

CH P2 – La lunette astronomique

Programme officiel :

Thème 4 : Ondes et signaux

2. Former des images,

Cette partie prolonge les notions abordées en classe de première par l'étude des images formées par un dispositif associant deux lentilles convergentes : la lunette astronomique.

Notions abordées en classe de première (enseignement de spécialité et enseignement scientifique) :

Relation de conjugaison d'une lentille mince convergente, image réelle, image virtuelle,

A) Former des images

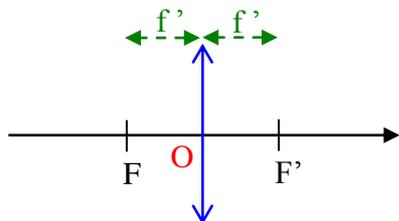
Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
Modèle optique d'une lunette astronomique avec objectif et oculaire convergents. Grossissement.	Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes ; identifier l'objectif 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>Réaliser une maquette de lunette astronomique ou utiliser une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement.</i> <i>Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran.</i>

CH P2 – La lunette astronomique

1. Rappels de 1ère

1.1. La lentille convergente

Une lentille convergente est schématisée par :



Le centre **O** de la lentille est appelé **centre optique**.
L'axe de symétrie de la lentille est l'**axe optique**.

Le **foyer image F'** d'une lentille est le point de l'axe optique situé à une distance f' de O après la lentille.
Le **foyer objet F** d'une lentille est le point de l'axe optique situé à une distance f' de O avant la lentille.

$$OF = OF' = f'$$

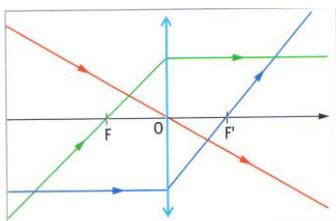
La **distance focale f'** caractérise une lentille. Elle s'exprime en mètres.

Remarque : Il existe un autre type de lentille non étudié cette année : *les lentilles divergentes* dont la distance focale est exprimée par un nombre négatif.

Une lentille convergente peut, dans certaines conditions, donner une image sur un écran.
Cette image peut être déterminée par construction graphique.

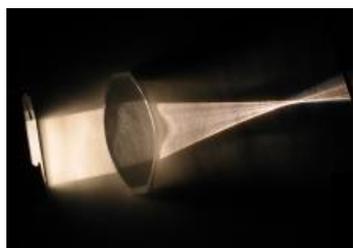
1.2. La construction graphique

Tracé de 3 rayons particuliers :



- Tout rayon passant par O n'est pas dévié. →
- Tout rayon parallèle à l'axe émerge en passant par F'. →
- Tout rayon passant par F émerge parallèlement à l'axe. →

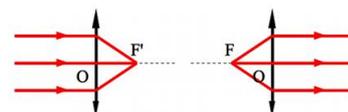
Cas pratique : Estimer la distance focale d'une lentille



Un faisceau de lumière va **converger** en un point : le foyer image. La distance entre le centre de la lentille et le foyer donne la distance focale.

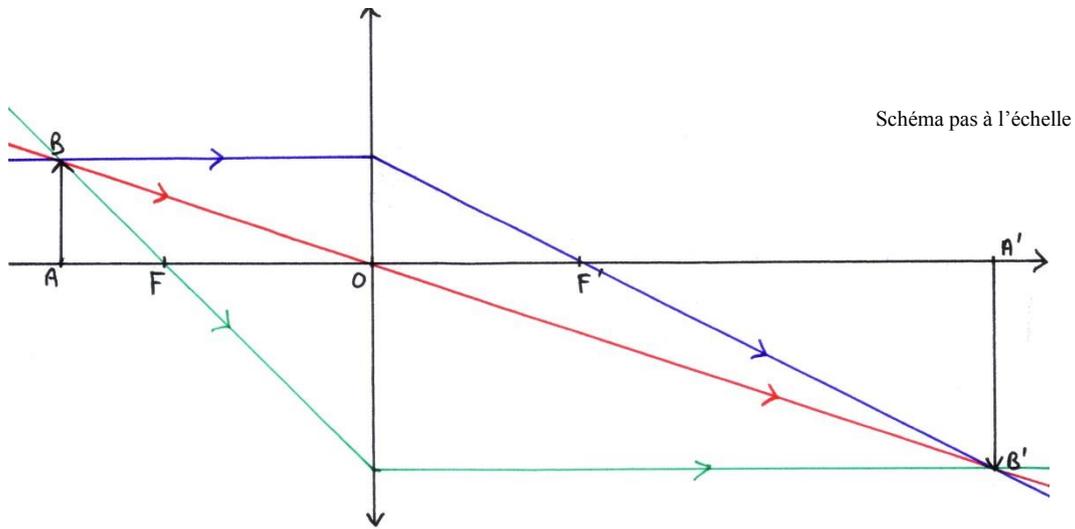
Ainsi, si un objet est loin devant la lentille, son image sera située au foyer image de la lentille (les rayons arrivent quasi parallèlement à l'axe).

