

# LUNETTE ASTRONOMIQUE



## OBJECTIFS

- ✓ Utiliser des systèmes optiques dans les conditions de Gauss (alignement axial et vertical, éclairage de l'objet,...).
- ✓ Connaître les principales caractéristiques d'une lunette astronomique (type de lentilles présentes dans la lunette, position relative des deux lentilles).
- ✓ Connaître la définition du grossissement d'un système optique et savoir l'exprimer en fonction des distances focales des deux lentilles.
- ✓ Connaître la notion de cercle oculaire.

## MATERIEL

- ✓ Banc d'optique
- ✓ jeu de lentilles et de portes lentilles
- ✓ Lanterne avec objet type F
- ✓ Ecran

## 1. MISE EN PLACE DU MONTAGE D'ETUDE

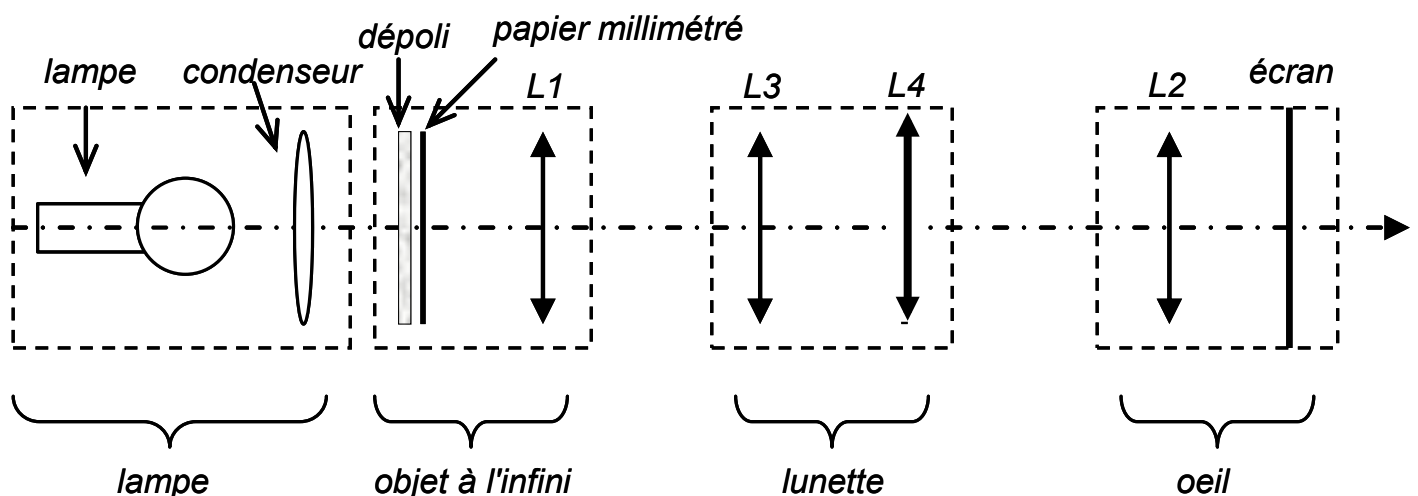
La lunette astronomique permet de voir des objets à l'infini. Pour simuler le fonctionnement de ces instruments sur le banc d'optique, il faudra créer un objet (feuille papier millimétré transparente avec un F par exemple) à l'infini. Un observateur place son œil à la sortie de la lunette (sur l'oculaire de celle-ci en fait) : il faudra simuler le rôle de l'œil en utilisant une lentille et un écran.

La figure ci-dessous représente le montage général de l'étude d'une lunette astronomique dans lequel les lentilles ont les rôles suivants :

⇒ La lentille  $L_1$  permettra de réaliser un objet à l'infini.


⇒ La lentille  $L_2$  représente l'œil

⇒ Les lentilles  $L_3$  et  $L_4$  constituent la lunette : la lentille  $L_3$  est une lentille convergente tandis que la nature de la lentille  $L_4$  dépend du type de lunette. Elle est convergente dans le cas d'une lunette astronomique et divergente dans le cas d'une lunette de Galilée.



## 2. VERIFICATION DES DISTANCES FOCALES DES LENTILLES


Avant de commencer le TP, on souhaite vérifier les distances focales des lentilles disponibles sur la table.


