

Chapitre 10 : La lunette astronomique

Extrait Programme Tspé

Modèle optique d'une lunette astronomique avec objectif et oculaire convergents.

Grossissement

- Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles convergentes ; identifier l'objectif et l'oculaire.
- Représenter le faisceau émergent issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant une lunette afocale.
- Établir l'expression du grossissement d'une lunette afocale.
- Exploiter les données caractéristiques d'une lunette commerciale.
- Réaliser une maquette de lunette astronomique ou utiliser une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement.
- Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran.

[Rappels de 1^{ère} : Voir la vidéo + Sketchnote](#)

[Exercices d'applications \(en autonomie\) : n°1 à 3 p 491](#)

I- Les outils en optique

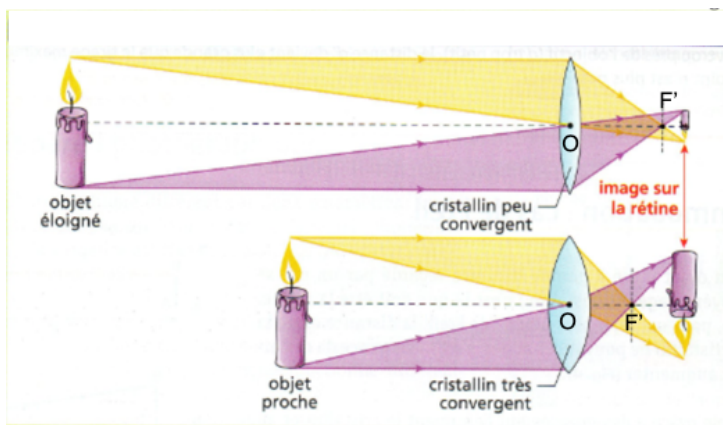
1- Simuler un objet à l'infini

Au laboratoire, on peut simuler l'observation d'un objet à l'infini (comme un astre par exemple) : grâce à une lentille annexe : il suffit de placer cet objet dans le plan focal objet de cette lentille. À la sortie de la lentille, les rayons lumineux seront parallèles entre eux, ce qui simule l'objet à l'infini.

2- Simuler l'œil

L'œil est un système optique : le cristallin est la lentille et la rétine est l'écran.

L'image se forme toujours sur la rétine, quelle que soit la position de l'objet : il s'agit du phénomène d'accommodation. Le cristallin se déforme alors et devient plus bombé : il diminue sa distance focale.



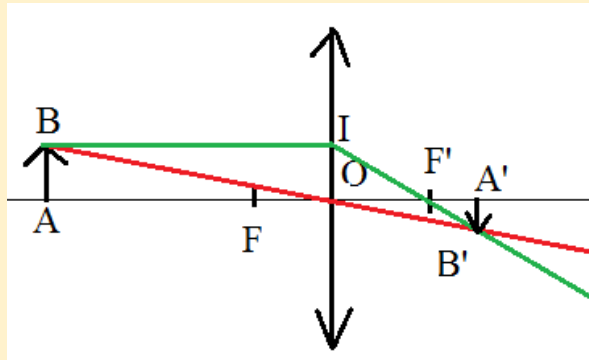
Lorsqu'un œil regarde un objet situé à l'infini, les muscles ciliaires sont complètement détendus, on dit que l'œil est au repos. Dans ce cas-là, la distance cristallin-rétine est égale à la distance focale du cristallin

On peut simuler un œil regardant un objet à l'infini par une lentille mince convergente (qui joue le rôle du cristallin) et un écran (qui joue le rôle de la rétine) situé sur le plan focal image de celle-ci.

3- Le grandissement

Le grandissement est noté γ (gamma). C'est un nombre sans unité qui a pour expression :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$



4- La relation de conjugaison

La relation de conjugaison est une relation qui permet, connaissant la distance focale d'une lentille, et la distance entre l'objet et la lentille, d'en déduire la distance entre l'image et la lentille :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'}$$

Toutes les longueurs de la relation doivent être exprimées dans la même unité.

