = [NH ₄ ⁺] (d'après la courbe)	**
	Dans l'eau de mer, c = [NH ₃] + [NH ₄ ⁺]. Le pH de l'eau de mer est 8,2 . le diagramme de prédominance pour ce couple indique environ 9% en mol de NH ₃ donc 91% de NH ₄ ⁺ . Donc [NH ₃] = [NH ₄ ⁺]. 9/100 = 0,11 .10 ⁻⁶ mol.L-1 Cm(NH ₃) = [NH ₃].M(NH ₃) = 0,11 .10 ⁻⁶ x17 = 1,9µg.L ⁻¹ .	** ** * *
	On est donc très en dessous de la norme	**

1)	Exploitation correcte des documents	
2)	Etape 1 : Les doc 1 et 5 indique qu'on doit se placer en milieu basique pour n'avoir que NH ₃ . En effet le pKa du couple est de 9,2	*****
	Etape 2 : On transforme NH ₃ en une espèce colorée par différents mécanismes	**
	Etape 3 : On mesure pour cette espèce colorée ,l'absorbances pour des solutions dont les concentrations Sont connues de façon à tracer une courbe d'étalonnage	*****
	Etape 4 : on mesure l'absorbance de la solution à étudier en ayant tracé son spectre dans les mêmes conditions que les solutions ayant servies d'étalons	*****
	Etape 5 : Sur le spectre, on lit A pour une longueur d'onde de 625 nm et on utilise l'équation de la courbe d'étalonnage	**** **
3)	On lit A = 0,13 sur le spectre	**
	L'équation permet de trouver cm = 21 µg.L ⁻¹ .	*****
	C= cm/M = 21/18 = 1,24.10 ⁻⁶ mol.L ⁻¹ . = [NH ₄ ⁺] (d'après la courbe)	**
	Dans l'eau de mer, c = [NH ₃] + [NH ₄ ⁺]. Le pH de l'eau de mer est 8,2 . le diagramme de prédominance pour ce couple indique environ 9% en mol de NH ₃ donc 91% de NH ₄ ⁺ . Donc [NH ₃] = [NH ₄ ⁺]. 9/100 = 0,11 .10 ⁻⁶ mol.L-1 Cm(NH ₃) = [NH ₃].M(NH ₃) = 0,11 .10 ⁻⁶ x17 = 1,9µg.L ⁻¹ .	** ** * *
	On est donc très en dessous de la norme	**