

TP2 – Grossissement d’une lunette astronomique

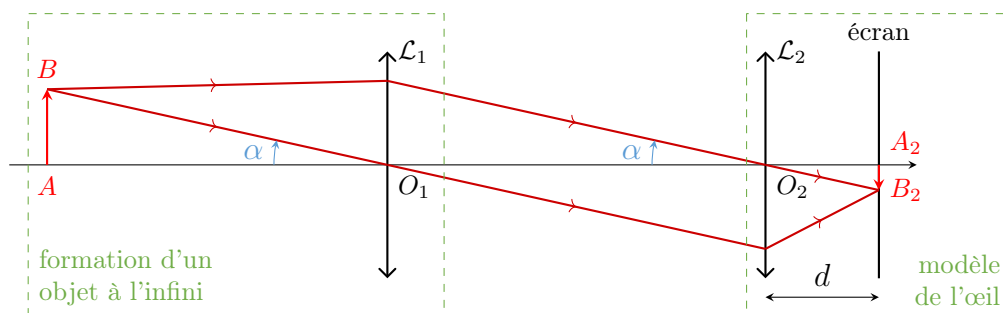
Objectifs

- Étudier une maquette de lunette astronomique ou une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement.
- Éclairer un objet de manière adaptée.
- Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales, et choisir leur focale de façon raisonnée.
- Optimiser la qualité d’une image (alignement, limitation des aberrations, etc.).

Étude préliminaire

On s’intéresse au système optique ci-dessous, composé de deux lentilles convergentes \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 de distances focales respectives f'_1 et f'_2 , telles que :

- la lentille \mathcal{L}_1 forme de AB une image intermédiaire A_1B_1 à l’infini ;
- la lentille \mathcal{L}_2 forme de A_1B_1 une image nette A_2B_2 sur un écran situé à une distance d .



1. Où doit être placé AB pour que son image par \mathcal{L}_1 soit située à l’infini ? Exprimer α en fonction de \overline{AB} et de f'_1 , en supposant que l’objet est très petit devant la distance focale de la lentille.
2. Donner la condition entre d et f'_2 pour laquelle l’image A_2B_2 apparaît nette sur l’écran. Exprimer $\overline{A_2B_2}$ en fonction de α et f'_2 .
3. On insère une lunette astronomique de grossissement G entre \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 . Exprimer $\overline{A_3B_3}$, la nouvelle taille de l’image de AB formée par l’ensemble $\{\mathcal{L}_1, \text{lunette}, \mathcal{L}_2\}$ sur l’écran. En déduire que le grossissement de la lunette s’exprime :

$$G = \frac{\overline{A_3B_3}}{\overline{A_2B_2}}.$$

Mesure du grossissement d'une lunette

La lunette utilisée pendant cette séance est une lunette de visée dont l'objectif et l'oculaire sont constitués de plusieurs lentilles, mais il est possible de les assimiler à deux lentilles minces convergentes. Son réglage est détaillé dans le Doc. 2.

L'objectif de la séance est de **mesurer le grossissement de la lunette**.

Consignes :

- la rédaction du compte-rendu s'appuiera sur l'aide fournie (Doc. 1) ;
- les résultats seront accompagnés de leur incertitude-type ;
- une comparaison quantitative avec les données constructeur (Doc. 3) est attendue.

Compétence	Observable	A	B	C	D
ANA	Formuler des hypothèses Choisir, concevoir, justifier un protocole				
REA	Mettre en œuvre les étapes d'une démarche, un protocole Optimiser la qualité d'une image				
VAL	Exploiter des mesures en estimant les incertitudes Confronter les résultats d'une mesure à une valeur de référence Analyser les résultats de manière critique				

