



Afin de réaliser cette reproduction au laboratoire, on se propose de :

- modéliser la situation photographiée à bord de la station spatiale ;
- déterminer certains paramètres de la situation réalisée au laboratoire.

Données :

- relation de conjugaison pour une lentille mince :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

- relation de grandissement γ pour une lentille mince :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

où f' est la distance focale de la lentille, O le centre optique de la lentille, AB l'objet et A'B' l'image de AB à travers la lentille ;

- indice de réfraction de l'eau : $n_{\text{eau}} = 1,33$.

Détermination de la distance focale de la bulle d'eau

Pour reproduire cette expérience, il faut évaluer la valeur de la distance focale d'une bulle d'eau qui constitue une lentille boule de distance focale $f' = OF'$ (en m) qui se comporte en première approximation comme une lentille mince. Cette distance focale donnée par la relation :

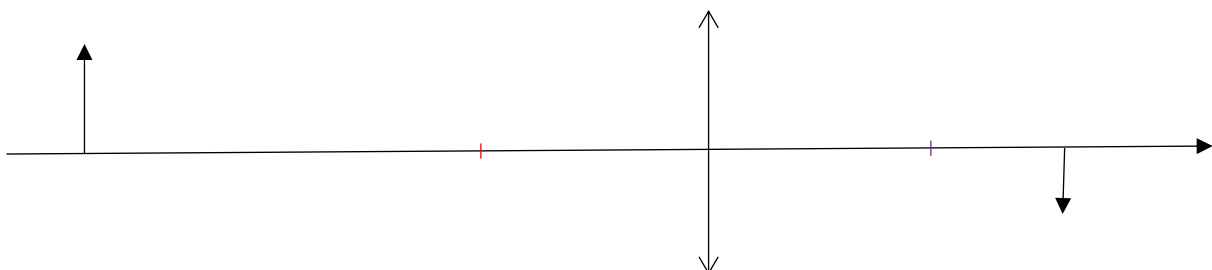
$$f' = OF' = \frac{n \times R}{2 \times (n - 1)}$$

où n est l'indice de réfraction du matériau constituant la lentille boule, R est son rayon, O le centre de la lentille boule et F' le foyer image de celle-ci.

1. En considérant que la bulle d'eau possède un diamètre de l'ordre de 5 cm, déterminer la valeur de sa distance focale.

Modélisation de la situation photographiée dans la station spatiale

On considère qu'une bulle d'eau se comporte comme une lentille mince convergente. La proposition de la modélisation de la situation à bord de la station spatiale est donnée ci-après. AB représente une petite partie du visage de l'astronaute et A'B' est l'image de AB à travers la lentille. Le schéma présente les éléments principaux de la situation, sans respecter d'échelle.



2. Pour le schéma ci-dessus, qualifier l'image représentée avec deux des termes suivants : image réelle, image virtuelle, image droite, image renversée.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

3. Sans calcul, montrer que le schéma ci-dessus modélise correctement la situation photographiée à bord de la station spatiale.

