

# Lunette astronomique

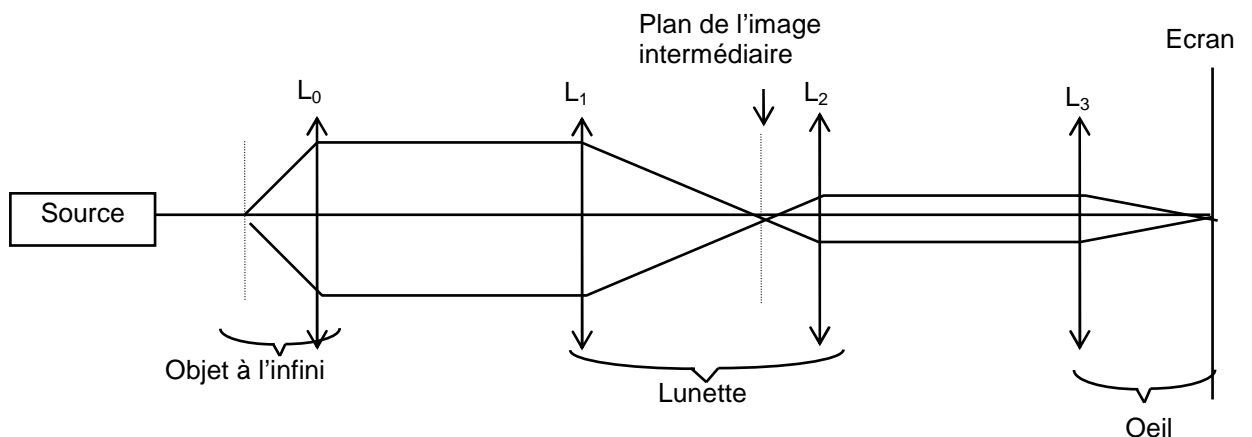
## 1) Description de la lunette astronomique

La lunette sert à l'observation des astres. Elle se compose de deux systèmes optiques centrés sur le même axe:

→ un objectif destiné à donner de l'objet éloigné AB une image réelle A'B' aussi grande que possible. A'B' est située dans le plan focal image de l'objectif et est renversée par rapport à l'objet. L'objectif est un système convergent de grande distance focale (plusieurs mètres).

→ un oculaire qui sert à l'examen de l'image intermédiaire A'B'. Il est convergent et a une distance focale faible (quelques centimètres). Il donne de A'B' une image à l'infini A''B'' renversée par rapport à AB (sans importance pour l'observation des astres).

L'objectif et l'oculaire sont généralement composés chacun de plusieurs lentilles, mais on les modélisera dans un premier temps par une seule lentille mince.



Objet : grillage

Lentille L<sub>0</sub> : f'<sub>0</sub> (simule l'objet à l'infini)

Lentille L<sub>1</sub> : f'<sub>1</sub> (objectif)

Lentille L<sub>2</sub> : f'<sub>2</sub> (oculaire)

Lentille L<sub>3</sub> : f'<sub>3</sub> (cristallin de l'œil)

Ecran

Choisir les vergences de ces lentilles en fonction du montage réalisé.

Réglage pour l'œil emmétrope :

Ajuster la position de la lentille L<sub>0</sub> par autocollimation pour avoir l'objet dans son plan focal objet.  
Construire l'œil : l'écran étant placé en bout de banc, on forme avec L<sub>3</sub> l'image du grillage sur l'écran.  
Mesurer sur l'écran la dimension d de 5 carreaux : taille de l'objet vu à l'œil nu.  
Construire la lunette de façon à observer une image nette sur l'écran.

Par construction, l'image se forme à l'infini ; or l'objet est à l'infini, par conséquent le système est afocal.

Simulation d'un œil myope ou hypermétrope :

Lorsque l'observateur d'un instrument change, il doit modifier le réglage de l'oculaire uniquement. Le but est alors de conjuguer, grâce à l'oculaire, l'image intermédiaire avec le Punctum Remotum de l'observateur, qui n'est plus à l'infini.

