

| | |
|--|--|
| Modèle CCYC : ©DNE | |
| Nom de famille (<i>naissance</i>) : | |
| (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage) | |
| Prénom(s) : | |
| N° candidat : | |
| (Les numéros figurent sur la convocation.) | |
| Né(e) le : | |
| N° d'inscription : | |
| | |

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

voie : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 8

PARTIE A

Photographie à l'aide d'une lentille boule (10 points)

À bord de la station spatiale internationale (I.S.S.) les passagers se sont amusés à réaliser la **photographie 1** ci-dessous où l'on peut observer l'image du visage d'un astronaute à travers une bulle d'eau.



ISS020E011082

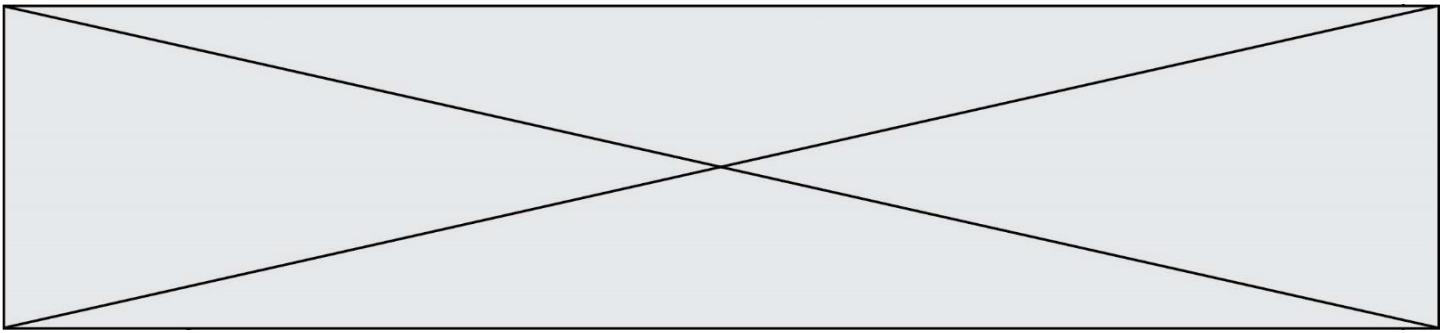
Photographie 1 : le japonais Koichi Wakata observe une goutte d'eau en lévitation à bord de l'ISS.

D'après : [http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/06/Japan_Aerospace_Exploration_Agency_JAXA_astronaut_Koichi_Wakata_\(2009\)](http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2009/06/Japan_Aerospace_Exploration_Agency_JAXA_astronaut_Koichi_Wakata_(2009))

On souhaite reproduire au laboratoire cette photographie insolite en remplaçant la bulle d'eau par une lentille mince convergente (L) et en utilisant un personnage en bois.

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 :

$$\frac{1}{d_o} - \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

- relation de grandissement γ pour une lentille mince :

$$\gamma = \frac{d_i}{d_o} = \frac{h'}{h}$$

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 :

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

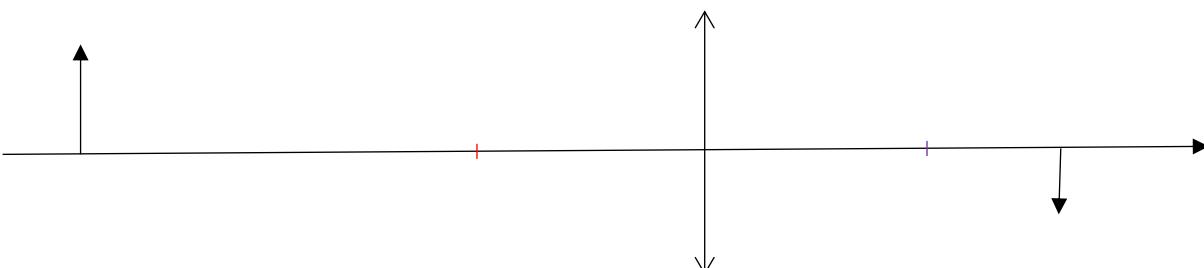
où n est l'indice de réfraction du matériau constituant la lentille boule, R est son rayon, O le centre de la lentille boule et F' le foyer image de celle-ci.

