

I Lunette de Galilée

En 1609, Galilée reproduit et améliore une lunette construite par un opticien hollandais ou italien, et a l'idée de la pointer vers le ciel. Il fait alors des découvertes révolutionnaires. Sa lunette est constituée d'une lentille divergente et d'une lentille convergente. Nous allons en étudier le principe ici.

Cette lunette est afocale : elle sert à observer des objets situés à l'infini, et en produit des images envoyées à l'infini (afin que l'œil puisse l'observer sans effort). Elle est constituée de deux blocs optiques :

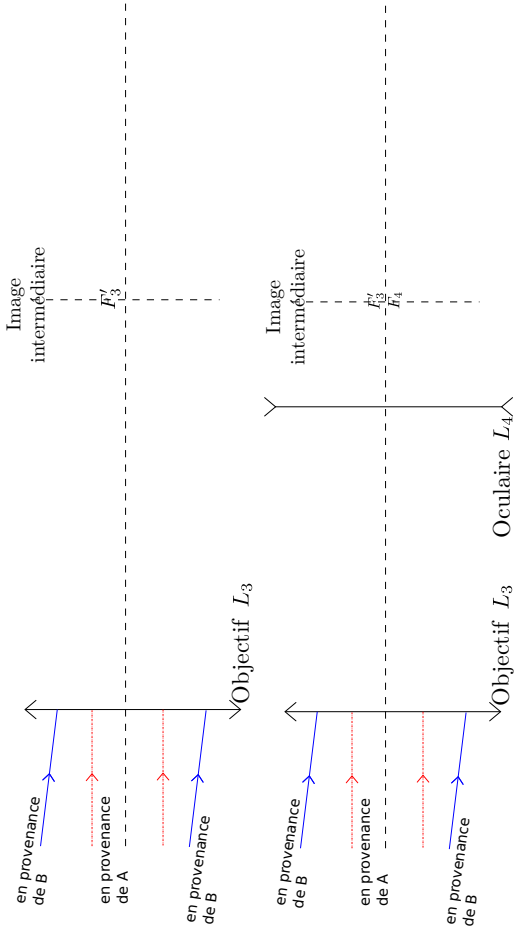
- Un objectif L_3 que nous modéliserons par une lentille convergente de focale $f'_3 = 300$ mm. Son rôle est de former de l'objet AB (qui lui est à l'infini) une image A_1B_1 .
- Un oculaire L_4 que nous modéliserons par une lentille divergente de focale $f'_4 = -100$ mm. Son rôle est de former de l'image intermédiaire A_1B_1 une image $A'B'$ située à l'infini, observable par l'œil.

1.a – Par rapport à la lentille L_3 , où se forme l'image intermédiaire A_1B_1 ?

1.b – Pour que $A'B'$ soit à l'infini, où doit être située l'image intermédiaire A_1B_1 par rapport à la lentille L_4 ?

1.c – D'après les deux questions précédentes, comment doivent être placées les deux lentilles l'une par rapport à l'autre (position de leurs foyers) ?

Compléter le schéma ci-dessous en prolongeant les rayons : d'abord sur le schéma où il y a seulement l'objectif, puis ensuite sur le schéma complet.



1.d – Prendre les lentilles L_3 et L_4 et, en les tenant à la main et en regardant par la fenêtre, voir si cela fonctionne.

Pour étudier la lunette sur le banc optique de la salle de TP, il va falloir également “fabriquer” deux autres éléments essentiels : un objet à l'infini (qui joue le rôle de ce qu'observerait la lunette dans le ciel), et un œil.

2 – Reprendre le TP précédent sur la lunette astronomique, et fabriquer sur le banc optique un objet à l'infini (à l'aide de la lentille $f'_1 = 125$ mm, puis un œil qui observe cet objet (à l'aide de la lentille $f'_2 = 200$ mm). Pour l'instant il n'y a pas la lunette sur votre banc optique.

3 – Intercaler la lunette entre l'œil et l'objet. Constaté alors que l'image sur l'écran est bien grossie.

4 – Mesurer le grossissement angulaire de la lunette. Ceci est-il compatible avec la formule théorique

$$G = f'_3 / f'_4 \quad ?$$

(suite au dos)

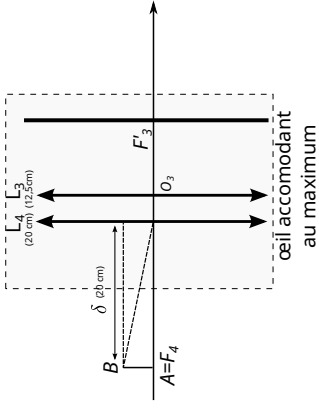
II Réalisation d'un microscope

Cette partie reprend l'exercice sur le microscope du TD, et en propose une réalisation pratique.

