

La lunette astronomique

Vidéo : [Accéder à la vidéo du cours](#)

Manuel : pages À compléter



Vidéo du cours

13.1 Rappel : tracé de l'image d'un objet par une lentille convergente

Rappels :

- Une lentille mince convergente possède des propriétés de symétrie : le foyer objet F_1 et le foyer image F'_1 sont situés à égale distance par rapport au centre optique O_1 de la lentille.
- La distance $O_1F'_1$ se nomme **distance focale** de la lentille, notée f' . C'est ce qui caractérise sa convergence : plus une lentille est convergente, plus la distance focale est faible.
- Un rayon parallèle à l'axe optique (en bleu) traverse la lentille puis converge vers le foyer image de celle-ci.
- Un rayon qui passe par le foyer objet d'une lentille ressort de la lentille parallèlement à l'axe optique.
- Un rayon qui passe par le centre optique O d'une lentille n'est pas dévié.

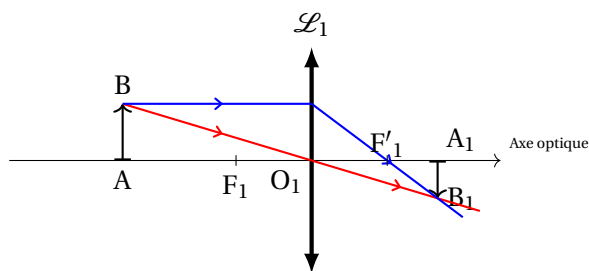


FIGURE 1 – Image d'un objet par une lentille mince convergente

13.2 Schéma de l'image d'un objet à l'infini

À retenir

Un objet est dit **à l'infini** lorsqu'il se situe très loin devant la distance focale d'une lentille. Un objet à l'infini se modélise par des rayons qui arrivent de manière parallèle entre eux sur la lentille.

Sur le schéma ci-dessous, on voit que les rayons issus de B sont parallèles entre eux, tandis que les rayons issus de A (non représentés) sont parallèles à l'axe optique. L'angle α correspond à l'angle apparent sous lequel on voit l'objet à l'œil nu (voir section suivante).

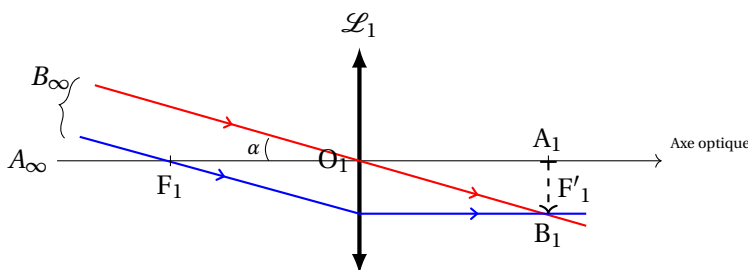


FIGURE 2 – Image d'un objet à l'infini

À retenir

L'image formée par une lentille d'un objet à l'infini se forme dans le **plan focal image** de la lentille.

Remarque

Cette propriété est essentielle car le foyer F'_1 n'est souvent pas représenté sur les schémas de lunette astronomique. Il n'est alors pas possible de la retrouver par une construction graphique.

13.3 Angle apparent d'un objet

Prenons comme exemple l'observation de la Lune vue depuis la Terre à l'œil nu. Le diamètre apparent de la Lune vue dans le ciel n'est que de quelques milliradians, mais ce n'est pas quelque chose qui est directement mesurable.

L'**angle apparent** α est l'angle sous lequel on voit un objet dans le ciel. Il dépend de la distance par rapport à l'objet et de son diamètre. Dans le cas de la Lune :

$$\tan \alpha \approx \alpha = \frac{d}{D_{T/L}}$$

où d est le diamètre de la Lune et $D_{T/L}$ la distance Terre-Lune.