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

| | |
|--|--|
| Modèle CCYC : ©DNE | |
| Nom de famille (<i>naissance</i>) : | |
| (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage) | |
| Prénom(s) : | |
| N° candidat : | |
| N° d'inscription : | |
|  | |
| Né(e) le : | |
| (Les numéros figurent sur la convocation.) | |

1.1

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

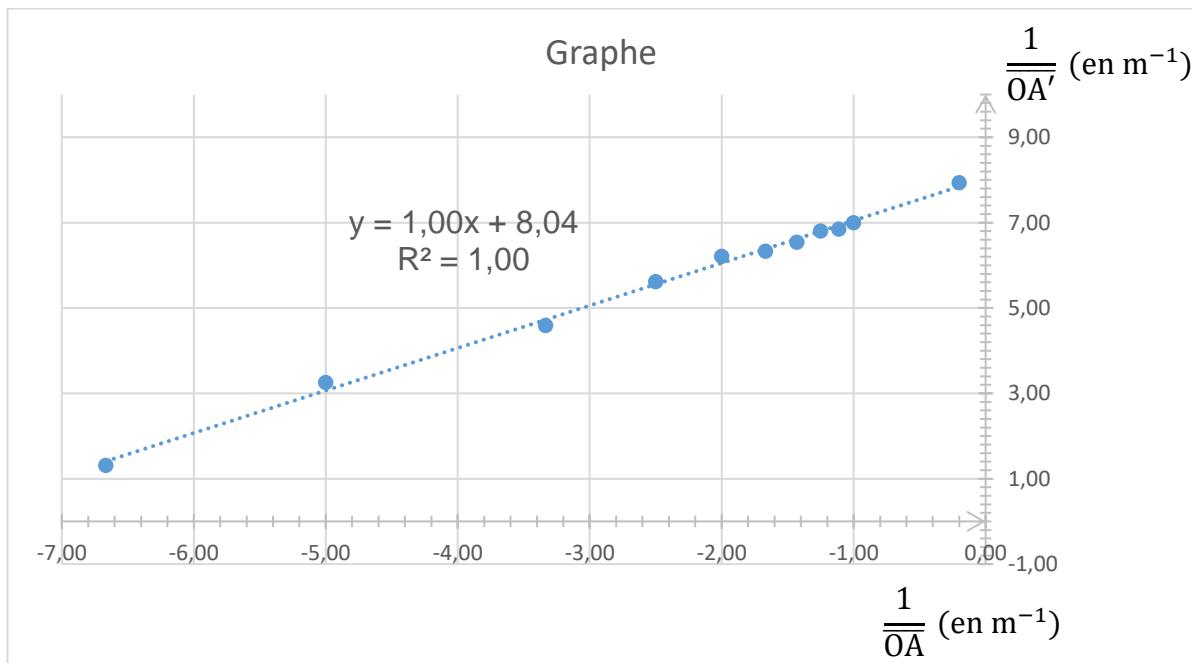
Pour reproduire la situation de la station spatiale, un groupe d'élèves décide d'utiliser une lentille mince convergente de grand diamètre afin de remplacer la bulle d'eau de la station spatiale. On dispose au laboratoire d'une telle lentille (L) mais sa distance focale f' est inconnue.

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}' .

