

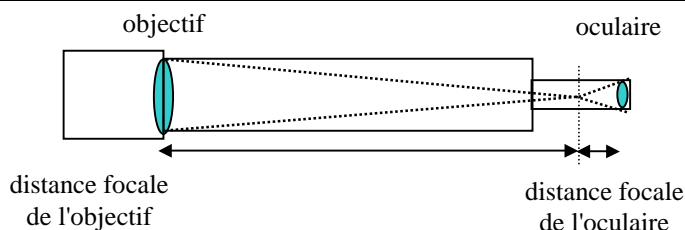
# LUNETTE ASTRONOMIQUE

**Objectif:** comprendre le principe de fonctionnement d'une lunette astronomique.

## I PRESENTATION D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE

• Une lunette astronomique est constituée de deux systèmes optiques convergents comprenant:

- **un objectif:** de grande distance focale (de l'ordre du mètre), qui donne l'image d'un objet éloigné (paysage, étoile ...).
- **un oculaire:** de courte distance focale (de l'ordre du centimètre) qui joue le rôle de loupe.



Lunette astronomique d'amateur

- La **mise au point** s'effectue en **déplaçant l'oculaire** par rapport à l'objectif.
- Dans le commerce, une lunette astronomique est caractérisée par deux nombres ( $400 \times 70$  par exemple). Ici **400** est le **grossissement** de la lunette afocale, et **70** est le **diamètre de l'objectif** en mm.

## II ETUDE EXPERIMENTALE D'UN MODELE DE LUNETTE ASTRONOMIQUE

• Notre modèle de lunette astronomique est constitué de deux lentilles convergentes:

- **Lentille objectif ( $L_1$ ):** centre  $O_1$ , foyers  $F_1$  et  $F'_1$ , vergence  $C_1 = 3,0 \delta$
- **Lentille oculaire ( $L_2$ ):** centre  $O_2$ , foyers  $F_2$  et  $F'_2$ , vergence  $C_2 = 20 \delta$ .

### 1) Construction de la lunette – image définitive

a) Calculer les distances focales  $f'_1$  de l'objectif et  $f'_2$  de l'oculaire, **en cm**.

• Positionner les deux lentilles dans le tube PVC de la lunette astronomique et les fixer contre les butées à l'aide des clips. Les deux cercles blancs indiquent la position des lentilles dans le tube.

• Viser un objet lointain avec la lunette astronomique (clocheton ou image de la Lune). L'objet est considéré à l'infini.

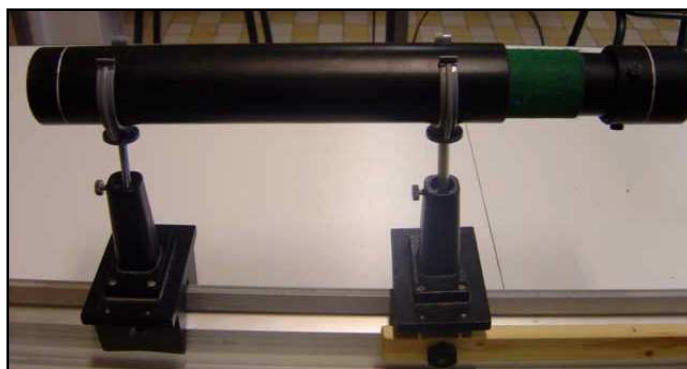
b) Caractériser l'image observée (sens, taille par rapport à l'objet).

• Mesurer, avec un mètre déroulant, la distance entre l'objectif et l'oculaire (cercles blancs). Noter cette distance  $O_1O_2$ .

• Une lunette astronomique **afocale** donne d'un **objet à l'infini une image à située l'infini**.

• Une lunette astronomique est **afocale** si le **foyer image de l'objectif  $F'_1$  est confondu avec le foyer objet  $F_2$  de l'oculaire**.

objectif oculaire



c) Dessiner sur un schéma, les deux lentilles avec les centres et les foyers dans le cas d'une **lunette afocale**. Quelle relation a-t-on alors entre  $O_1O_2$  et la somme des distances focales  $f'_1 + f'_2$  ?

d) La lunette astronomique précédente est-elle **afocale** ? Justifier.

### 2) Image intermédiaire $A_1B_1$

• Retirer l'oculaire et placer à la place le disque dépoli (ou le papier calque) et le fixer contre la butée avec le clip. Faire varier la distance entre l'objectif et le dépoli de façon à observer une image nette sur le dépoli. Cette image intermédiaire est notée  $A_1B_1$ .

a) Comment est orientée l'image intermédiaire  $A_1B_1$  observée sur le dépoli par rapport à l'objet ?

b) Mesurer la distance  $O_1A_1$  entre l'objectif et le dépoli avec le mètre déroulant. Comparer cette distance avec  $f'_1$ . Le résultat était-il prévisible ? Pourquoi ?