Comment simuler l'œil myope en modifiant la distance L<sub>3</sub>-écran ? Déplacer L<sub>2</sub> (oculaire) jusqu'à reformer une image nette sur l'écran (Rétine). Conclure quant au sens du déplacement.  
Comment simuler l'œil hypermétrope en modifiant la distance L<sub>3</sub>-écran ? Déplacer L<sub>2</sub> (oculaire) jusqu'à reformer une image nette sur l'écran (Rétine). Conclure quant au sens du déplacement.  
Refaire le réglage de l'œil emmétrope.

## 2) Diaphragmes, pupilles et lucarnes :

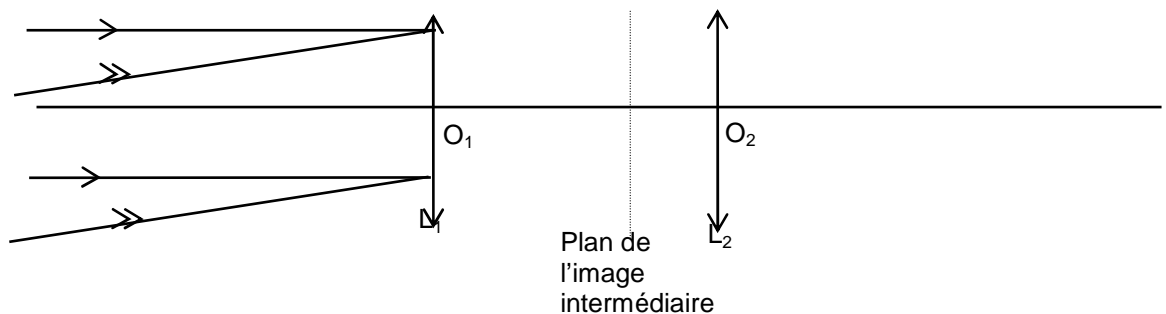
Consulter l'annexe pour la définition des diaphragmes, pupilles et lucarnes.

Dans le cas d'un instrument utilisé par l'œil, la pupille de sortie est appelée **cercle oculaire**.

### Cercle oculaire et positionnement de l'œil :

Dans le cas de la lunette astronomique sans diaphragme, le faisceau entrant dans l'instrument est pratiquement défini par la monture de l'objectif qui joue alors à la fois les rôles de diaphragme d'ouverture et de pupille d'entrée. La pupille de sortie est le conjugué  $P'$  de l'objectif dans l'oculaire (c'est aussi le cercle oculaire).

A leur sortie de l'oculaire tous les rayons passent à l'intérieur du cercle oculaire. Si la pupille de l'œil est à la hauteur de ce cercle elle reçoit un maximum de lumière.



→ Compléter le schéma ci-dessus.

→ Déterminer par le calcul la position  $P'$  de ce cercle oculaire.

Vérifier expérimentalement cette position : c'est dans le plan du cercle oculaire que le faisceau émergeant a la dimension transversale minimale.

Comment vérifier expérimentalement que le cercle oculaire est le conjugué par l'oculaire de l'objectif ? Placer un diaphragme à iris devant la lentille  $L_0$  pour simuler la pupille de l'œil. Déplacer l'œil ainsi diaphragmé et montrer qu'il doit se placer sur le cercle oculaire pour recevoir un maximum de lumière.

Diaphragme d'ouverture et diaphragme de champ :

Placer un diaphragme ( $D_1$ ) tout contre l'objectif et montrer qu'il constitue le **diaphragme d'ouverture** (quand on ferme ce diaphragme, l'éclairement de l'image diminue mais le champ ne varie pas). Placer un second diaphragme ( $D_2$ ) dans le plan de l'image intermédiaire et montrer qu'il est **diaphragme de champ** (quand on ferme ce diaphragme, le champ en largeur diminue mais l'éclairement de l'image ne varie pas).

En l'absence de diaphragme, ce sont les montures de l'objectif et de l'oculaire qui jouent le rôle de diaphragme.

