

TP 6 – Lunette astronomique

Matériel : banc optique, lentilles, miroir plan, écran, source de lumière, flèche objet, barre+ noix $\times 2$, diaphragme.
L'objectif de ce TP est de concevoir et d'étudier une lunette astronomique.

I Fabrication de la lunette astronomique, mesure du grossissement

Une lunette astronomique sert à observer les astres, situés à l'infini. L'image produite par la lunette est également à l'infini, afin que l'œil puisse l'observer sans effort : c'est un instrument dit afocal. Elle est constituée de deux blocs optiques :

- Un objectif L_3 que nous modéliserons par une lentille convergente de focale $f'_3 = 333 \text{ mm}$ (3δ). 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 convergente de focale $f'_4 = 100 \text{ mm}$ (10δ). Son rôle est de former de l'image intermédiaire A_1B_1 une image $A'B'$ située à l'infini, observable par l'œil.

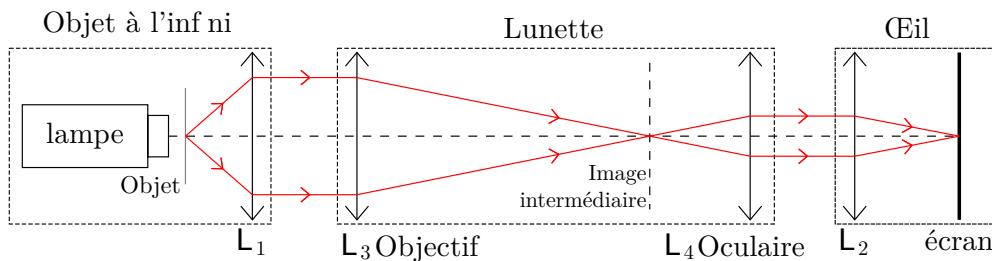
1.a – Par rapport à la lentille L_3 , où se forme l'image intermédiaire A_1B_1 ?

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 ?

Faire un schéma de la lunette, et tracer la marche de rayons arrivant de l'infini : deux parallèles à l'axe optique, deux inclinés d'un angle α (voir au tableau).

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.



I.1 Fabrication d'un objet à l'infini

L'objet est fabriqué à l'aide de la lampe, de la lettre-objet P, et d'une lentille L_1 de focale $f'_1 = 125 \text{ mm}$ (8δ).

2.a – Où doit être situé la lettre-objet P par rapport à L_1 pour que son image soit envoyée à l'infini ?

Faire alors un schéma de l'ensemble {lampe + lettre-objet P + L_1 }, où apparaissent des rayons (cf tableau). Laisser de la place pour ajouter l'œil sur la droite du schéma (partie suivante).

2.b – Réaliser cet objet. Pour être certain de bien placer la lettre-objet dans le plan focal objet de la lentille, on utilisera la méthode d'autocollimation avec le miroir (TP précédent). On peut également jouer sur le tirage de la lampe pour maximiser la luminosité.

I.2 Fabrication d'un œil

L'œil est fabriqué à l'aide d'un écran et d'une lentille L_2 de focale $f'_2 = 200 \text{ mm}$ (5δ).

3.a – Qu'est ce qui joue le rôle de cristallin et de rétine ? Où doit être placé l'écran par rapport à la lentille L_2 afin de voir net un objet situé à l'infini ?

Compléter le schéma précédent en ajoutant l'œil, où apparaissent des rayons provenant de l'objet à l'infini.

3.b – Réaliser cet œil. Le régler de sorte à voir net sur l'écran l'image formée par l'objet précédemment réalisé.

3.c – Mesurer la hauteur h de l'image sur l'écran. Vérifier qu'elle ne dépend pas de la position de l'œil.

En déduire l'angle α sous lequel arrivent les rayons les plus inclinés provenant de l'objet.

L'objectif de la lunette sera d'augmenter cet angle α .

1.3 Fabrication de la lunette

4.a – Fabriquer la lunette à l'aide des lentilles L_3 et L_4 décrites en début d'énoncé. Il faut choisir la distance entre les deux afin que F'_3 et F_4 coïncident. Ceci sera le cas lorsque l'image sera nette sur l'écran, puisqu'il est réglé pour voir net une image allant à l'infini.