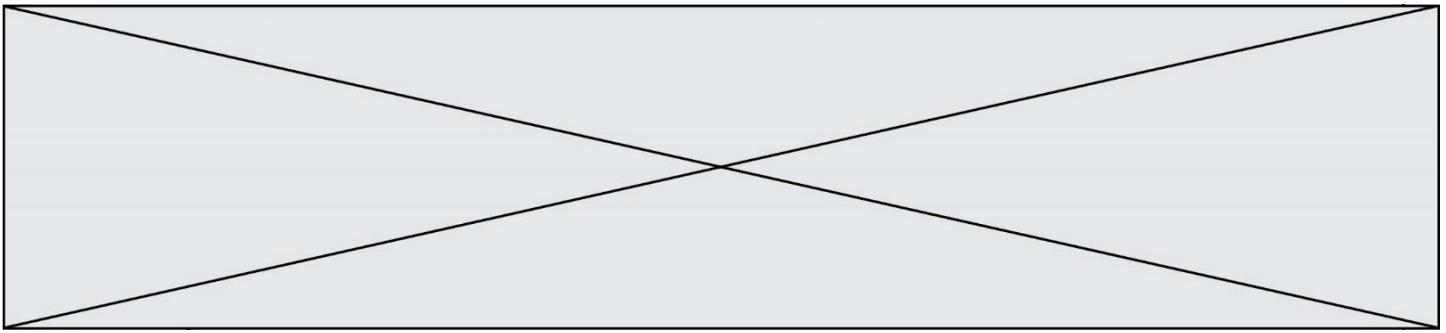
Tableau de mesures

| 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 $y = \frac{1}{\overline{OA}'}$ en ordonnée (en m^{-1}) et $x = \frac{1}{\overline{OA}}$ 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 $f' = 0,126 \text{ m}$. 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.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Modèle CCYC : ©DNE | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Nom de famille (naissance) : <i>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</i> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Prénom(s) : | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| N° candidat : | <input type="text"/> | N° d'inscription : | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | |
| (Les numéros figurent sur la convocation.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Né(e) le : | <input type="text"/> | <input type="text"/> | / | <input type="text"/> | <input type="text"/> | / | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | | | | | | | | | | |

PARTIE B

Teneur en fer d'un produit phytosanitaire (10 points)

Les feuilles de certaines plantes comme celles des vignes, des rosiers, des pêchers peuvent parfois jaunir tout en gardant des nervures bien vertes. C'est le signe que ces plantes souffrent de chlorose ferrique. Le fer, comme le magnésium, le manganèse ou le zinc sont essentiels à la synthèse de la chlorophylle, et les plantes les puisent dans le sol. Lorsque ces éléments manquent, la chlorophylle n'est plus synthétisée et les feuilles perdent leur couleur verte.

Il est possible de lutter contre la chlorose ferrique grâce à des moyens biologiques ; l'utilisation d'un purin d'ortie peut y contribuer par exemple.

Il est aussi possible d'utiliser des produits phytosanitaires commerciaux. La teneur en fer d'un produit phytosanitaire anti-chlorose est indiquée sur son emballage : 6,0 % en masse. L'objectif de cet exercice est d'envisager un titrage par spectrophotométrie adapté au contrôle de qualité de ce produit.

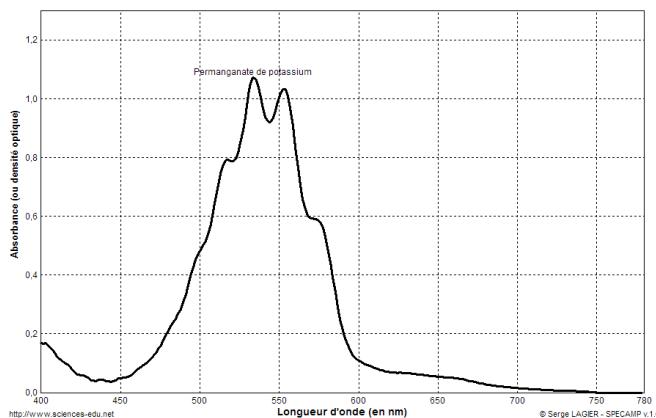
Données :