Remplacer le diaphragme de champ par une lentille convergente  $L_4$ . Observer que le champ augmente et que la position de l'image définitive reste inchangée. Tracer un trait de feutre sur  $L_4$ . Qu'observe-t-on sur l'image finale ? Expliquer.

La lentille  $L_4$  (convergente, donc rabattant les rayons vers l'axe), ramène vers  $L_2$  des rayons qui provenaient de point en dehors du champ et qui vont maintenant participer à la formation de l'image.  $L_4$  constitue le **verre de champ** du nouvel oculaire formé de  $L_4$  et  $L_2$ , cette dernière constituant le **verre d'œil**. La puissance de l'oculaire est inchangée et l'image observée reste la même, mais le champ a augmenté. En réalité, on ne place pas le verre de champ exactement sur l'image intermédiaire pour ne pas être gêné par les imperfections, poussières,... de cette lentille, dont l'image se superposerait à l'image finale. Si on la rapproche de  $L_2$ , on a fabriqué un oculaire de Ramsden. Il faut alors refaire le réglage de l'instrument, pour que l'image intermédiaire se trouve dans le plan focal objet de cet oculaire.

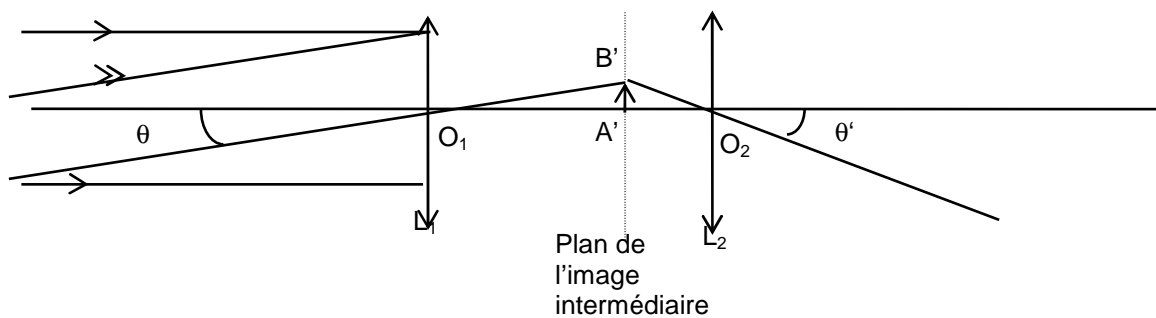
### 3) Grossissement de l'instrument

Un objet éloigné est caractérisé par le diamètre angulaire apparent  $\theta$  sous lequel il est vu à l'œil nu. On parle alors du grossissement de l'instrument et non du grandissement.

#### Grossissement théorique :

On appelle grossissement  $G$  la valeur absolue du rapport de l'angle  $\theta'$  (angle sous lequel on voit l'image à travers l'instrument) à l'angle  $\theta$  (angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu)

$$G = \left| \frac{\theta'}{\theta} \right|$$



→ Montrer que :  $\frac{\theta'}{\theta} = -\frac{f_1}{f_2}$

→ En déduire la valeur du grossissement théorique de la lunette étudiée. Evaluer l'incertitude expérimentale.

#### Mesure du grossissement par les images avec et sans lunette.

→ Mesurer sur l'écran la dimension  $d'$  de 5 carreaux avec la lunette. La dimension  $d$  des 5 carreaux sans lunette a été mesurée lors de la constitution de l'instrument au 1.1.

$$G = \frac{d'}{d}$$

Evaluer l'incertitude expérimentale.

#### Mesure du grossissement par le cercle oculaire :

→ Mesurer le diamètre  $\varnothing_1$  de la lentille  $L_1$  et le diamètre  $\varnothing_{co}$  du cercle oculaire en plaçant une règle transparente dans le plan de celui-ci.

Montrer que :

$$G = \frac{\varnothing_1}{\varnothing_{co}}$$

En déduire le grossissement.

Evaluer l'incertitude expérimentale. Comparer les différentes valeurs de  $G$  obtenues et conclure.