A l'inverse, si un objet est placé au foyer objet, son image sera envoyée à l'infini (les rayons ressortent parallèlement et ne croisent donc pas).



Cas d'une image observable sur un écran : l'image réelle :

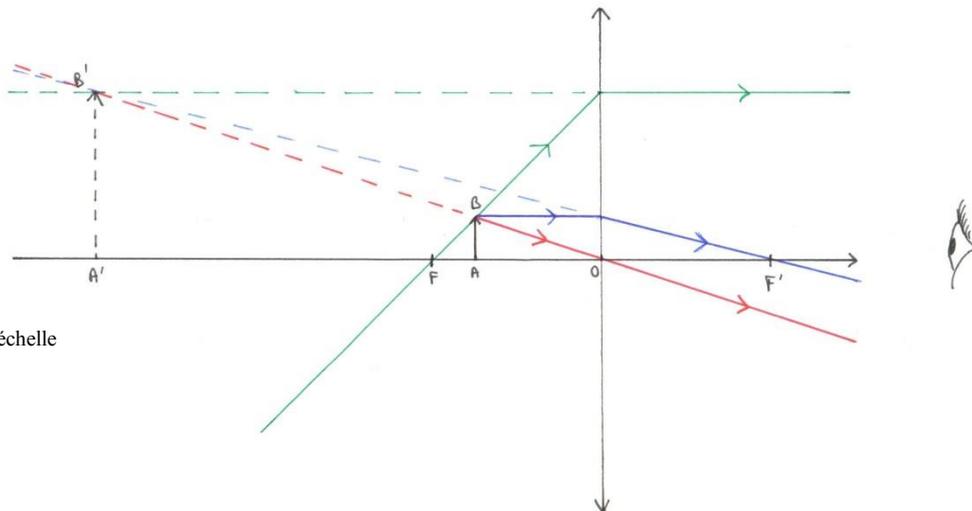
Construisons l'image d'un objet AB ($AB = 2 \text{ cm}$) placé à 6 cm devant une lentille de distance focale $f' = 4 \text{ cm}$.



L'image est après la lentille, on dit qu'elle est réelle. Elle peut s'observer sur un écran.

Cas d'une image observable à travers la lentille : l'image virtuelle :

Construisons l'image d'un objet AB ($AB = 1 \text{ cm}$) placé à 3 cm devant une lentille de distance focale $f' = 4 \text{ cm}$.



L'image est avant la lentille, on dit qu'elle est virtuelle. Elle ne peut pas s'observer sur un écran. Pour la voir, il faut placer son œil après la lentille.

1.3. Les relations

Il est possible de prévoir par le calcul, la taille et la position d'une image donnée par une lentille convergente.

Il existe une relation entre la position de l'objet et la position de l'image appelée **relation de conjugaison** :

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

Attention : \overline{OA} et $\overline{OA'}$ sont des grandeurs algébriques donc $\overline{OA} < 0$

Il existe également une relation entre la taille de l'objet et la taille de l'image. On appelle **grandissement** γ le rapport entre la taille de l'image et la taille de l'objet.