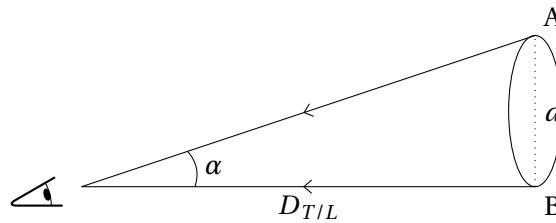


FIGURE 3 – Angle apparent de la Lune de diamètre d vue depuis la Terre

L'application numérique donne une valeur de $\alpha \approx 9,2 \times 10^{-3}$ rad. Pour le Soleil, la valeur de α est comprise entre $9,1 \times 10^{-3}$ rad et $9,4 \times 10^{-3}$ rad, très proche de la valeur pour la Lune. C'est ce qui explique la possibilité pour la Lune d'occulter le Soleil lors d'une éclipse!

Si l'on tient son pouce de 1,5 cm à bout de bras (≈ 70 cm), l'angle apparent de notre pouce est de :

$$\alpha = \frac{1.5}{70} = 2,1 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

Il est donc possible de cacher la Lune avec son pouce!

13.3.1 Condition de visibilité d'un objet lointain

À retenir

Un œil humain est capable de distinguer un objet si l'on le voit avec un angle apparent supérieur ou égal à $\alpha = 3 \times 10^{-4}$ rad. En dessous de cette valeur, on ne verra qu'un point! Cette valeur, souvent notée ϵ , s'appelle le pouvoir séparateur de l'œil.

Parmi les étoiles, seul le Soleil a un angle apparent vu depuis la Terre à l'œil nu supérieur à cette valeur. Les autres étoiles de notre galaxie apparaissent comme des points dans le ciel.

13.4 La lunette astronomique

13.4.1 Principe et schéma d'une lunette astronomique

Afin d'augmenter l'angle apparent d'un objet très lointain pour qu'il soit discernable par l'œil humain, on utilise des systèmes optiques comme la lunette astronomique (ou lunette de Kepler), inventée au début du XVII^e siècle.

À retenir

Une **lunette astronomique** est composée de deux lentilles convergentes :

- un **objectif** (vers l'objet)
- un **oculaire** (vers l'œil)

La lunette astronomique est un **système afocal** : un objet à l'infini donne une image à l'infini. Pour obtenir un tel système, le **foyer image de l'objectif doit être confondu avec le foyer objet de l'oculaire**.

Remarque

Les instruments d'observation (lunettes astronomiques, télescopes, microscopes) renvoient une image à l'infini afin d'**éviter la fatigue oculaire**. L'œil emmétrype (sans défaut) est fait pour observer des objets lointains sans accommoder.

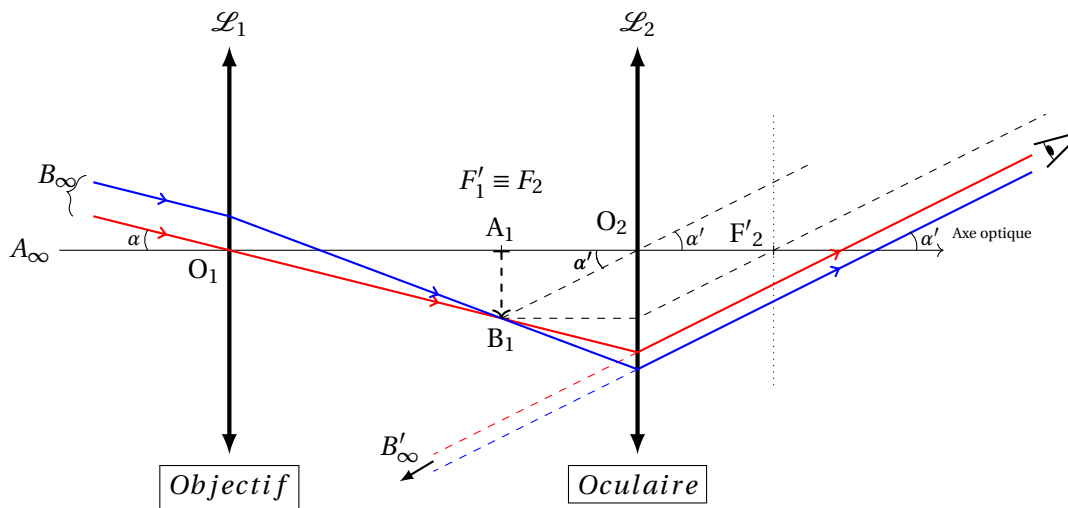


FIGURE 4 – Schéma d'une lunette astronomique

Voici les différentes étapes à respecter afin de construire ce schéma :