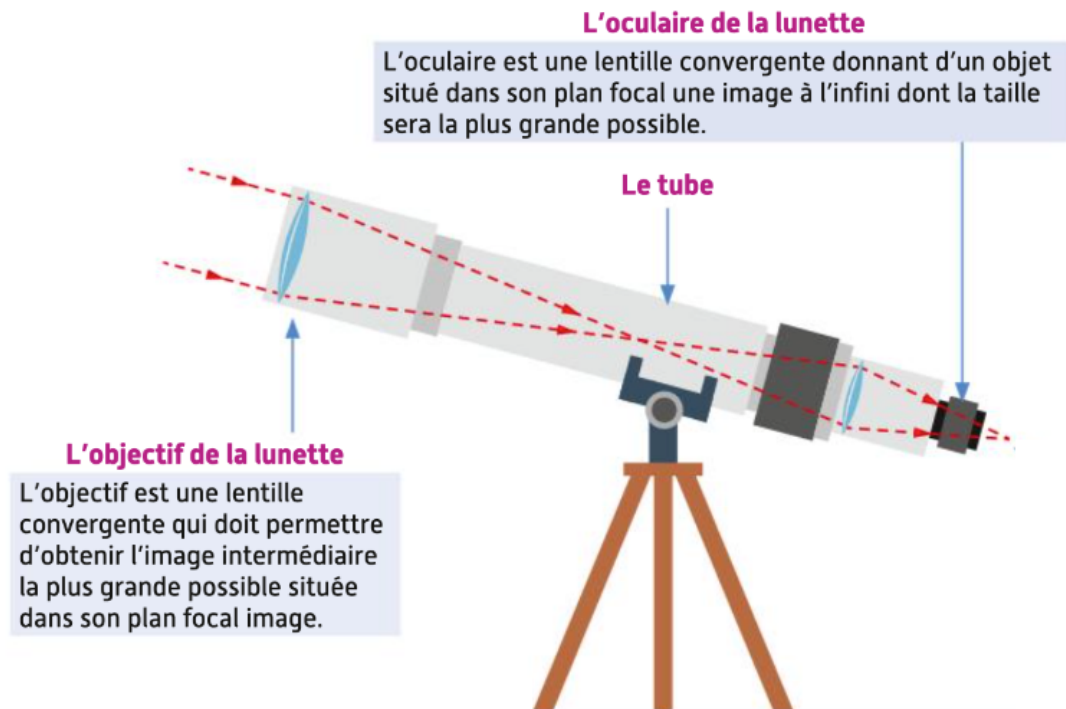
II- Description de la lunette astronomique

1- Présentation générale

La lunette astronomique est un instrument utilisé en optique pour observer les objets éloignés, considérés à l'infini. Elle permet de grossir la taille apparente d'un objet pour pouvoir en observer des détails invisibles à l'œil nu.

Elle est constituée de deux lentilles convergentes :

- La première, appelée objectif, se situe du côté de l'objet.
- La deuxième, appelée oculaire, se situe du côté de l'œil.



2- Lunette afocale

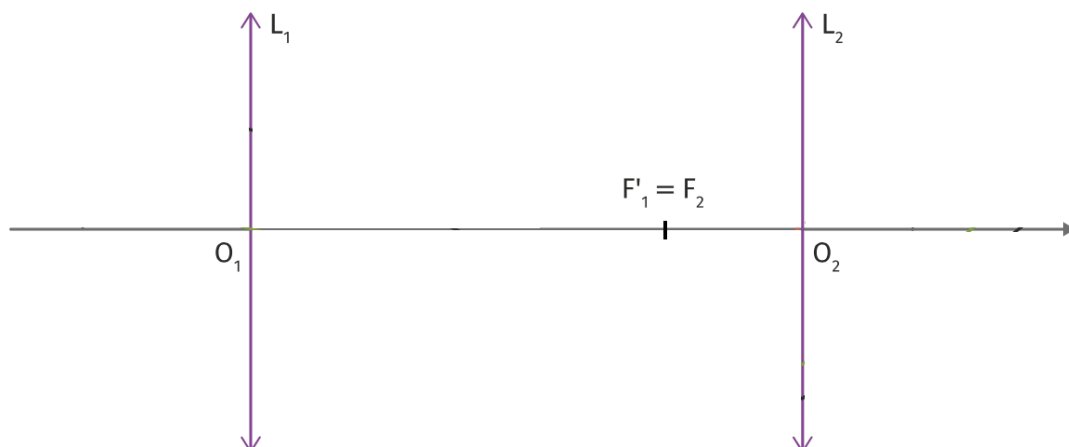
La lunette astronomique est afocale : Elle ne comporte pas de foyer.
En pratique, cela signifie que des rayons lumineux parallèles entre eux arrivant sur la lunette en ressortent également parallèles entre eux.

Lorsque les rayons lumineux arrivent parallèles entre eux, on peut considérer que l'objet AB est à l'infini.

L'image de AB par l'objectif se situe donc dans le plan focal image de l'objectif, appelé F'_1 . Cette image intermédiaire est appelée A_1B_1 et joue le rôle d'objet pour l'oculaire.

Pour que les rayons lumineux sortent de la lunette parallèles entre eux, c'est-à-dire pour que l'image se forme à l'infini, il faut que A_1B_1 soit situé dans le plan focal objet de l'oculaire, appelé F_2 .

Pour avoir une lunette afocale, le foyer image de l'objectif F'_1 est confondu avec le foyer objet de l'oculaire F_2 .

