

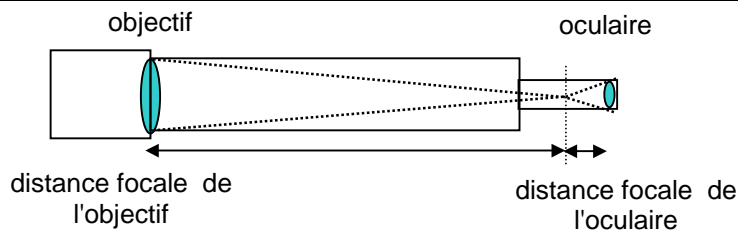
# Lunette astronomique



**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**.

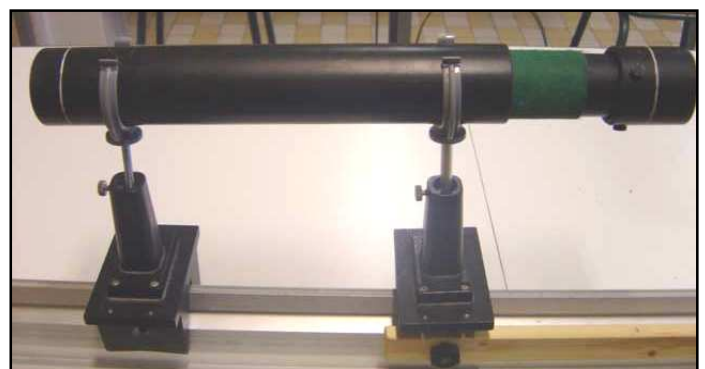
☞ Positionner les deux lentilles dans le tube PVC de la lunette astronomique et les fixer contre les butées à l'aide des clips. Les deux cercles blancs indiquent la position des lentilles dans le tube.

☞ 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  $O_1O_2$ .

objectif oculaire



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

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  $f'_1$ .

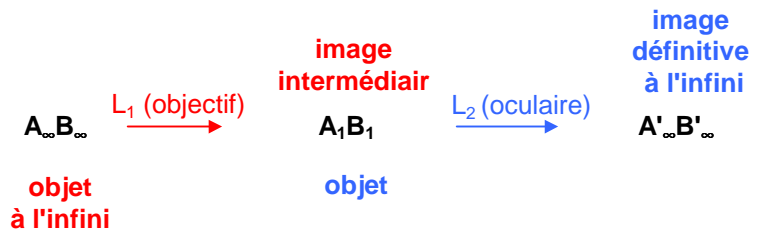
### 3) Cercle oculaire

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  $\frac{1}{2}$  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 **littéralement** que:  $O_1O_2 = f'_1 + f'_2$ .  
 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 le second schéma de la feuille de papier millimétré (sans les objets et images).

- b) Avec la formule de conjugaison calculer la position  $O_2C$  du cercle oculaire.

- c) Calculer le diamètre  $d_{co}$  du cercle oculaire (un objectif de diamètre **4,0 cm**).

Vérifier la concordance  $O_2C$  et de  $d_{co}$  avec les valeurs expérimentales.

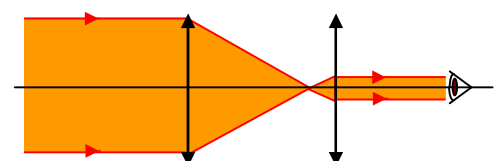
- d) Quel est l'intérêt de placer son œil au niveau du cercle oculaire ?

**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 points 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 pour l'œil). 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.

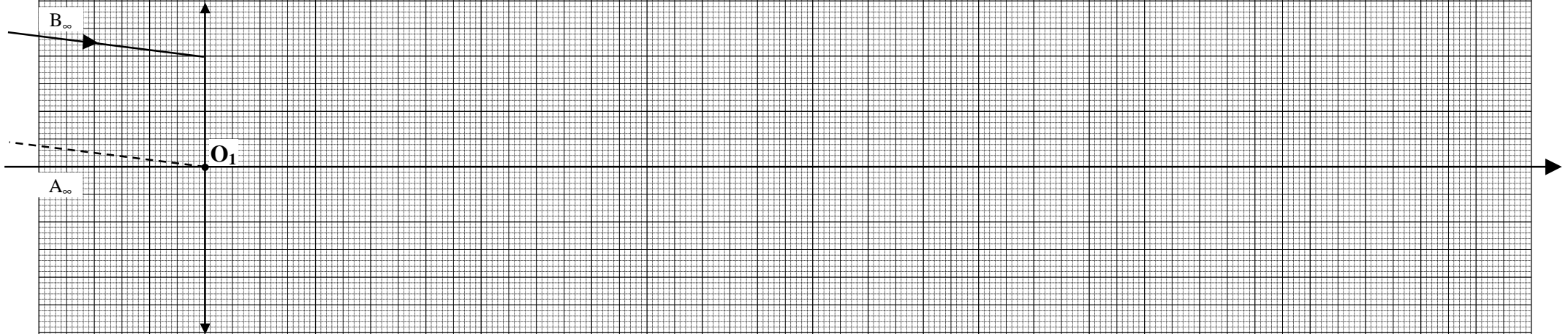


Observation d'une étoile à l'œil nu



Observation d'une étoile avec une lunette

Construction des images



Cercle oculaire

