

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **quatre** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Pour des raisons de santé, la concentration en ions nitrate dans une eau destinée à une consommation quotidienne et exclusive ne doit pas être trop élevée, surtout si cette eau est utilisée pour l'alimentation des nourrissons.

Le but de cette épreuve est de déterminer la concentration en nitrates dans une eau de source prélevée dans la nature afin de vérifier si cette eau peut être consommée quotidiennement pour un usage exclusif.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

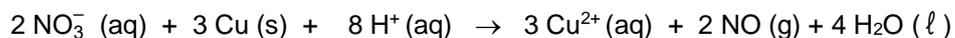
Données utiles

- Masse molaire des ions nitrate : $M(\text{NO}_3^-) = 62,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- DJA (dose journalière admissible) de l'OMS sur les ions nitrate pour une alimentation quotidienne : $3,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{jour}^{-1}$. On peut donc consommer 3,7 mg de nitrate par kilogramme de masse corporelle et par jour.
- Selon les normes européennes, une eau peut être utilisée quotidiennement si sa concentration en masse en ions nitrate est inférieure à $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (eau potable). Au-delà de cette valeur, entre 50 et $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ par exemple, un usage ponctuel est recommandé sauf pour l'alimentation des nourrissons et des femmes enceintes.

Lien entre l'ion nitrate et l'ion complexe tétraamminecuivre (II)

Le dosage direct des ions nitrate est difficile. On procède donc à un dosage en plusieurs étapes.

Dans un premier temps, en milieu acide, les ions nitrates réagissent avec un excès connu de cuivre métallique :



Dans un deuxième temps, une solution aqueuse d'ammoniac est ajoutée en excès. Un ion Cu^{2+} formé à l'étape précédente s'associe alors à quatre molécules d'ammoniac NH_3 pour former un ion complexe tétraamminecuivre (II) qui donne la couleur bleue à la solution (les autres espèces chimiques étant incolores) :



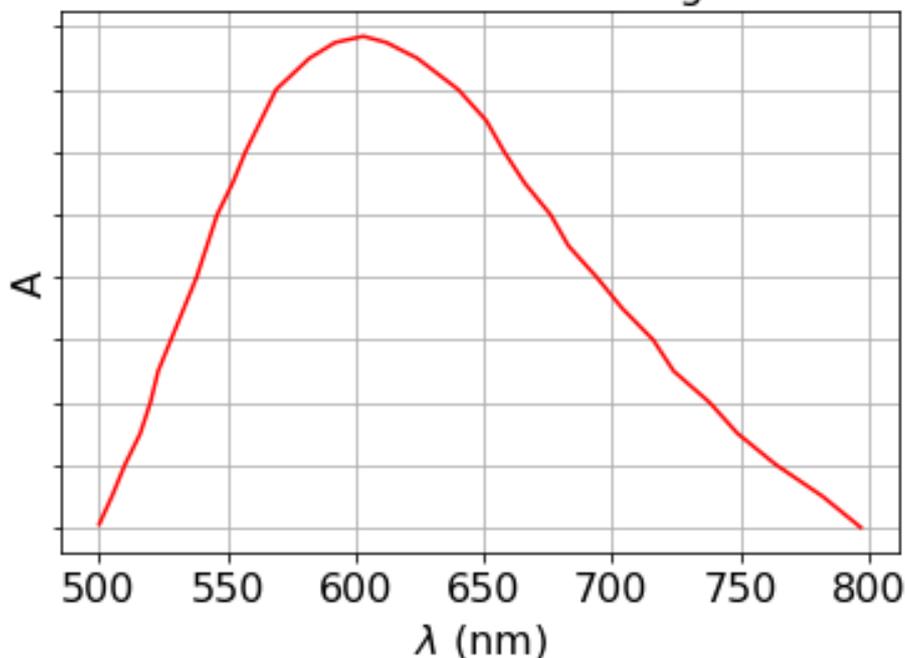
La solution ainsi préparée est notée S_{eau} . C'est cette solution qui doit être dosée par spectrophotométrie.

Dans ce contexte, la concentration en quantité de matière en ion nitrate $[\text{NO}_3^- (\text{aq})]$ de l'eau de source prélevée dans la nature et la concentration en quantité de matière en ion complexe tétraamminecuivre (II) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} (\text{aq})]$ dans la solution S_{eau} sont reliées par la relation :

$$[\text{NO}_3^- (\text{aq})] = \frac{2}{3} \times [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} (\text{aq})].$$

Spectre d'absorption d'une solution (S) de l'ion complexe tétraamminecuivre (II)

Absorbance en fonction de la longueur d'onde



TRAVAIL À EFFECTUER

1. Détermination de la concentration en ions complexes tétraamminecuivre (II) (30 minutes conseillées)

Principales étapes du protocole

- À l'aide du matériel disponible, préparer, par dilution de la solution mère S_0 de concentration $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, trois solutions filles S_1 , S_2 et S_3 de concentrations respectives : $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

$$n_0 = n_1$$

$$C_0 V_0 = C_1 V_1$$

$$V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_0} = \frac{2,0 \times 10^{-3} \times 100,0}{1,0 \times 10^{-2}} = 20 \text{ mL}$$