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

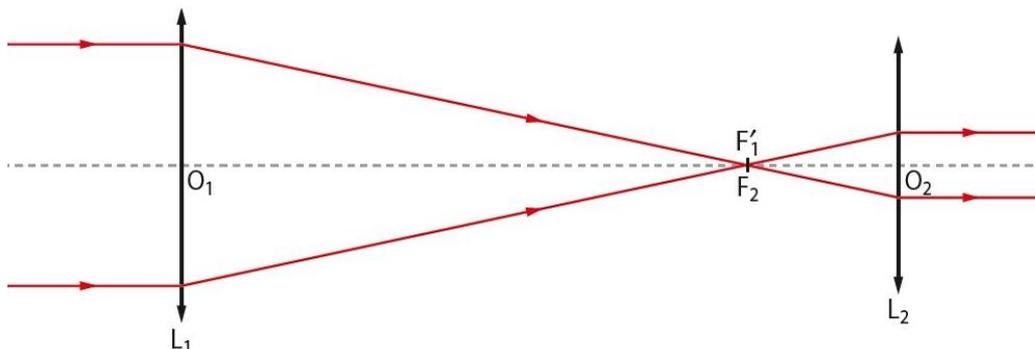
γ n'a pas d'unité

- Remarques** :
- Si l'objet et l'image sont dans le même sens on dit que *l'image est droite* ($\gamma > 0$).
 - Si l'objet et l'image sont de part et d'autre de l'axe optique, on dit que *l'image est inversée* ($\gamma < 0$).
 - Si l'image est plus grande que l'objet alors $|\gamma| > 1$, si l'image est plus petite que l'objet alors $|\gamma| < 1$.

2. La lunette astronomique

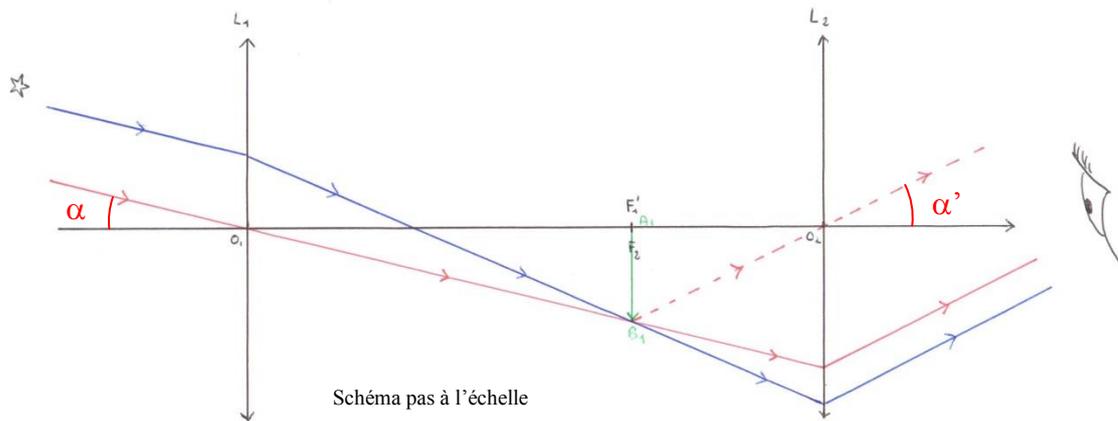
2.1. Modèle

Une lunette astronomique est constituée de deux lentilles convergentes : l'**objectif** (du côté de l'objet à observer L_1 sur le schéma) et l'**oculaire** (du côté de l'œil L_2 sur le schéma). Le foyer image F'_1 de l'objectif est situé au même endroit que le foyer objet F_2 de l'oculaire. Un tel système est dit **afocal** car un objet situé à l'infini, donne une image à l'infini (des rayons qui arrivent parallèlement en ressortent parallèlement).



2.2. Construction graphique

Construisons le trajet des rayons lumineux provenant d'une étoile à travers une lunette astronomique ayant un objectif de distance focale $f'_1 = 10$ cm et un oculaire de distance focale $f'_2 = 5$ cm.



Méthode :

- On trace un axe optique, on place les deux lentilles et les foyers \$F'_1\$ et \$F_2\$ qui sont confondus.
- On trace un rayon lumineux qui vient de l'étoile et qui arrive sur \$L_1\$ (en bleu).
- On trace un rayon parallèle qui passe par \$O_1\$ (il n'est pas dévié jusque \$L_2\$) (en rouge).
- Ce dernier permet de trouver l'image intermédiaire \$A_1B_1\$ (en vert) situé dans le plan focal (\$A_1\$ est confondu avec \$F'_1\$ et \$F_2\$).
- On trace alors le trajet du rayon de l'étoile entre \$L_1\$ et \$L_2\$ en passant par \$B_1\$ (en bleu).
- Pour trouver la direction avec laquelle les rayons sortiront de \$L_2\$, on trace la droite \$B_1O_2\$ (en pointillé rouge).
- On trace alors les rayons de l'étoile (en bleu) et de son parallèle (en rouge) qui sortent de \$L_2\$ parallèlement à \$B_1O_2\$ (en pointillé rouge).

