EXERCICE 3 – L'art d'observer avec deux lentilles (4 points)

François-Maël et Anne-Claire sont deux enfants curieux. En rentrant de l'école, ils se rendent compte que la pelouse regorge de sauterelles. Ils entreprennent alors d'en capturer quelques unes afin de les observer.
Pour observer les sauterelles capturées, les deux enfants disposent de deux systèmes :
- un gobelet transparent d'une profondeur définie d_1 = 7,0 cm (figure 1), muni d'une loupe sur la partie supérieure ;
- d'un compte-fils constitué d'une autre loupe montée sur un support à distance connue d_2 = 3,5 cm d'un plan d'observation transparent (figure 2).
Les deux « systèmes » optiques sont conçus pour que les apprentis observateurs puissent voir les images sans que leurs yeux aient à accommoder.

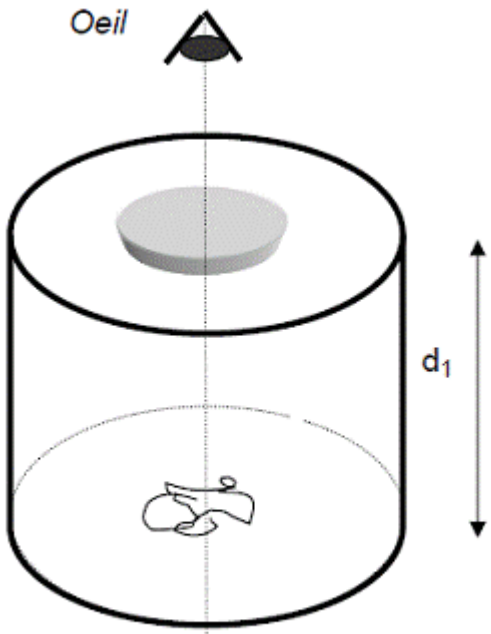


figure1

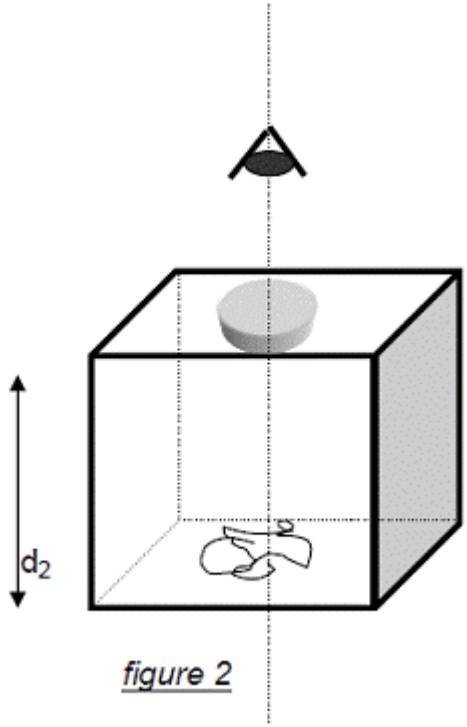


figure 2

1. Étude des deux lentilles.

1.1. Que représentent, d'un point de vue optique, les deux distances d_1 et d_2 ? On considère que l'œil n'accommode pas lorsqu'il regarde à l'infini.

1.2. Le grossissement d'une loupe est donné par la relation : $G = \frac{1}{4.f'}$ où f ' représente la distance focale de la loupe.
Calculer les grossissements G_1 et G_2 des deux loupes utilisées par les jeunes observateurs. Avec laquelle de ces deux loupes, la sauterelle capturée sera-t-elle vue plus grosse ?