Choix d'une lentille mince pour modéliser la bulle d'eau

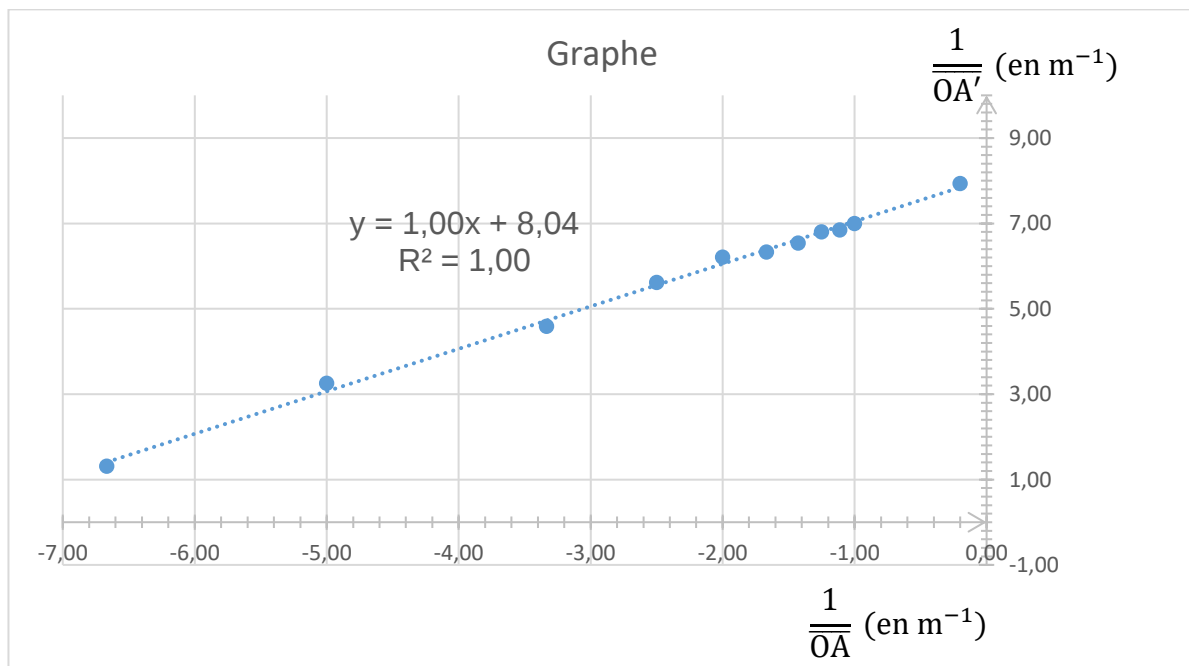
Pour reproduire la situation de la station spatiale, un groupe d'élèves décide d'utiliser une lentille mince convergente de grand diamètre afin de remplacer la bulle d'eau de la station spatiale. On dispose au laboratoire d'une telle lentille (L) mais sa distance focale f' est inconnue.

Pour déterminer la valeur de la distance focale de cette lentille, les élèves effectuent une série de mesures : pour différentes positions de la lentille par rapport à l'objet, ils déplacent l'écran pour former une image nette sur celui-ci, puis ils mesurent les valeurs algébriques $\overline{OA}$ et $\overline{OA'}$.

Tableau de mesures

Point de mesure n°	1	2	3	4	5	6
$\overline{OA}$ en m	- 0,150	- 0,200	- 0,300	- 0,400	- 0,500	- 0,600
$\overline{OA'}$ en m	0,762	0,307	0,218	0,178	0,161	0,158
Point de mesure n°	7	8	9	10	11	
$\overline{OA}$ en m	- 0,700	- 0,800	- 0,900	- 1,000	- 5,0	
$\overline{OA'}$ en m	0,153	0,147	0,146	0,143	0,126	

Les élèves placent alors, après calculs, les points de mesure sur un graphe et tracent en effectuant une régression linéaire la courbe de tendance (en pointillés) dont l'équation $y = f(x)$ s'affiche ci-après.





Graphe avec $y = \frac{1}{OA'}$ en ordonnée (en m^{-1}) et $x = \frac{1}{OA}$ en abscisse (en m^{-1})

4. Les résultats expérimentaux obtenus sont-ils en accord avec la relation de conjugaison d'une lentille mince, fournie dans les données ? Justifier.
5. Déterminer la valeur de la distance focale f' de la lentille (L).
6. Conclure sur le fait que cette lentille puisse être utilisée ou non pour remplacer la bulle d'eau étudiée à la question 1.
7. Justifier, en choisissant deux propositions parmi celles ci-dessous, que le point de mesure n° 11 permet d'estimer sans calcul la valeur de la distance focale de la lentille mince (L). Préciser cette valeur.