2.3. Grossissement

On définit le **diamètre apparent** d'un objet par l'angle \$\alpha\$ sous lequel l'observateur voit l'objet. Dans le cas de la lunette, le diamètre apparent de l'objet vu par la lunette est \$\alpha'\$ et le diamètre apparent de l'objet vu sans la lunette est \$\alpha\$.

On appelle **grossissement G** le rapport entre le diamètre apparent de l'objet vu au travers de la lunette par celui vu à l'œil nu.

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

En reprenant la construction graphique, on voit que dans le triangle \$A_1B_1O_2\$ on a :
 $\tan(\alpha') = \frac{A_1B_1}{A_1O_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2}$

De même, dans le triangle \$A_1B_1O_1\$ on a : $\tan(\alpha) = \frac{A_1B_1}{A_1O_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1}$

En considérant de petits angles on peut faire l'approximation que \$\tan(x) \approx x\$.

Ainsi \$A_1B_1 = \tan(\alpha') \times f'_2 \approx \alpha' \times f'_2\$ et \$A_1B_1 = \tan(\alpha) \times f'_1 \approx \alpha \times f'_1\$

Donc \$\alpha' \times f'_2 = \alpha \times f'_1\$

D'où :

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

Ainsi, le grossissement de l'exemple précédent est de \$G = 10 \text{ cm} / 5 \text{ cm} = 2\$. Cette lunette permet donc de grossir les objets 2 fois.

Savoir faire la démonstration

2.4. La lunette commerciale

Voici un exemple de lunette commerciale :

LUNETTE ASTRO NATIONAL GEOGRAPHIC 70/900

189,00€ ★★★★★
4 avis

Dont Soldes d'été 2020 d'éco-participation
D'autres offres à partir de 265,73 € >
Voir critères de classement >

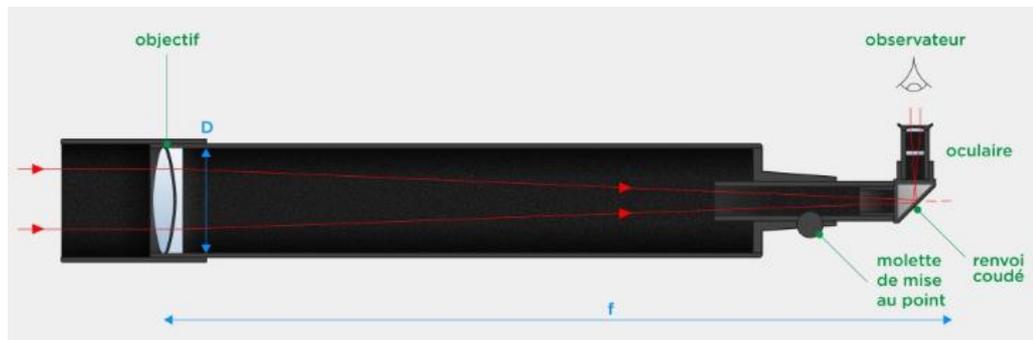
Lunette utilisable en terrestre et astronomie grâce à sa monture polyvalente
[Lire la suite >](#)

REF. 91131890

AJOUTER AU PANIER

Disponibles en ligne uniquement
Chez vous entre le 30/10/20 et le 31/10/20

✓ Vendu et expédié par **BRESSERONLINE**
Vendeur professionnel (6138 ventes)



Quelques données caractéristiques :

Lunette 70/900 :

La valeur 70 indique le diamètre de l'objectif : ici $D = 70$ mm.

La valeur 900 indique la focale de l'objectif : ici $f_1 = 900$ mm.

Plus le diamètre est grand, plus la quantité de lumière entrante est grande et donc plus l'image est claire et plus fins seront les détails observables.

La focale va définir le grossissement mais également l'encombrement de l'appareil.

Oculaires 20-12-4 :

La valeur 20, 12 ou 4, indique les valeurs des 3 focales des 3 oculaires possibles soit $f_2 = 20$ mm ou 12 mm ou 4 mm.

C'est ce qui va déterminer le grossissement, soit ici $\times 45$, $\times 75$ ou $\times 225$.

Bien sûr, pour rendre le système afocal il faut adapter la position de l'oculaire d'où un système de **mise au point coulissant**.



Renvoi coudé et chercheur :

Le renvoi coudé ① correspond tout simplement à un miroir qui permettra un meilleur confort pour l'utilisateur qui n'aura pas besoin de se mettre dans l'alignement de la lunette.

Le chercheur ② quant à lui est une lunette miniature qui permet de pointer un objet facilement car il est difficile de se repérer avec l'image grossie au travers de la lunette.