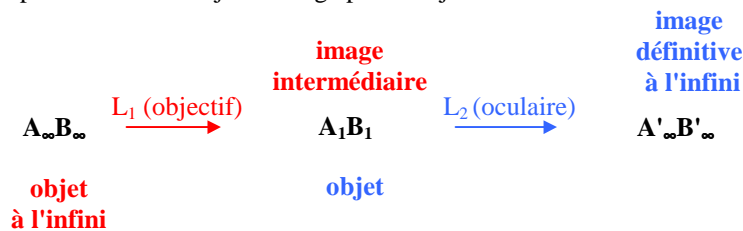
### 3) Cercle oculaire

• Retirer le dépoli et placer de nouveau l'oculaire. Rechercher une image nette. Placer un écran derrière la lunette: rechercher la position du cercle oculaire notée  $C$  par rapport à l'oculaire et noter la distance  $O_2C$ . Mesurer le diamètre  $d_{co}$  du cercle oculaire.

**III ETUDE GRAPHIQUE D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE AFOCALE**

**1) Construction des images**

• Schématiquement, la correspondance entre objet et image pour l'objectif et l'oculaire dans le cas d'une **lunette afocale** est:



- a) Comment arrivent les rayons lumineux d'un objet situé à l'infini ?
- b) Où se forme l'image intermédiaire  $A_1B_1$  donnée par l'objectif quand on vise un objet à l'infini ?
- On schématise la situation expérimentale précédente avec l'échelle 1/2 horizontalement et l'échelle 1 verticalement.
- c) Compléter le schéma donné sur la feuille de papier millimétré en faisant apparaître, le foyer image  $F'_1$  de l'objectif et l'image intermédiaire  $A_1B_1$  de l'objet  $A_{\infty}B_{\infty}$  situé à l'infini, dont on a représenté un rayon issu du point  $B_{\infty}$ .
- d) Où est alors située l'image finale  $A'_{\infty}B'_{\infty}$  donnée par une lunette astronomique **afocale** ? Pourquoi ?
- e) Montrer que:  $\overline{O_1O_2} = f'_1 + f'_2$ .
- f) Positionner sur le schéma, l'oculaire avec ses foyers et construire l'image définitive  $A'_{\infty}B'_{\infty}$ .
- g) Où se trouve le pôle Nord de la Lune lorsqu'on la regarde à travers une lunette astronomique ?
- h) Que faut-il ajouter à la lunette astronomique pour observer une image définitive droite ? (cas des longues vues terrestres).

**2) Grossissement**

- Le grossissement  $G$  de la lunette est égal au rapport:  $G = \frac{\theta'}{\theta}$  avec:
  - $\theta'$ : angle sous lequel est vu l'image définitive  $A'B'$  à travers la lunette astronomique
  - $\theta$ : angle sous lequel est vu l'objet à l'œil nu (diamètre apparent) .  $\theta$  est aussi l'angle d'incidence des rayons issus de l'objet.

- a) Placer les angles  $\theta$  et  $\theta'$  sur le schéma précédent.
- b) Démontrer que pour une lunette astronomique **afocale**:  $G = \frac{f'_1}{f'_2}$ . On utilisera les approximations:  $\tan \theta \approx \theta$  et  $\tan \theta' \approx \theta'$ .
- c) Calculer le grossissement  $G$  de la lunette astronomique.

**3) Cercle oculaire**

- Le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif par l'oculaire.

- a) Déterminer graphiquement la position du cercle oculaire sur une autre feuille de papier millimétré (sans les objets et images).
- b) Déterminer par le calcul la position du cercle oculaire. Calculer la taille du cercle oculaire (on prend pour un objectif de **4,0 cm** de diamètre). Vérifier la concordance avec les valeurs expérimentales.
- c) Quel est l'intérêt de placer son œil au niveau du cercle oculaire ?

• **Remarque:** pourquoi observe-t-on beaucoup plus d'étoiles avec une lunette astronomique qu'à l'œil nu ?  
 Les étoiles sont trop éloignées de la Terre pour qu'on puisse observer leur surface (sauf le Soleil): elles apparaissent sous forme de point lumineux à l'œil nu comme dans la lunette.  
 Tout comme l'œil, la lunette astronomique est un collecteur de lumière: cependant le diamètre de l'objectif est nettement plus grand que le diamètre de la pupille de l'œil (environ 10 cm contre 7 à 8 mm). Ainsi la quantité de lumière collectée par la lunette astronomique et qui pénètre dans l'œil derrière l'oculaire est plus grande que la quantité de lumière collectée par l'œil nu.