(a) L'image est à l'infini par rapport à la lentille	(b) L'objet est à l'infini par rapport à la lentille	(c) L'objet est dans le plan focal objet de la lentille	(d) L'image est dans le plan focal image de la lentille
---	---	--	--

Reproduction de la situation au laboratoire

Le groupe d'élèves a ainsi reproduit au laboratoire la situation de la station spatiale en remplaçant la bulle d'eau par une lentille mince convergente (L) de grand diamètre (10,0 cm) et de distance focale f' dont la valeur sera assimilée à celle de la question 7 soit $f' = 0,126$ m. L'astronaute est remplacé par un personnage en bois de hauteur 44,0 cm dont le visage mesure 8,5 cm de haut. Un premier essai figure sur la photographie 2. Lors de la prise de vue, la distance entre la lentille (L) et le personnage est de 33,0 cm.



Photographie 2 : première expérience réalisée au laboratoire

8. À l'aide des informations sur les conditions dans lesquelles la photographie 2 a été réalisée, déterminer par le calcul la valeur de la position et la taille de l'image du personnage à travers la lentille.

PARTIE B

Recyclage d'une solution de bouillie bordelaise (10 points)



La bouillie bordelaise peut être utilisée par les jardiniers pour traiter le potager ou les arbres fruitiers contre certaines maladies. Dans le commerce, elle est vendue sous la forme d'une poudre à dissoudre dans de l'eau. Cette poudre est constituée de sulfate de cuivre hydraté $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ et d'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$.

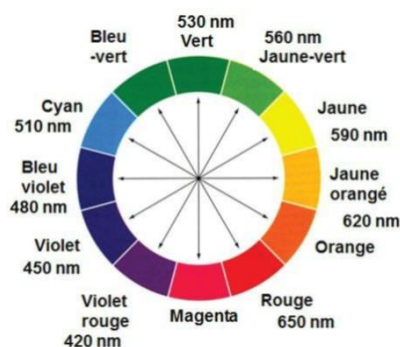
On obtient, par dissolution de cette poudre dans l'eau, une solution contenant des ions cuivre Cu^{2+} à pulvériser sur les végétaux.

Comme tout produit de traitement, cette solution doit être utilisée en respectant des concentrations précises. En effet au-delà d'un certain seuil, le cuivre est toxique pour l'Homme et l'environnement.

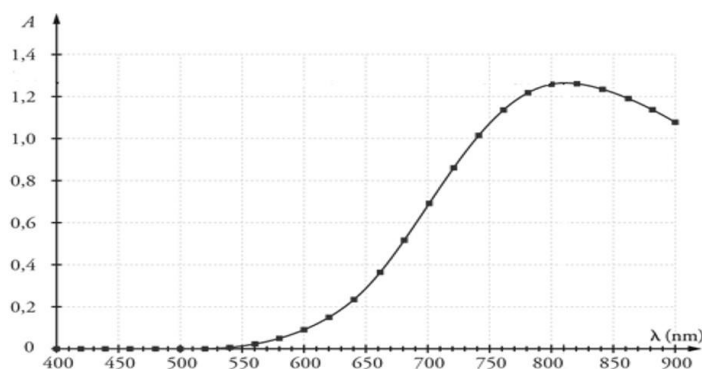
Le but de l'exercice est de déterminer si la solution de bouillie bordelaise notée S, fabriquée en trop grande quantité par un jardinier amateur, peut être jetée à l'évier ou doit être traitée ou recyclée

Données :

- Concentration en masse limite d'ions Cu^{2+} pour les rejets dans les eaux usées : $C_m = 0,5$ mg par litre d'eau déversée
- Masse molaire atomique du cuivre : $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse molaire de l'hydroxyde de sodium : $M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Cercle chromatique :



- Spectre d'absorbance d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) :





- L'espèce ionique $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ est responsable de la couleur de la solution aqueuse.

1. Déterminer la couleur de l'espèce ionique $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ en solution aqueuse. Justifier.

On souhaite déterminer la concentration en quantité de matière d'ions cuivre $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ de la solution de bouillie bordelaise S, par un dosage spectrophotométrique. On réalise pour cela une gamme étalon et des mesures d'absorbance à la longueur d'onde 810 nm.

