

Bac S 2014 Pondichéry Spécialité Exercice III : Eau potable ou non ? (5 points)
CORRECTION

Questions préalables :

Les étudiants ont effectué des dilutions en ajoutant une solution tampon de pH = 10,4. Dans ces conditions expérimentales, pH > pKa alors le PNP est essentiellement sous forme de sa base conjuguée $C_6H_4NO_3^-$.

Sur le document 2, il convient de regarder le spectre d'absorption du PNP en milieu basique. Ce spectre 2 montre un maximum d'absorbance dans le visible aux alentours de $\lambda = 400$ nm.

Résolution de problème

Il s'agit de déterminer la concentration massique en PNP de l'eau à l'aide d'une étude spectrophotométrique, puis de la comparer à la valeur maximale autorisée par l'agence américaine EPA.

Les étudiants ont préparé une gamme de solutions étalons afin de mettre en œuvre la loi de Beer-Lambert.

Déterminons les concentrations massiques de ces solutions obtenues par dilution.

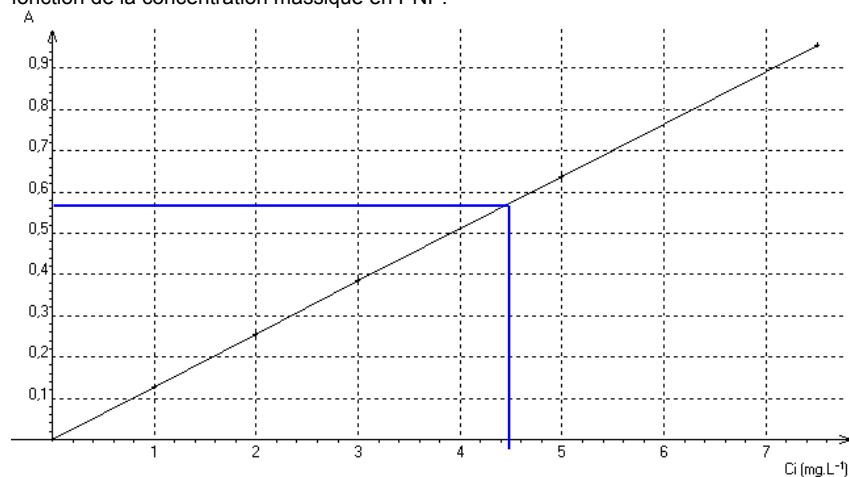
Solution mère : $C_0 = 100 \text{ mg.L}^{-1}$
 Solution fille : S_i
 V_i voir tableau $V = 100,0 \text{ mL}$
 $C_0 = 100 \text{ mg.L}^{-1}$ $C_i = ?$

Au cours de la dilution, la masse de PNP se conserve donc $V_i C_0 = V C_i$

Ainsi $C_i = \frac{V_i C_0}{V}$, avec les valeurs numériques on a $C_i = \frac{V_i \times 100}{100,0} = V_i$.

Solution	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
V_i (mL)	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5
C_i (en mg.L^{-1})	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5
A	0,128	0,255	0,386	0,637	0,955

À partir de leurs résultats expérimentaux, traçons la courbe représentative de l'absorbance en fonction de la concentration massique en PNP.



Cette courbe est une droite passant par l'origine, ce qui est conforme à la loi de Beer-Lambert. Pour déterminer la concentration massique C' en PNP de la solution S' , on lit l'abscisse du point d'ordonnée $A' = 0,570$.

On lit $C' = 4,5 \text{ mg.L}^{-1}$.

La solution S' a été obtenue en mélangeant 50,0 mL de solution S et 50,0 mL de solution tampon.

