

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.

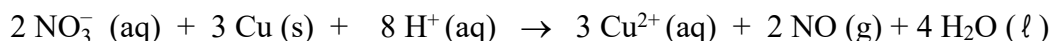
INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**Données utiles**

- 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.

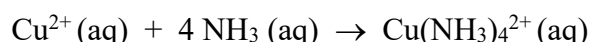
Lien entre l'ion nitrate et l'ion complexe tétraamminecuivre (II)

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 :



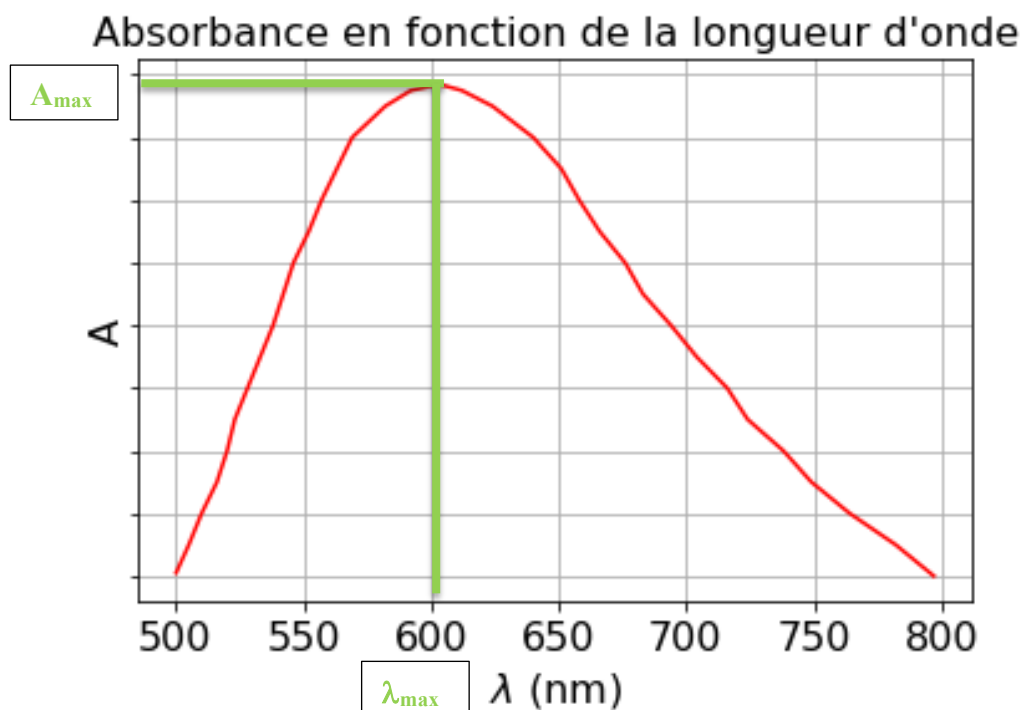
Dans un deuxième temps, une solution aqueuse d'ammoniaque est ajoutée en excès. Un ion Cu^{2+} formé à l'étape précédente s'associe alors à quatre molécules d'ammoniac NH_3 pour former un ion complexe tétraamminecuivre (II) qui donne la couleur bleue à la solution (les autres espèces chimiques étant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

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 $5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Calculs pour déterminer le volume de solution mère à prélever :

S1	S2	S3
$V_0 = \frac{C_f \times V_f}{C_0}$	$V_0 = \frac{C_f \times V_f}{C_0}$	$V_0 = \frac{C_f \times V_f}{C_0}$
AN : $V_0 = \frac{2,0 \times 10^{-3} \times 100}{1,0 \times 10^{-2}}$	AN : $V_0 = \frac{1,0 \times 10^{-3} \times 100}{1,0 \times 10^{-2}}$	AN : $V_0 = \frac{5,0 \times 10^{-4} \times 100}{1,0 \times 10^{-2}}$
$V_0 = 20\text{mL}$	$V_0 = 10\text{mL}$	$V_0 = 5\text{mL}$