Une fois ce réglage effectué, mesurer la distance entre O_3 et O_4 et vérifier qu'elle correspond bien approximativement à $f'_3 + f'_4$.

4.b – Mesurer la hauteur h' de l'image sur l'écran. En déduire l'angle α sous lequel arrivent les rayons les plus inclinés provenant de l'objet.

4.c – Le grossissement angulaire de la lunette est défini comme $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Déduire de vos mesures la valeur de G_{exp} pour votre lunette.

Nous avons démontré en TD que l'expression théorique de G est $G_{\text{théo}} = -\frac{f'_3}{f'_4}$. Ceci est-il en accord avec votre mesure expérimentale ?

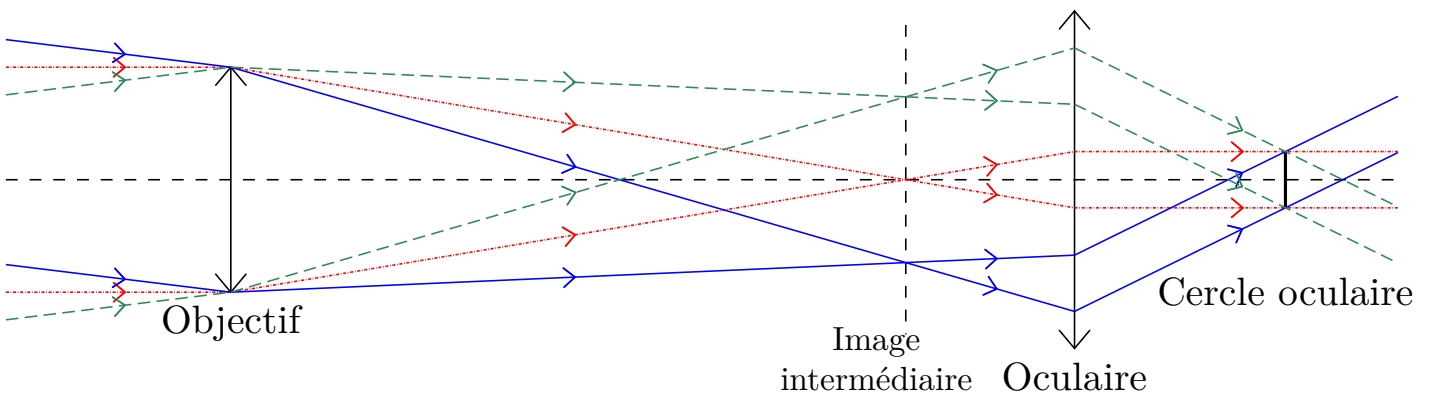
II Cercle oculaire, diaphragmes de champ et d'ouverture

Partie à traiter seulement si le temps le permet.

Cercle oculaire

Le cercle oculaire d'un instrument d'optique, aussi appelé pupille de sortie, est le plus petit cercle au travers duquel passent tous les rayons sortant de l'instrument. On voit sur la construction ci-dessous qu'il s'agit de l'image de l'objectif par l'oculaire. Il est préférable de placer l'œil ici, car c'est là que la luminosité est maximale.

5.a – À l'aide d'une feuille de papier que vous promener en sortie de la lunette, repérer où se situe le cercle oculaire.



Diaphragme d'ouverture

Placer un diaphragme devant la lentille de l'objectif. Constater en le fermant et en l'ouvrant que ceci influence sur la luminosité de l'image, mais pas sur la portion de l'image visible. Ce diaphragme est appelé diaphragme d'ouverture.

5.b – À l'aide du schéma ci-dessus, comprendre pourquoi il en est ainsi.

Diaphragme de champ

Placer un diaphragme dans le plan focal image de la lentille de l'objectif. Constater en le fermant et en l'ouvrant que ceci n'influe presque pas sur la luminosité de l'image, mais sur la portion de l'image visible. Ce diaphragme est appelé diaphragme de champ.

5.c – À l'aide du schéma ci-dessus, comprendre pourquoi il en est ainsi.