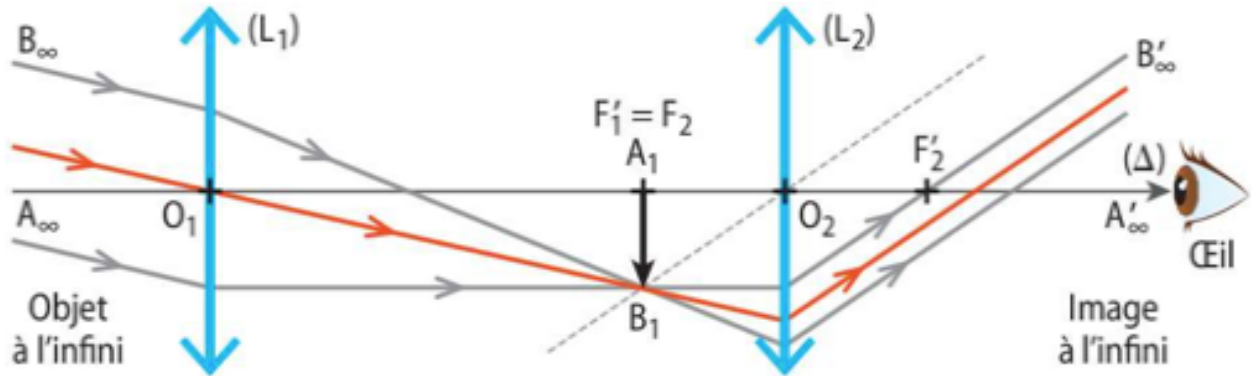


3- Tracé d'une image par une lunette astronomique

Le schéma suivant montre le trajet de rayons issus d'un point B situé à l'infini dans une direction inclinée par rapport à l'axe optique. Si B est vu au-dessus de A, B' est vu en dessous de A' : l'image est renversée.

La construction de l'image de AB à travers la lunette se fait en 2 étapes :

- 1) Tracer l'image de AB par l'objectif L_1 : c'est A_1B_1 , l'image intermédiaire.
- 2) Tracer l'image de A_1B_1 par l'oculaire L_2 : c'est $A'B'$



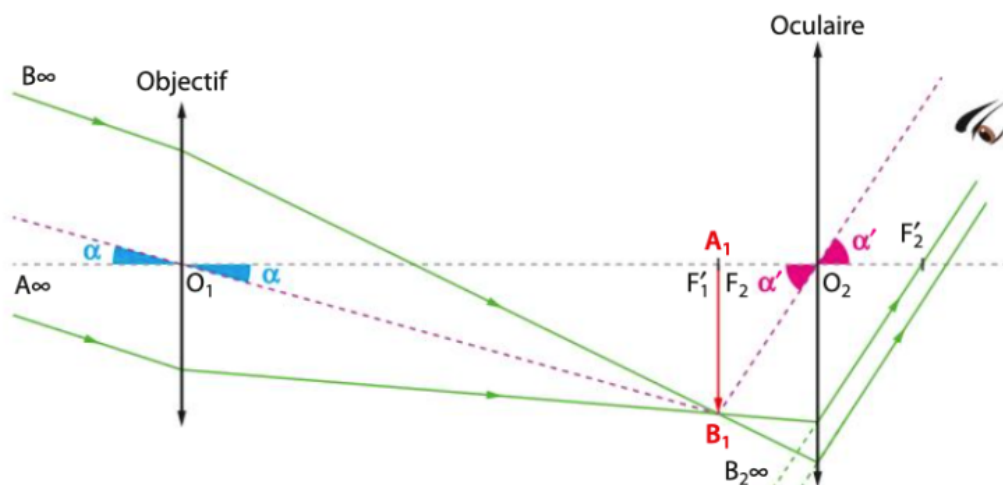
Applications : n°19 p 499, n°25 p 500 (difficile)

III- Le grossissement d'une lunette astronomique

Le grossissement G d'une lunette est une grandeur sans unité reliant l'angle α sous lequel on observe l'objet AB à l'œil nu et l'angle α' sous lequel on observe son image $A'B'$ à travers la lunette.

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

Les angles sont exprimés en radians.



Démonstration à connaître :

Les angles α et α' sont petits. On peut donc faire l'approximation : $\tan \alpha = \alpha$ et $\tan \alpha' = \alpha'$

Dans le triangle $O_1F'_1B_1$, rectangle en F'_1 , on a $\tan \alpha = \frac{F'_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{F'_1B_1}{f'_1} = \alpha$

De même dans le triangle $O_2F'_1B_1$, rectangle en F'_1 , on a $\tan \alpha' = \frac{F'_1B_1}{F'_1O_2} = \frac{F'_1B_1}{f'_2} = \alpha'$

$$\text{Finalement } G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{F'_1B_1}{f'_2}}{\frac{F'_1B_1}{f'_1}} = \frac{F'_1B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{F'_1B_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

Le grossissement d'une lunette astronomique est relié aux distances focales de l'objectif f'_1 et de l'oculaire f'_2 par :

$$G = \frac{f'_1}{f'_2}$$

Pour que la lunette grossisse vraiment, il faut que $G > 1$, soit $f'_1 > f'_2$

Remarque : dans le commerce, les lunettes astronomiques présentent des grossissements allant de la dizaine à la centaine.

Application : n°23 p 500

Applications en autonomie : n°15 p 498 (corrigé détaillé manuel), n°21 p 499 (sans calculatrice), n°14 p 497 (corrigé détaillé manuel)

Applications Bilan : n°17 p 499, n°26 p 500 (erreur énoncé : $A_1B_1 = 253 \mu\text{m}$)

Résolution de problème : n°29 p 502

Exercices type bac : n°30 p 503 (sans calculatrice) + 31 p 504