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

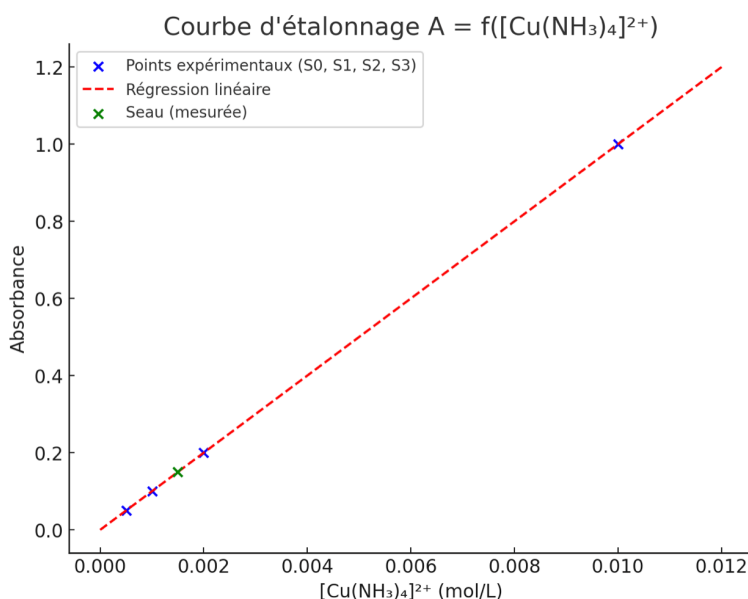
- Régler le spectrophotomètre sur 600 nm et « faire le blanc » avec la solution ammoniacale S_{blanc} .
- Mesurer l'absorbance des solutions S_0 , S_1 , S_2 , S_3 et S_{eau} . Noter les valeurs dans le tableau ci-dessous :

Ici ce sont des fausses valeurs pour pouvoir continuer notre exercice !

Solution (S)	(S_{blanc})	(S_0)	(S_1)	(S_2)	(S_3)	(S_{eau})
Absorbance A	0,0	0,85	0,17	0,09	0,045	0,12

- Reporter les mesures d'absorbance sur papier millimétré ou dans le tableur-grapheur et tracer la courbe $A = f([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})])$.



Voici la tendance que l'in devrait obtenir : (graphique tracé avec Python)



- 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 $A = f([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}))$

On peut raisonner avec le coefficient directeur ou bien par lecture graphique, on obtient

$$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}) = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

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 cette longueur d'onde car c'est le maximum d'absorption du complexe $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$. À cette valeur, les mesures sont les plus précises car la variation d'absorbance est directement proportionnelle à la concentration selon la loi de Beer-Lambert. Cf. Spectre d'absorption d'une solution (S) de l'ion complexe tétraamminecuivre (II).

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

La courbe obtenue est une droite passant par l'origine, ce qui confirme la loi de Beer-Lambert.

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.

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

AN :

$$[\text{NO}_3(\text{aq})] = \frac{2}{3} \times 1,5 \times 10^{-3}$$

$$[\text{NO}_3(\text{aq})] = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Pour déterminer la concentration massique on utilise :

$$C(\text{NO}_3(\text{aq})) = \frac{n(\text{NO}_3(\text{aq}))}{V(\text{NO}_3(\text{aq}))}$$

Or,

$$n(\text{NO}_3(\text{aq})) = \frac{m(\text{NO}_3(\text{aq}))}{V(\text{NO}_3(\text{aq}))}$$

Soit,

$$C(\text{NO}_3(\text{aq})) = \frac{m(\text{NO}_3(\text{aq}))}{M(\text{NO}_3(\text{aq})) \cdot V(\text{NO}_3(\text{aq}))}$$

De plus,

$$Cm(\text{NO}_3(\text{aq})) = \frac{m(\text{NO}_3(\text{aq}))}{V(\text{NO}_3(\text{aq}))}$$

Em combinant les expressions il en vient que,



$$C(\text{NO}_3(\text{aq})) = \frac{Cm(\text{NO}_3(\text{aq}))}{M(\text{NO}_3(\text{aq}))}$$

D'où,

$$Cm(\text{NO}_3(\text{aq})) = C(\text{NO}_3(\text{aq})) \cdot M(\text{NO}_3(\text{aq}))$$

AN :

$$Cm(\text{NO}_3(\text{aq})) = 1,0 \times 10^{-3} \times 62,0 = 62 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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.

La DJA est de $3,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$, soit pour une personne de 60 kg :

$$\text{Dose max} = 3,7 \times 60 = 222 \text{ mg/jour}$$

Quantité d'eau qu'elle peut boire :

$$\text{Volume max} = 222 \text{ mg} / 62 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \approx 3,58 \text{ L}$$

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

La concentration en nitrate ($62 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) dépasse la limite de $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ pour une consommation quotidienne selon les normes européennes. Elle reste en dessous de $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, donc elle peut être utilisée ponctuellement mais elle est déconseillée aux nourrissons et aux femmes enceintes.

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