Documents

Document 1 – Aide à la rédaction du compte-rendu

- Problématisation** : identifier le problème à résoudre et le formuler sous la forme d'une problématique en utilisant le vocabulaire scientifique adapté.
- Hypothèse** : formuler une hypothèse justifiée : « Je pense que ... car ... ».
- Protocole** : mettre en place un protocole pour vérifier l'hypothèse et répondre à la problématique ou l'objectif donné, en commençant par une brève description (en quelques lignes) de ce qu'il est prévu de faire. Le protocole peut ensuite contenir :
 - une ou plusieurs expériences, qui devront s'accompagner :
 - d'une liste du matériel ;
 - de schémas, clairs et légendés ;
 - d'observation et/ou de mesures associées à leurs incertitudes.
 - un ou des calculs, qui devront être présentés en donnant :
 - la loi, le modèle utilisé et la formule littérale associée ;
 - les conversions ;
 - le résultat de l'application numérique.
 - un raisonnement, une étude de documents, etc.
- Conclusion** : elle apporte la réponse au problème étudié, mais aussi :
 - un retour critique sur l'hypothèse ;
 - une comparaison des résultats obtenus à une valeur de référence quand elle est disponible ;
 - des perspectives d'amélioration du protocole, si nécessaire.

Document 2 – Réglage de la lunette

Le réglage à l'infini de la lunette se fait en deux étapes :

- On commence par régler l'oculaire à sa vue : pour cela, on doit voir net et sans effort d'accommodation le réticule (deux fils croisés perpendiculaires) : le réticule est alors placé au foyer objet de l'oculaire (pour un œil normal, ou normalement corrigé). Pour cela on modifie la distance oculaire-réticule (la bague la plus à droite de la photo ci-dessous).
- On règle ensuite le tirage de la lunette à l'infini : on modifie la position de l'objectif par rapport au système {réticule-oculaire} pour que le foyer image de l'objectif soit confondu avec le foyer objet de l'oculaire, i.e. que l'image soit dans le plan du réticule. En pratique, viser un objet à l'infini (un immeuble loin...) et tirer sur la deuxième bague pour observer une image nette de cet objet dans le plan du réticule.

Document 3 – Données constructeur : lunette de visée simple POD069400



Lunette comportant un objectif achromatique de focale 120 mm avec traitement antireflet.

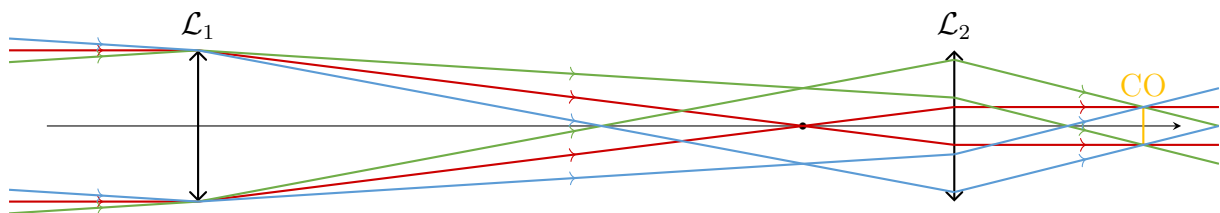
Le réglage s'effectue par tirage. Plage de visée de 400 m à l'infini.

Cette lunette peut être transformée en viseur à frontale fixe par l'adjonction de bonnettes de visée.

Livrée avec oculaire 10× à réticule en croix et 10× micrométrique.¹

Document 4 – 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 peut montrer (et c'est un bon entraînement !) que le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif formée par l'oculaire.



Une fois encore, on peut montrer (et c'est aussi un bon entraînement) que le diamètre du cercle oculaire D_{CO} est lié au diamètre de l'objectif D_{obj} et au grossissement G de la lunette :

$$D_{CO} = \frac{D_{obj}}{G}.$$

1. L'indication 10× renvoie au grossissement commercial G_c de l'oculaire, défini comme $G_c = \alpha' / \alpha_{PP}$, où α_{PP} est l'angle sous lequel est vu un petit objet, à l'œil nu, quand il est situé au *punctum proximum*, et où α' est l'angle sous lequel est vu ce même objet à travers l'oculaire, quand l'objet est situé dans le plan focal objet de l'oculaire.