2. Une technique pour augmenter le grossissement.

Les deux enfants ne sont dans un premier temps que partiellement satisfaits de leurs observations. Anne-Claire demande : « Comment pourrait-on voir plus gros la sauterelle ?»
« Et si on mettait l'un des systèmes au-dessus de l'autre ? » suggère François-Maël.
Le plus simple pour eux est de placer le compte-fils sur le gobelet et d'observer la sauterelle à travers ce dispositif. En plaçant l'œil près du compte-fils, ils voient « flou » mais lorsqu'ils se placent à une grande distance, ils voient leur insecte net, à l'envers, mais plus petit qu'en réalité.
Après discussion, les deux enfants décident d'inverser les deux systèmes. Après quelques essais, ils constatent que pour voir la sauterelle nettement plus grosse, ils doivent placer le compte-fils de telle sorte que sa lentille soit située à une distance D = 4,0 cm de la sauterelle sans avoir à accommoder.

2.1. Instrument d'optique construit par les enfants :
  2.1.1. Quel instrument d'optique, correspondant à leur souhait, les deux enfants ont-ils construit ?
  2.1.2. Comment appelle-t-on chacune des deux lentilles, dans cet instrument d'optique ?

2.2. Calculer la position de l'image intermédiaire donnée par la lentille la plus proche de l'objet en utilisant la formule de conjugaison dont on rappelle l'écriture générale :

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

2.3. Construire à *l'échelle ½ horizontalement* , SUR LA FEUILLE ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, la situation optique créée par les enfants. La sauterelle sera représentée par une flèche verticale AB de 1 cm posée sur l'axe principal (*échelle 1 verticalement*). On rappelle que spontanément les enfants se placent de telle sorte que leurs yeux n'accommodent pas ; l'image définitive est à l'infini.

2.4. Le grossissement de l'instrument ainsi construit est donné par la relation G = $|\gamma|$.G'

où γ représente le grandissement de la lentille devant l'objet et G' le grossissement de la seconde lentille. Calculer alors le grossissement de l'instrument et justifier le fait que les enfants trouvent la sauterelle observée beaucoup plus grosse.

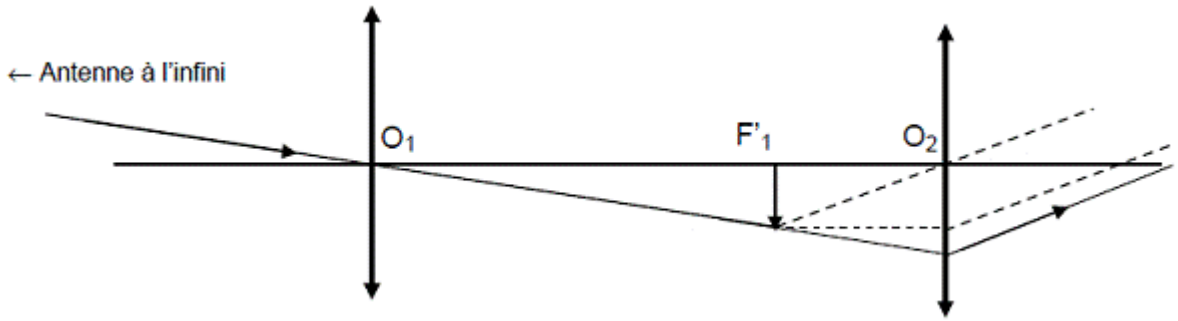
3. L'antenne de TV apparaît plus grosse.

En rangeant les deux systèmes, Anne-Claire pose le compte-fils sur le gobelet et se met à observer vers le ciel avec l'ensemble. « Oh ! je vois l'antenne TV des voisins à l'envers et plus grosse ! » s'exclame-t-elle.

3.1. Quel instrument d'optique connu vient de construire la fillette ?

3.2. Où se forme l'image intermédiaire dans cette situation, en supposant que l'antenne est très éloignée de l'instrument ? Justifier à l'aide de la formule de conjugaison.

3.3. La construction permettant d'obtenir l'image définitive de l'antenne est fournie ci-dessous :



Dans ces conditions d'observation, où se situe le foyer objet de la lentille L_2 ?

3.4. Démontrer que le grossissement de cet instrument est $G = \frac{f'_1}{f'_2}$ où f'_1 représente la distance focale de l'objectif et f'_2 la distance focale de l'oculaire.
Faire l'application numérique.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

