Exercice 3 : OBSERVATION D'OBJETS DE PETITES DIMENSIONS (4 points)

Le microscope optique a été inventé à la fin du XVI^{ème} siècle par le hollandais ZACCHARIAS JANSSEN contribuant ainsi au développement de la théorie cellulaire. Destiné à l'observation d'objets de petites dimensions de l'ordre du micromètre, il est constitué de deux systèmes optiques, un objectif et un oculaire.
Fonctionnant en lumière blanche, l'objectif et l'oculaire peuvent être assimilés à deux lentilles convergentes de distance focale respective f'_1 et f'_2.
L'ensemble est dans l'air et l'œil de l'observateur vient se placer au voisinage du foyer image de l'oculaire, F'_2. Il observe l'image finale située entre l'infini et la distance minimale de vision distincte.

1. MAQUETTE DE MICROSCOPE :

Pour comprendre le principe de l'appareil, on réalise une maquette de microscope comprenant :

- Un objectif : lentille mince convergente L_1 de distance focale $f'_1 = 2{,}0$ cm et de centre optique O_1.
- Un oculaire : lentille mince convergente L_2 de distance focale $f'_2 = 4{,}0$ cm et de centre optique O_2.
- Un objet éclairé de hauteur AB = 1,0 cm placé perpendiculairement à l'axe optique commun à L_1 et L_2.

1.1. Par construction graphique, sur la **figure 1 en annexe à rendre avec la copie**, déterminer l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB donnée par la lentille L.

1.2. L'image intermédiaire A_1B_1 joue le rôle d'objet pour la lentille L_2.

1.2.1. Quelle est la position particulière de A_1B_1 par rapport à la lentille L_2 ? Où va se former l'image définitive A_2B_2 ?

1.2.2. Justifier la position de A_2B_2 en complétant la construction graphique de la **figure1 en annexe à rendre avec la copie.**

1.3. *L'œil emmétrope (sans défauts) voit nettement un objet situé entre l'infini et une distance minimale $d_m = 25$ cm.*
Pour un objet situé à l'infini, l'œil étant au repos, son image se forme de manière nette sur la rétine.
Lorsque l'objet se rapproche, le cristallin (lentille convergente) se déforme afin que l'image se forme encore sur la rétine. On dit que l'œil accommode.

Justifier l'intérêt que représente la position de l'image finale donnée par le microscope pour l'observateur.

Quel avantage présente un tel système optique pour l'observation d'objets de petites dimensions ?

2. OBSERVATION D'UN GLOBULE ROUGE :

Le microscope réel utilisé possède les caractéristiques suivantes :

- Objectif : distance $f'_1 = 10$ mm
- Oculaire : distance focale $f'_2 = 50$ mm
- Intervalle optique : $\Delta = F'_1F_2 = 160$ mm

On envisage l'observation d'un globule rouge dont le diamètre est d = 8,0 µm.

Rappels :

- Formule de conjugaison des lentilles minces : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$

  les différentes grandeurs correspondent à des mesures algébriques

- Formule du grossissement :

  $G = \frac{\theta'}{\theta}$ θ : angle sous lequel est vu l'objet, placé à la distance d_m, à l'œil nu

  θ' : angle sous lequel est vu l'image définitive au travers de l'instrument.

2.1. On se place dans le cas où l'œil n'accommode pas. On considère donc que l'image finale donnée par le microscope se forme à l'infini.

2.1.1. Où est située l'image intermédiaire à travers l'objectif ? Déterminer sa position $\overline{O_1A_1}$ par rapport à l'objectif.

2.1.2. Par application de la formule de conjugaison, calculer la distance $\overline{O_1A}$ entre l'objet et l'objectif.

2.2. On se place maintenant dans le cas où l'œil accommode. L'image finale donnée par le microscope se forme à la distance $d_m = 25$ cm de F'_2.
L'image intermédiaire A_1B_1 se situe alors entre F_2 et O_2 et l'objet AB est à la distance $\overline{F_1A} = -0{,}59$ mm de l'objectif.