1)  En utilisant la méthode d'auto-collimation, mesurer la distance focale de chacune des lentilles présentes sur la table. On précisera et on discutera l'incertitude portant sur chacune des mesures réalisées.

2)  Cette méthode peut-elle être utilisée pour les lentilles divergentes (justifier) ?

## 3. REALISATION D'UN OBJET A L'INFINI

Une lunette astronomique sert à observer des objets très éloignés qui peuvent être considérés comme infiniment éloignés de la lentille. On souhaite étudier le fonctionnement d'une telle lunette sur un banc d'optique. Il faut commencer par réaliser un objet à l'infini

1)  On souhaite obtenir une image à l'infini d'un objet réel en utilisant une lentille convergente. Comment faut-il placer l'objet par rapport à la lentille pour obtenir une image à l'infini ?  
Cette image jouera le rôle d'objet à l'infini pour la lunette astronomique

2)  A l'aide de la lentille  $L_1$  ( $V_1 = +8 \delta$  suivant matériel disponible) et de la feuille de papier millimétré transparente avec le F, réaliser un objet à l'infini.  
Vérifier sur l'écran placé en bout du banc optique l'image donnée par cet objet.

### 3. REALISATION EXPERIMENTALE D'UN OEIL

Une lunette astronomique sert à observer des objets très éloignés qui peuvent être considérés comme infiniment éloignés de la lentille. On souhaite étudier le fonctionnement d'une telle lunette sur un banc d'optique. Il faut commencer par réaliser un objet à l'infini

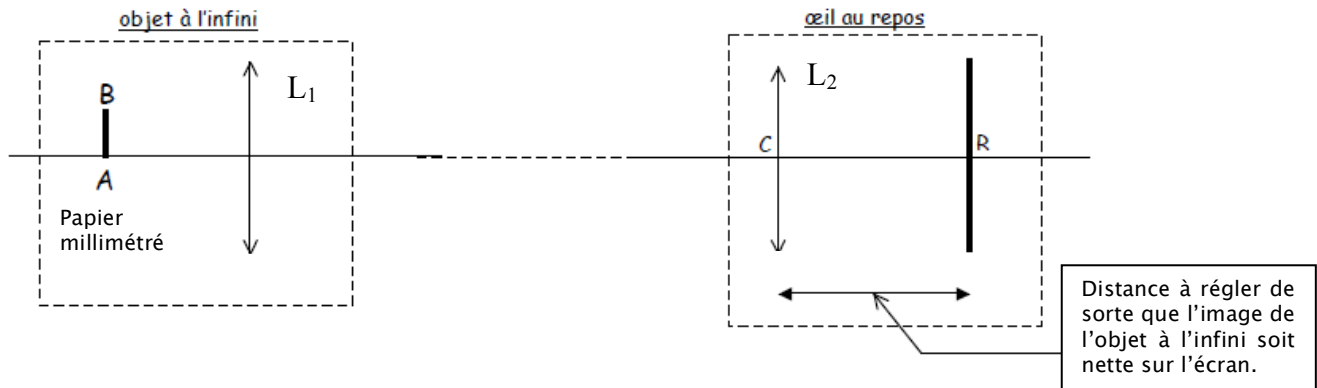
On souhaite modéliser l'œil par une lentille convergente, de distance focale  $V_2 = +8 \delta$  (suivant matériel disponible) jouant le rôle du cristallin et par l'écran de projection qui jouera le rôle de la rétine.



Placer l'écran à environ 1 m de la lentille  $L_1$ .



Placer la lentille  $L_2$  devant l'écran et ajuster la distance lentille  $L_2$  - écran de manière à obtenir une image nette sur l'écran.



Comparer la distance lentille-écran avec la distance focale de la lentille  $L_2$ .



Vérifier que la taille de l'image sur l'écran correspond à la taille de l'objet initial (superposer pour cela une autre feuille de papier millimétré transparente).

La lunette astronomique va nous permettre d'augmenter la taille de cette image sur la rétine.

**Remarque importante :** pour la suite, on ne touchera plus à ces réglages (distance séparant le papier millimétré de  $L_1$  et distance séparant  $L_2$  de l'écran) !!! On pourra en revanche modifier la position de l'ensemble de l'œil.