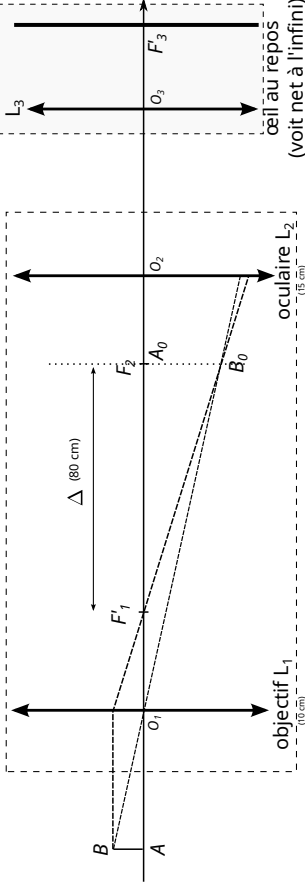
Pour manipuler plus simplement, les longueurs et focales ne correspondent pas vraiment à celles d'un œil réel ou d'un microscope réel. Ceci ne change rien au principe.

Schémas

observation à l'œil nu :



observation avec le microscope :



Réalisation d'un modèle de l'œil

Il faut d'abord réaliser un modèle d'œil, à l'aide d'une lentille (le cristallin) et d'un écran (la rétine).

5.a – Œil au repos :

L'œil au repos voit net des objets situés à l'infini.

Prendre une lentille de focale $f'_3 = 12,5$ cm, et placer un écran à une distance f'_3 de celle-ci. Rendre ce couple lentille-écran solidaire à l'aide d'une tige.

Pourquoi cet œil forme-t-il une image nette sur l'écran uniquement pour des objets situés à l'infini ?

5.b – Œil qui accomode au maximum :

Pour voir un objet avec le plus de détails possibles, on le rapproche le plus possible de notre œil, jusqu'à ce qu'il soit au pointum proximum, soit environ 20 cm pour l'œil humain (en dessous, l'œil n'arrive plus à accommoder).

Pour simuler un œil qui accomode, on place une lentille de focale $f'_4 = 20$ cm accolée à la lentille f'_3 . Cet œil va voir un objet net lorsqu'il est situé à une distance f'_4 de O_4 . C'est ce qui correspondra à son pointum proximum.

Faire le montage. Mesurer la taille de l'objet sur l'écran. Ceci correspondra à la taille maximale pour notre œil-modèle, accommodant au mieux, et c'est ceci que nous souhaitons améliorer dans la suite à l'aide du microscope.

5.c – Compléter le tracé sur la première figure (faire la suite du trajet des deux rayons en pointillés), afin de tracer l'image $A'B'$. Ceci doit montrer que l'image d'un objet dans le plan de F_4 se forme bien sur le plan de F'_3 .

5.d – Traduire la situation en terme de points conjugués en complétant :

$$AB \xrightarrow{L_4} \text{image à ...} \xrightarrow{L_3} \text{image dans le plan de ...}$$

Réalisation du microscope

Le microscope est constitué d'un objectif L_1 , qui forme une image intermédiaire agrandie A_0B_0 de l'objet AB .

Cette image intermédiaire doit être placée dans le plan focal objet de l'oculaire L_2 , qui l'envoie à l'infini sous un angle important, vers l'œil, qui peut ainsi l'observer sans accommoder.

On prendra $f'_1 = 10$ cm pour l'objectif, $f'_2 = 15$ cm pour l'oculaire (lentille de grand diamètre), et $\Delta = 80$ cm pour la distance $\overline{F'_1F'_2}$.

6.a – Montage :

Ajuster la position de la lentille 1 pour qu'elle forme l'image intermédiaire A_0B_0 de l'objet à une distance $f'_1 + \Delta = 90$ cm de son centre.

Vérifier par une mesure que le grossissement $\gamma_1 = \overline{A_0B_0}/\overline{AB}$ est alors bien donné par la formule issue du TD, $\gamma_1 = -\Delta/f'_1$.

6.b – Ajouter ensuite la lentille 2 et l'œil (qui n'accomode pas, donc sans la lentille 4). Ajuster la position de la lentille 2 pour que l'image vue par l'œil soit nette (sur l'écran qui joue le rôle de la rétine). Le microscope est réglé.

6.c – Compléter le tracé des deux rayons en pointillés sur le schéma du microscope.

6.d – Mesurer la taille de l'image sur la rétine.

6.e – Calculer la valeur expérimentale du grossissement du microscope, $G = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ avec microscope. $G = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A'B'}}_{\text{œil accomodant au maximum}} = \frac{\Delta f'_4}{f'_1 f'_2}$.

Vérifier que ceci est cohérent avec la formule démontrée lors du TD : $G_{\text{théo}} = -\frac{\Delta f'_4}{f'_1 f'_2}$.

Autres vérifications

S'il vous reste du temps, réutiliser l'énoncé du TP "mesures de focales" afin de vérifier que les valeurs de f'_1 , f'_2 , f'_3 et f'_4 sont bien celles indiquées par le fabricant. Vous pouvez utiliser la méthode de votre choix.