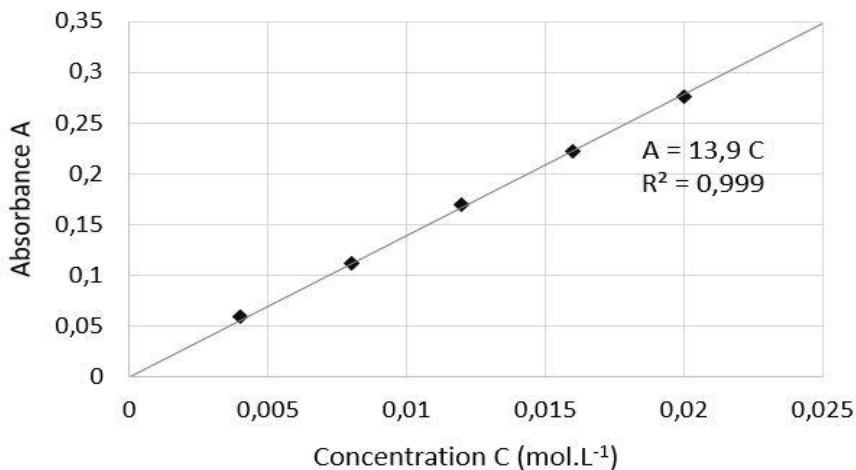
2. Expliquer en quelques lignes le principe de cette méthode de dosage.

On dispose d'une solution mère de sulfate de cuivre S_0 de concentration en quantité de matière d'ions cuivre $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ égale à $C_0 = 0,040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. À partir de cette solution S_0 on prépare différentes solutions S_i . Le volume de chaque solution fille obtenue est égal à $V_F = 10,0 \text{ mL}$.

3. Recopier et compléter le tableau ci-dessous en explicitant le calcul pour la solution S_2 .

Solution fille S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration en quantité de matière $C_i (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0,020	0,016	0,012	0,008	0,004
Volume V_0 de solution S_0 à prélever (mL)					

On mesure l'absorbance A des différentes solutions préparées et on trace le graphique suivant :



4. Après avoir rappelé l'expression de la loi de Beer-Lambert en indiquant le nom des grandeurs et les unités associées, déterminer si les résultats expérimentaux obtenus sont en accord avec cette loi.

Afin de déterminer la concentration de la bouillie bordelaise préparée par le jardinier, on dilue 20 fois la solution S avant de l'analyser avec le spectrophotomètre. On mesure une absorbance $A' = 0,120$ pour la solution diluée S' .

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

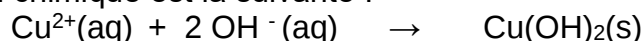
1.1

5. Détailler le protocole expérimental de préparation des 100 mL de la solution S'. La verrerie mise à disposition est :

- fiole jaugée : 100 mL et 200 mL
- éprouvettes graduées : 10 mL, 50 mL et 100 mL
- pipettes jaugées : 5 mL, 10 mL, 50 mL et 100 mL
- pissette d'eau distillée
- béchers : 50 mL et 100 mL
- pipette en plastique souple

6. Déterminer si le jardinier peut rejeter son excédent de solution S à l'évier ou s'il doit le faire recycler.

La toxicité de la bouillie bordelaise est liée à la présence des ions cuivre Cu^{2+} . Un traitement pour éliminer ces ions consiste à ajouter des pastilles d'hydroxyde de sodium NaOH(s) . La transformation est modélisée par la réaction des ions cuivre Cu^{2+} présents dans la bouillie bordelaise et des ions hydroxyde OH^- apportés par les pastilles d'hydroxyde de sodium) pour former un précipité d'hydroxyde de cuivre $\text{Cu(OH)}_2\text{(s)}$ qui est récupéré par filtration puis traité. L'équation de la réaction chimique est la suivante :



On souhaite traiter 500 mL d'une solution dont la concentration en quantité de matière d'ions Cu^{2+} est égale à $C_T = 0,22 \text{ mol.L}^{-1}$.

7. Déterminer la masse m d'hydroxyde de sodium NaOH(s) à ajouter à cette solution pour éliminer totalement les ions cuivre sans pour autant que les ions hydroxyde ne soient en excès.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.