2.2.1. Dans le cas où l'œil n'accommode pas, on a $\overline{F_1A} = -0{,}63$ mm. Comparer les deux distances $\overline{F_1A}$ dans le cas où l'œil n'accommode pas et celui où il accommode. Calculer la différence.

2.2.2. Le réglage du microscope nécessite de déplacer l'ensemble (objectif + oculaire) à l'aide d'une crémaillère et d'une vis micrométrique.
Justifier l'utilisation d'une vis micrométrique pour effectuer la mise au point.

2.3. Étude du grossissement du microscope :

2.3.1. Schématiser l'observation de l'objet, placé à la distance d_m à l'œil nu.
Exprimer tan θ et en déduire la valeur de θ.
On rappelle : tan $\theta \approx \theta$ en radian si θ petit.

2.3.2. Sur la **figure 1 en annexe à rendre avec la copie**, noter l'angle θ' sous lequel est vue l'image définitive. En déduire son expression littérale. Calculer la valeur de θ' associée au microscope réel.

2.3.3. Déduire le grossissement G.

2.4. Le cercle oculaire est l'image de l'ouverture de l'objectif donnée par l'oculaire :

2.4.1. Tracer **sur la figure 2, en annexe, à rendre avec la copie** les rayons lumineux issus de l'objectif et qui après traversée de l'oculaire, délimitent et positionnent le cercle oculaire.

2.4.2. Lors d'une observation, l'œil doit être proche de F'_2 et au centre du cercle oculaire.
Justifier cette affirmation concernant cette position idéale de l'œil.

ANNEXE **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Figure : 1 échelle horizontale et verticale 1 cm ⇔ 2 cm

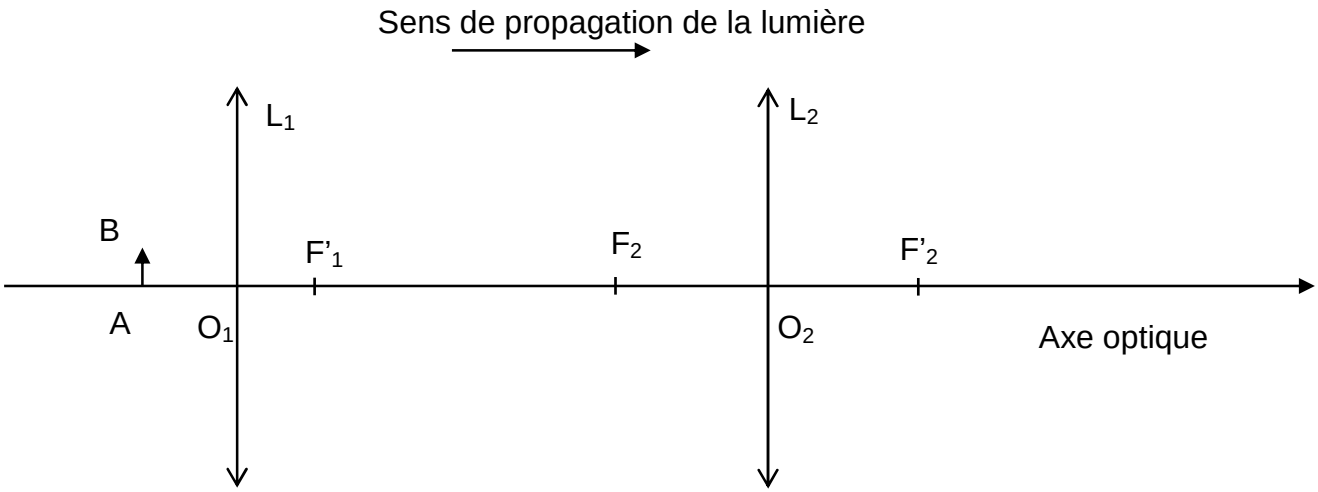


Figure : 2