Masses molaires atomiques du fer : $M_{Fe} = 56,0 \text{ g.mol}^{-1}$

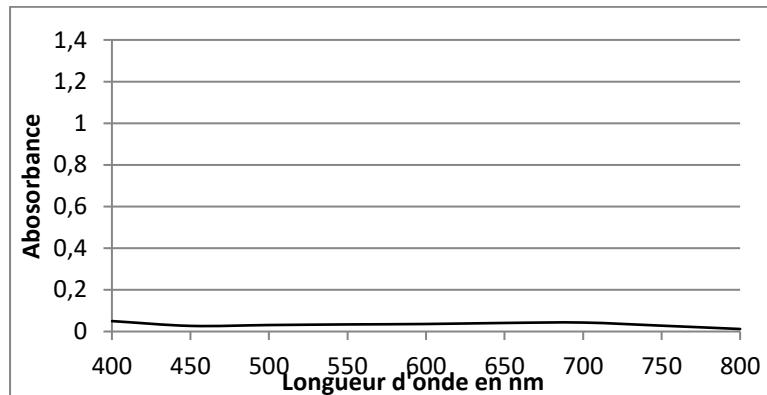
Couples oxydant/réducteur : $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ (incolore) ; $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ (incolore) ;

Fe^{3+} (orange pâle)/ Fe^{2+} (vert pâle)

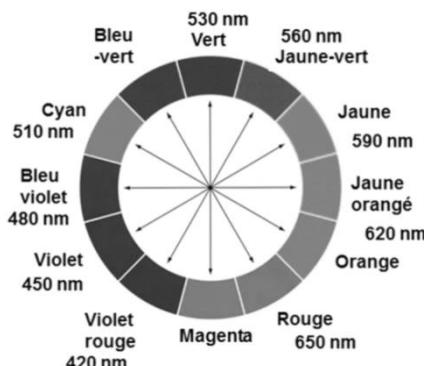
Spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium de concentration $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.



Spectre d'absorption d'une solution de peroxydisulfate de potassium de concentration $2,5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$



- Cercle chromatique



- Tests caractéristiques des ions Fe^{2+} et Fe^{3+} avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium

| ions | couleur | Ajout de quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium |
|------------------|-----------------------------|---|
| Fe^{2+} | Vert à peine perceptible | Précipité vert d'hydroxyde de fer II |
| Fe^{3+} | Rouille à peine perceptible | Précipité rouille d'hydroxyde de fer III |

1. Choix du réactif titrant.

Pour réaliser le titrage des ions ferreux, Fe^{2+} , contenus dans un produit phytosanitaire destiné à lutter contre la chlorose ferrique, on dispose de deux solutions titrantes possibles :

- Une solution de peroxydisulfate de potassium acidifiée ($\text{K}^{+}_{(aq)} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(aq)}$) de concentration $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
- Une solution de permanganate de potassium acidifiée ($\text{K}^{+}_{(aq)} + \text{MnO}_4^{-}_{(aq)}$) de concentration molaire $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Les ions peroxydisulfate comme les ions permanganate réagissent en solution aqueuse avec les ions Fe^{2+} . Un test avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, après réaction entre les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ou MnO_4^{-} , conduit au même précipité rouille d'hydroxyde de fer III.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|----------------------|--|---|--|---------------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|--|--|
| Modèle CCYC : ©DNE | Nom de famille (naissance) : <i>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Prénom(s) : | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° candidat : | | | | | | | | N° d'inscription : | | | | | | | |
| <i>(Les numéros figurent sur la convocation.)</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Né(e) le : | | | | | | | | | | | | | | |
| <input type="text"/> | | / | | <input type="text"/> | | / | | <input type="text"/> | | <input type="text"/> | | <input type="text"/> | | | |

1.1. Préciser la nature de la transformation chimique qui se produit quand on mélange des ions Fe^{2+} et des ions peroxydisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ d'une part ou permanganate MnO_4^- d'autre part, que le test avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium met en évidence.

1.2. Écrire les équations des réactions modélisant les transformations chimiques mettant en jeu :

- les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ d'une part,
 - les ions Fe^{2+} et les ions MnO_4^- d'autre part.