- Les rayons issus de B_∞ arrivent parallèles entre eux car ils proviennent de l'infini. L'image $A_1 B_1$ se forme donc dans le plan focal image de l'objectif L_1 . Il faut prolonger le rayon rouge qui passe par le centre optique O_1 jusqu'à l'oculaire L_2 , **puis** prolonger le rayon bleu jusqu'à l'oculaire en faisant en sorte qu'il **croise le rayon rouge au niveau du foyer image de l'objectif**.
- Les deux traits en pointillés noirs issus de B_1 sont les deux rayons particuliers (fictifs ici) qui permettent d'obtenir l'orientation des rayons rouge et bleu. Comme $A_1 B_1$ se trouve dans le plan focal objet de l'oculaire L_2 , ils forment une image à l'infini (rayons parallèles entre eux).
- Prolonger les rayons en pointillés vers le point B'_∞ . C'est une image virtuelle, car on ne peut pas la projeter directement sur un écran.

Remarque

Il faut tracer au moins un des rayons en pointillés **AVANT** de tracer les rayons rouge et bleu !

13.4.2 Le grossissement

Σ ♥ Formule à connaître

Le **grossissement** d'une lunette astronomique est défini comme le rapport entre l'angle apparent α' de l'objet vu à travers la lunette et l'angle α sous lequel on voit l'objet sans lunette :

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

où les angles sont exprimés dans la même unité (généralement en radian). Le grossissement est toujours supérieur à 1 si l'on souhaite grossir un objet.

Le grossissement peut être relié aux distances focales de l'objectif et de l'oculaire.

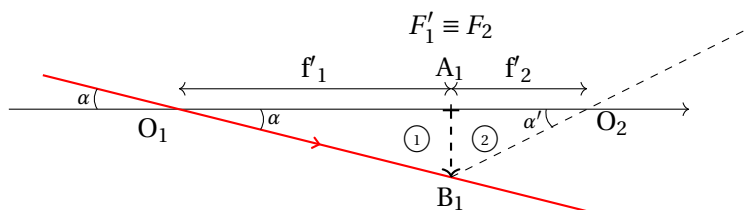


FIGURE 5 – Schéma d'une partie de la lunette astronomique

Dans le triangle rectangle ①, on a :

$$\tan \alpha = \frac{\text{opp}}{\text{adj}} = \frac{A_1 B_1}{f'_1}$$

Or, pour un angle petit, $\tan \alpha \approx \alpha$, d'où :

$$\alpha = \frac{A_1 B_1}{f'_1}$$

Dans le triangle rectangle ②, on a :

$$\tan \alpha' = \frac{\text{opp}}{\text{adj}} = \frac{A_1 B_1}{f'_2}$$

D'où :

$$\alpha' = \frac{A_1 B_1}{f'_2}$$

Il vient donc que :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A_1 B_1}{f'_2}}{\frac{A_1 B_1}{f'_1}} = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{f'_{\text{obj}}}{f'_{\text{oc}}}$$



Formule à savoir utiliser

Le grossissement d'une lunette astronomique se calcule à l'aide des distances focales :

$$G = \frac{f'_{\text{obj}}}{f'_{\text{oc}}}$$

Plus la distance focale de l'objectif est grande devant celle de l'oculaire, plus le grossissement est important.

Maîtrise Compétence			
Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces 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.			
<i>Compétence expérimentale : Réaliser une maquette de lunette astronomique ou utiliser une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement.</i>			
<i>Compétence expérimentale : Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran.</i>			