Solution	Volume de la solution mère à prélever (pipette jaugée)	Pour un volume de la solution fille (fiolle jaugée)
S_1	20,0 mL	100,0 mL
S_2	10,0 mL	100,0 mL
S_3	5,0 mL	100,0 mL

A faire expérimentalement.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter solutions préparées ou en cas de difficulté	

- Régler le spectrophotomètre sur 600 nm et « faire le blanc » avec la solution ammoniacale S_{blanc} .
- Mesurer l'absorbance des solutions S_0 , S_1 , S_2 , S_3 et S_{eau} . Noter les valeurs dans le tableau ci-dessous :

Solution (S)	(S_{blanc})	(S_0)	(S_1)	(S_2)	(S_3)	(S_{eau})
Absorbance A	0,0	Valeur expérimentale				

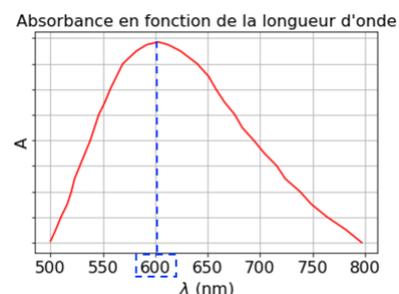
- Reporter les mesures d'absorbance sur papier millimétré ou dans le tableur-grapheur et tracer la courbe $A = f([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})])$. **A faire expérimentalement.**
- Déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})]$ de la solution S_{eau} à l'aide de la courbe d'étalonnage $A = f([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})])$
 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})] = \dots$ **Valeur expérimentale.**

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

2. Détermination de la concentration en masse des ions nitrate (20 minutes conseillées)

Pourquoi effectuer des mesures de l'absorbance à la longueur d'onde de 600 nm ? Justifier.

On choisit 600 nm car c'est la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance est maximale.



Commenter l'allure de la courbe d'étalonnage $A = f([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})])$

On doit obtenir une droite passant par l'origine.

L'absorbance est donc proportionnelle à la concentration.

Déterminer la valeur de la concentration en masse en ion nitrate de l'eau de sources à l'aide des informations de la partie précédente et de celles mises à disposition.

D'après le sujet :

$$[\text{NO}_3^-(\text{aq})] = \frac{2}{3} \times [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})]$$

$$[\text{NO}_3^-(\text{aq})] = \frac{2}{3} \times \text{valeur expérimentale trouvée dans la partie précédente}$$

APPEL FACULTATIF		
	<p>Appeler le professeur en cas de difficulté</p>	

3. Utilisation pour une consommation quotidienne (10 minutes conseillées)

Par hypothèse, les doses journalières admissibles (DJA) des espèces chimiques autres que les nitrates ne sont pas prises en compte. On considère une personne dont la masse corporelle m est de 60,0 kg.

Par hypothèse, on considère que cette eau est le seul apport en nitrate dans l'alimentation. Indiquer combien de litres de cette eau de source une personne de 60,0 kilogrammes peut alors boire. Justifier.

Masse de nitrate	masse corporelle
3,7 mg	1 kg
m_{NO_3}	60,0 kg

$$m_{\text{NO}_3} = \frac{60 \times 3,7 \times 10^{-3}}{1} = 0,22 \text{ g}$$

Une personne dont la masse corporelle m est de 60,0 kg peut consommer 0,22g de nitrates par jour.

$$[\text{NO}_3^-(\text{aq})] = \frac{n_{\text{NO}_3}}{V}$$

$$[\text{NO}_3^-(\text{aq})] \times V = n_{\text{NO}_3}$$

$$V = \frac{n_{\text{NO}_3}}{[\text{NO}_3^-(\text{aq})]}$$

$$V = \frac{m_{\text{NO}_3}}{M_{\text{NO}_3} \times [\text{NO}_3^-(\text{aq})]} = \frac{0,22}{62,0 \times \text{valeur expérimentale trouvée à la question précédente}}$$

Préciser si l'eau de source étudiée peut être bue quotidiennement ou ponctuellement. Justifier la démarche utilisée.

Calculons la concentration massique de cette eau :

$$c_m = [\text{NO}_3^-(\text{aq})] \times M_{\text{NO}_3}$$

$$c_m = \text{valeur expérimentale trouvée à la question 2} \times 62,0$$

- Si la concentration en masse en ions nitrate est inférieure à $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$: cette eau peut être utilisée quotidiennement
- Si la concentration en masse en ions nitrate est supérieure à $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$: cette eau peut être bue ponctuellement.

Défaire le montage et ranger la paille avant de quitter la salle.