1.3. Montrer, en vous référant à la couleur de chaque solution titrante, qu'il est plus judicieux de choisir la solution de permanganate de potassium pour réaliser le titrage des ions ferreux contenus dans le produit phytosanitaire, la coloration due aux ions ferreux (Fe^{2+}) ou ferrique (Fe^{3+}) en solution aqueuse étant très peu perceptible.

1.4. Définir l'équivalence d'un titrage.

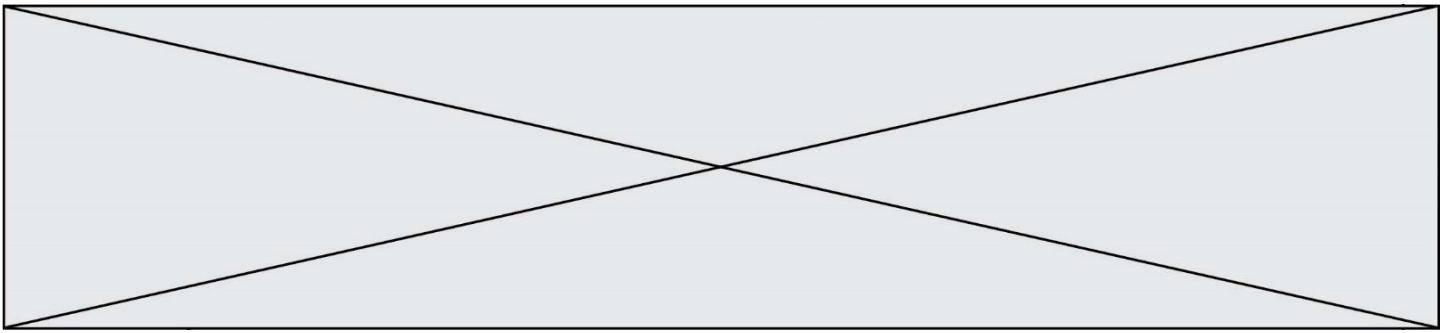
2. Mise en œuvre du titrage



2.1. La solution de permanganate de potassium étant trop concentrée, il est nécessaire de la diluer 5 fois avant de l'utiliser pour le titrage. Choisir, dans la liste de matériel proposé (photographie ci-dessus), la verrerie adaptée à cette dilution. Justifier.

2.2. Expliquer pourquoi certaines verreries sont associées à des capacités notées 100 mL, 50 mL, 10 mL, et d'autres à des capacités de 100,0 mL, 50,0 mL, 10,0 mL.

2.3. Le produit phytosanitaire se présente sous la forme d'une poudre. Afin de réaliser le titrage, on dissout 100,0 g de produit dans de l'eau et on complète avec de l'eau de façon à obtenir 1,0 L de solution.



- 2.3.1.** On prélève 10,0 mL de cette solution qu'on introduit dans un erlenmeyer.
Dans la liste de matériel proposée ci-dessus, choisir la verrerie utilisée pour prélever ces 10,0 mL.
- 2.3.2.** Schématiser et légender le montage utilisé afin de réaliser le titrage.

3. Exploitation du résultat du titrage

3.1. Le titrage est réalisé plusieurs fois. On note V_E , le volume de solution de permanganate de potassium versé pour atteindre l'équivalence pour chaque titrage réalisé. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

| Mesure | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V_E en mL | 11,0 | 10,6 | 10,4 | 10,6 | 10,8 | 10,5 | 10,7 | 10,9 | 11,2 | 11,0 |

- 3.1.1.** L'incertitude-type $u(V_E)$, de type A, sur cette série de mesures est égale à 0,080 mL. Écrire le résultat de la mesure pour V_E .
- 3.1.2.** Une autre méthode de détermination de l'incertitude-type sur le volume équivalent aurait pu être prise en compte. Préciser sa nature.
- 3.1.3.** Déterminer la teneur en masse d'ions ferreux présente dans l'échantillon de 10,0 mL de solution titrée prélevé.

3.2. Un titrage par spectrophotométrie peut-il être adapté au contrôle de la teneur en fer du produit phytosanitaire indiquée sur l'emballage ?