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

Le paranitrophénol (PNP) est un polluant organique qui se forme lors de la biodégradation de certains pesticides. Une exposition excessive à ce composé peut provoquer une méthémoglobinémie : c'est-à-dire une diminution de la capacité du sang à transporter le dioxygène dans les cellules. C'est la raison pour laquelle il faut surveiller sa présence dans les eaux de boisson.

La valeur maximale de la concentration en PNP d'une eau potable autorisée par la commission européenne est 0,1 µg.L^{-1}. En revanche, le seuil fixé par l'agence américaine de protection environnemental EPA (United States Environmental Protection Agency) est 60 µg.L^{-1}, tandis que la valeur tolérée par le conseil environnemental brésilien est 100 µg.L^{-1}.

À l'occasion d'un stage dans un laboratoire d'analyse chimique aux USA, un groupe d'étudiants français met au point un protocole de dosage spectrophotométrique du PNP et le met en œuvre (document 1) pour étudier la potabilité d'une eau E destinée à la consommation sur le continent américain.

Résolution de problème

L'objectif de cet exercice est de répondre de manière argumentée à la question que se posent les étudiants ingénieurs : **l'eau analysée est-elle potable ?**

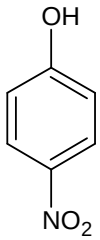
Pour construire et développer votre argumentation, vous mobiliserez vos connaissances et vous vous aiderez des deux documents fournis et des données, et vous répondrez au préalable aux deux questions suivantes :

- Dans les conditions expérimentales mises en œuvre par les étudiants, sous quelle forme se trouve le PNP dans les solutions ?
- Pourquoi est-il justifié de choisir une radiation visible plutôt qu'une radiation ultraviolette pour les mesures d'absorbance ?

La qualité de la rédaction, la structuration de l'argumentation, l'analyse critique des conditions expérimentales, la rigueur des calculs, ainsi que toute initiative prise pour mener à bien la résolution du problème seront valorisées.

Données : caractéristiques physique et chimiques du paranitrophénol

- Formule brute : $C_6H_5NO_3$
- Formule topologique :



- Aspect physique à 20°C : solide cristallin jaune pâle
- Température d'ébullition : 279°C
- Température de fusion : 116 °C
- Le groupe hydroxyle –OH du paranitrophénol présente un caractère acide : *pKa* ($C_6H_5NO_3$ / $C_6H_4NO_3^-$) = 7,2.

Document 1. Extrait du carnet de laboratoire rédigé par les étudiants

On procède tout d'abord à une évaporation de l'eau E de manière à accroître fortement la concentration en PNP. La solution S ainsi obtenue est cent fois plus concentrée que la solution E.

À partir d'une solution aqueuse S_0 de paranitrophénol de concentration C_0 = 100 mg.L^{-1}, on prépare cinq solutions filles S_i de volume V = 100,0 mL en prélevant un volume V_i de solution S_0 complété à 100,0 mL par une solution tampon de pH = 10,4.

On règle le spectrophotomètre sur la longueur d'onde λ = 400 nm. On « effectue le blanc » de telle manière que l'absorbance soit nulle avec la solution tampon de pH = *10,4*.

On mesure l'absorbance des différentes solutions S_i préparées.

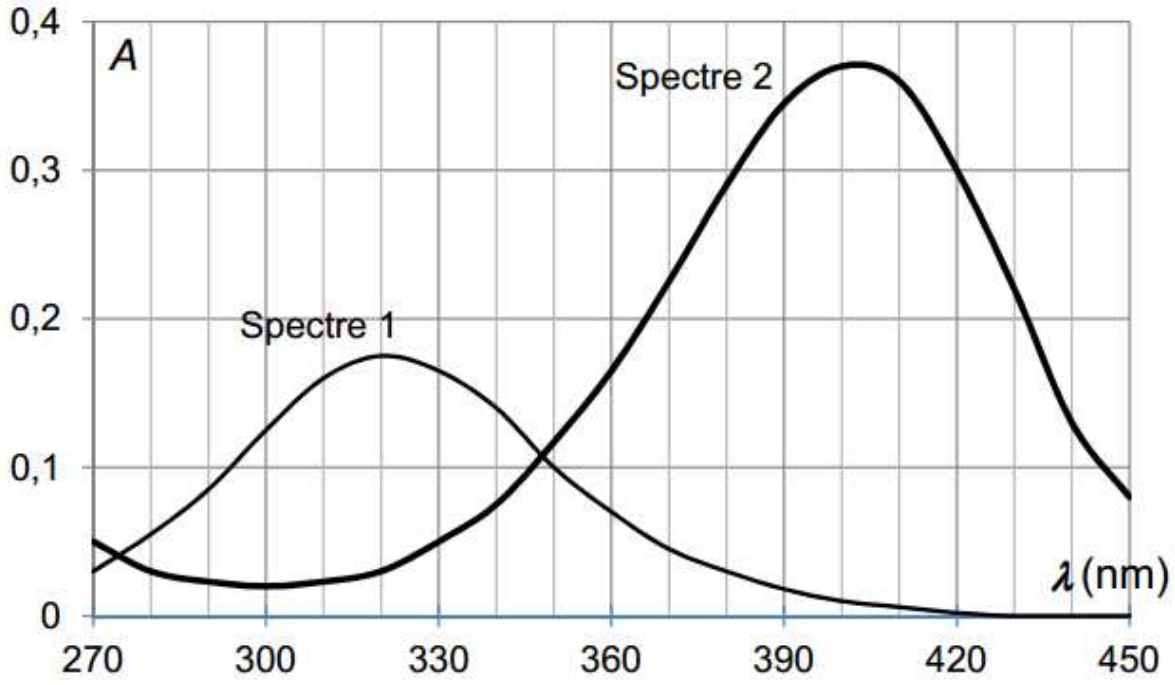
Les résultats des mesures sont regroupés dans le tableau suivant :

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
V_i *(mL)*	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5
A	0,128	0,255	0,386	0,637	0,955

On mélange 50,0 mL de la solution S avec 50,0 mL de solution tampon de pH = 10,4 puis on mesure l'absorbance de la solution S' ainsi obtenue.

On obtient une absorbance A' = 0,570 ± 0,010.

Document 2. Spectres d'absorption de solutions aqueuses de PNP en milieu acide et en milieu basique



Spectre 1 : solution aqueuse de paranitrophénol de concentration molaire 2,0 × 10^{-5} mol.L^{-1} en milieu acide (pH = 5).

Spectre 2 : solution aqueuse de paranitrophénol de concentration molaire 2,0 × 10^{-5} mol.L^{-1} en milieu basique (pH = 10).