Solution mère : S $C = ?$
 Solution fille : S' $C' = 4,5 \text{ mg.L}^{-1}$
 $V = 50,0 \text{ mL}$ $V' = 50,0 + 50,0 = 100,0 \text{ mL}$
 $C \cdot V = C' \cdot V'$

$$\text{Soit } C = \frac{C' \cdot V'}{V}$$

$$C = \frac{4,5 \times 100}{50,0} = 9,0 \text{ mg.L}^{-1}$$

Cette solution S est 100 fois plus concentrée en PNP que l'eau avant évaporation donc

$$C_E = \frac{C}{100}, \text{ où } C_E \text{ est la concentration massique en PNP de l'eau.}$$

$$C_E = \frac{9,0}{100} = 9,0 \times 10^{-2} \text{ mg.L}^{-1} = 9,0 \times 10^{-2} \times 10^3 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1} = \mathbf{90 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}}$$

Le seuil fixé par l'agence américaine de protection environnemental EPA est $60 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$. La valeur obtenue expérimentalement pour l'eau étudiée est supérieure à ce seuil, **elle n'est donc pas potable sur le continent américain**. Par contre cette eau serait déclarée potable au Brésil !

- Niveau A : Les indicateurs choisis apparaissent dans leur (quasi) totalité.
- Niveau B : Les indicateurs choisis apparaissent partiellement.
- Niveau C : Les indicateurs choisis apparaissent de manière insuffisante.
- Niveau D : Les indicateurs choisis ne sont pas présents.

Grille n° 1

Compétence	Indicateurs de réussite	A	B	C	D
S'approprier Extraire des informations. Mobiliser ses connaissances.	<ul style="list-style-type: none"> - La comparaison entre le pH expérimental et la valeur du pKa est explicite. - Les spectres 1 et 2 sont attribués respectivement aux formes acide et basique du PNP. - Les valeurs des longueurs d'onde d'absorbance maximale (environ 320 et 400 nm) lues sur les spectres du document 2 sont attribuées respectivement à l'ultraviolet et au visible. 				
Analyser Organiser et exploiter ses connaissances et les informations extraites. Construire les étapes d'une résolution de problème. Justifier un choix expérimental lors d'un protocole.	<ul style="list-style-type: none"> - La prédominance de la forme basique du PNP dans les conditions opératoires est argumentée. - Les critères de choix de la longueur d'onde 400 nm sont formulés. - Le passage des volumes V_i aux concentrations des solutions S_i est argumenté (dilution). - Les absorbances A_i des solutions étalons sont exploitées (graphiquement ou de manière calculatoire pour montrer la proportionnalité entre A et C) pour déterminer la valeur de la concentration de la solution S'. - Le passage de la concentration de S' à la concentration de S puis à celle de E est argumenté. - Les choix expérimentaux (longueur d'onde 400 nm, pH basique, blanc avec la solution tampon) sont justifiés. <p>Remarque : il n'est pas exigé que la loi de Beer-Lambert soit citée.</p>				
Réaliser Effectuer des calculs littéraux et numériques. Tracer un graphique ou construire un tableau. Exprimer les résultats.	<ul style="list-style-type: none"> - Les calculs sont mathématiquement justes (indépendamment d'une erreur éventuelle relevant de la compétence analyser) - Les unités sont correctes. - Le graphique (ou le calcul du coefficient de proportionnalité par construction du tableau) fait explicitement apparaître les légendes et les unités. - L'incertitude sur A est prise en compte. - Le résultat est exprimé avec une incertitude. 				
Valider Discuter de la signification d'un résultat au regard de normes.	<ul style="list-style-type: none"> - La conclusion sur le caractère potable ou non de l'eau fait clairement apparaître les différences de normes selon les pays. 				
Communiquer Décrire la démarche suivie.	<ul style="list-style-type: none"> - La démarche est exprimée clairement et elle est en cohérence avec les calculs effectués (même si elle est incomplète ou erronée) 				

Les cinq compétences sont affectées de coefficients : s'approprier (1), analyser (3), réaliser (3), valider (1), communiquer (1). La grille suivante (n°2) permet de reporter les niveaux de compétences de la grille 1 en prenant en compte ces différents coefficients.