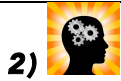
### 4. ETUDE DE LA LUNETTE ASTRONOMIQUE



1) Positionner la lentille  $L_3$  sur le banc optique précédent, assez loin de  $L_1$ , en prenant pour focale  $V_3 = +3 \delta$  (suivant matériel disponible).



Placer la lentille  $L_4$ , après cette lentille, en prenant pour focale  $V_4 = +20 \delta$  (suivant matériel disponible). Sans modifier la position de  $L_3$ , modifier celle de  $L_4$  afin de former une image nette sur l'écran. Solidariser les deux lentilles à l'aide d'une tige et de systèmes de fixation adaptés.



2) Que peut-on dire de la distance séparant les deux lentilles  $L_3$  et  $L_4$  ?



Vérifier que la position de la lunette n'a pas d'influence sur l'image.



Conclure alors sur l'intérêt d'un tel système.



3) Mesurer sur l'écran la taille  $h'$  de l'image (correspondant à l'objet de référence) par la lunette.



Mesurer sur l'écran la taille  $h$  de l'image en enlevant la lunette



Pourquoi peut-on écrire que :  $|G| = h'/h$  ? Faire un schéma correspondant aux deux situations de mesure.

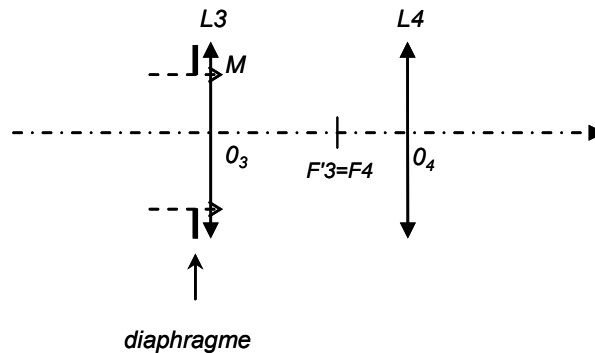


4) En déduire le grossissement du dispositif et le comparer à la valeur théorique.

## 5. NOTION DE CERCLE OCULAIRE

On positionne un diaphragme juste devant la lentille  $L_3$ . Ce diaphragme permet de contrôler l'intensité du flux lumineux. On définit le cercle oculaire comme étant l'image de l'objectif donné par l'oculaire, le diamètre de l'objectif étant limité par le diamètre du diaphragme. Tous les rayons émergents de l'oculaire passent par ce cercle : c'est donc la position la plus lumineuse en sortie de la lunette, position qui est privilégiée pour placer l'œil, lors de l'observation d'objets célestes peu lumineux.

On considère le point  $M$  de la figure ci-dessus, ce point délimitant le bord éclairé de la lentille.



1) Tracer le trajet d'un rayon provenant de l'infini, parallèle à l'axe, passant par le point  $M$ . Tracer le rayon passant par  $M$  ( $M$  étant considéré à la sortie de  $L_3$ ) et le centre  $O_4$  de la lentille  $L_4$ . En déduire le point de convergence de ces deux rayons, noté  $M'$ . Représenter l'image de la lentille  $L_3$  par la lentille  $L_4$ .

**2)** On nomme **cercle oculaire** l'image de l'objectif (la lentille  $L_3$ ) à travers l'oculaire (la lentille  $L_4$ ). Le rayon du cercle oculaire sera noté  $R'$ . On pose par ailleurs  $R = O_3M$  le rayon de la lentille  $L_3$ .



Donner, à l'aide du théorème de Thalès, la relation entre  $R$ ,  $R'$ ,  $f_3'$  et  $f_4'$ .

Montrer alors que le grossissement de la lunette s'exprime simplement à l'aide du diamètre  $d$  du diaphragme d'entrée et du diamètre  $d'$  du cercle oculaire.



**3)** Placer un diaphragme devant la lentille  $L_3$  et enlever l'objet type F tout en conservant un dépoli.

Pour une dimension du diaphragme donnée, trouver la position du cercle oculaire. Déterminer par ce moyen le grossissement du système, en mesurant les diamètres du diaphragme d'entrée et du cercle oculaire.

