

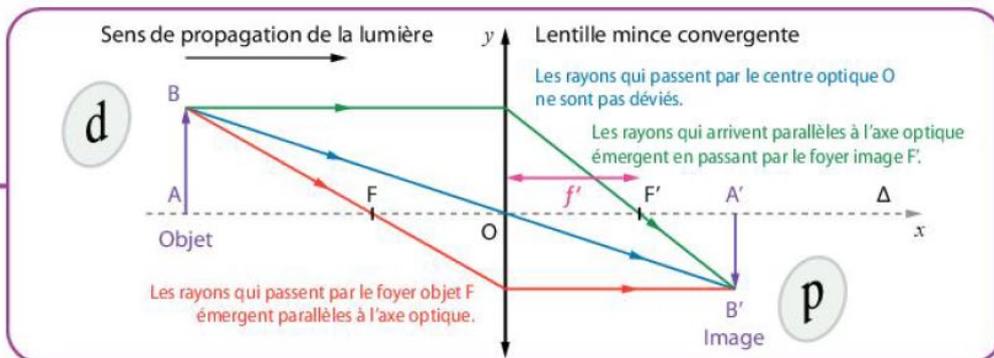
Vu
en 1^{re}

La lentille mince convergente

Obtention
d'une image

LENTILLE MINCE
CONVERGENTE

Calcul de la position et
de la taille de l'image



Relation
de conjugaison

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$$

ou

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

Relation
de grandissement

$$\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$$

ou

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

Caractéristiques
de l'image

- Plus petite ou plus grande que l'objet
- Droite ou renversée par rapport à l'objet
- Réelle ou virtuelle

1 La lunette astronomique

A Lunette astronomique avec « chercheur »

Objectif : d'un diamètre aussi important que possible car chargé de collecter le maximum de lumière provenant de l'astre situé à l'infini



> La mise au point, lors de l'observation, se fait en modifiant la longueur du tube entre l'oculaire et l'objectif.

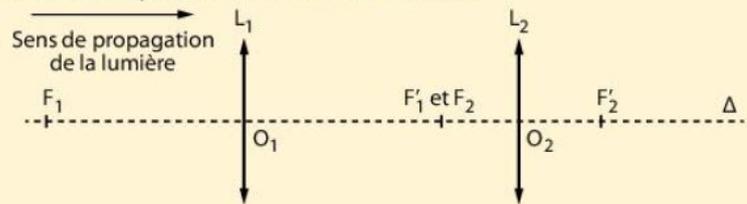
a. Constitution

Une lunette astronomique permet d'observer des objets lointains (photographie A). Elle est composée de deux systèmes optiques convergents.

Une lunette astronomique comporte un **objectif** situé du côté de l'objet observé et un **oculaire** situé du côté de l'œil.

b. Modélisation

- L'objectif et l'oculaire d'une lunette astronomique sont modélisés par deux **lentilles minces convergentes** L_1 et L_2 ayant le **même axe optique**.
- Lorsque le foyer image F'_1 de l'objectif et le foyer objet F_2 de l'oculaire sont confondus, la lunette est dite **afocale**.



La distance focale f'_1 de l'objectif est plus grande que la distance focale f'_2 de l'oculaire (voir 3. Le grossissement d'une lunette afocale).

2 La construction du faisceau traversant une lunette afocale

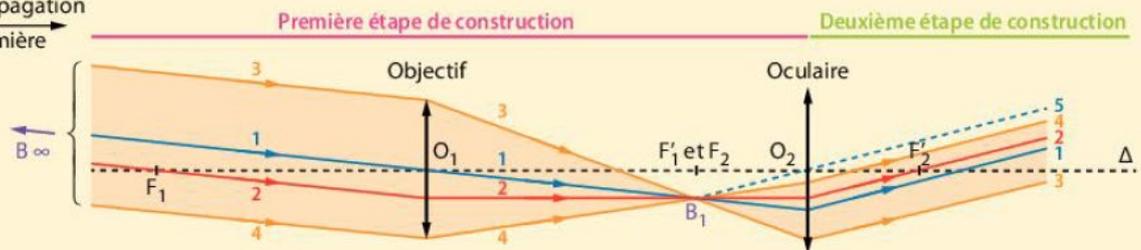
On admet qu'un **point objet B** infiniment éloigné de l'objectif émet un faisceau lumineux parallèle vers l'objectif.

L'objectif donne de ce point objet, un point B_1 appelé **image intermédiaire**. Ce point image sert ensuite de point objet pour l'oculaire, qui se comporte comme une loupe. L'oculaire forme alors l'**image finale B'** de l'objet.

lycee.hachette-education.com/pc/tle



Sens de propagation de la lumière



1^{re} étape – Faisceau émergent de l'objectif

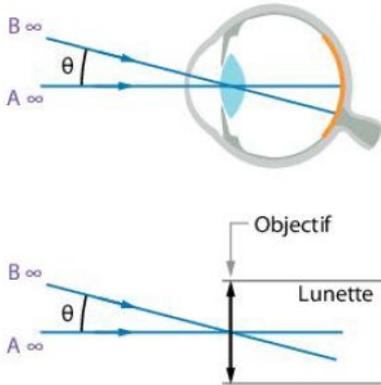
- Tracer :
 - le rayon (1) issu de B passant par O_1 , non dévié ;
 - le rayon (2) issu de B passant par le foyer F_1 qui émerge de l'objectif parallèlement à l'axe optique ;
 - le point B_1 , image du point B, situé à l'intersection des rayons (1) et (2) ;
 - les rayons (3) et (4) issus de B et s'appuyant sur la monture de l'objectif. Ils passent par B_1 .
- Poursuivre tous les rayons jusqu'à l'oculaire.

2^e étape – Faisceau émergent de l'oculaire

- Tracer le rayon (5) issu de B_1 passant par O_2 , non dévié.
- Prolonger :
 - le rayon (2) émergent de l'oculaire qui coupe l'axe optique au foyer F'_2 ;
 - les rayons (3) et (4) émergent de l'oculaire qui sont parallèles aux rayons (2) et (5).
- Colorer le faisceau délimité par les rayons (3) et (4) s'appuyant sur les bords de la monture de l'objectif.

Le faisceau incident de rayons parallèles émerge de la lunette en un faisceau de rayons parallèles, ce qui caractérise un système **afocal**.

B Observation d'un objet situé à l'infini



> L'objet AB étant situé à l'infini, il est vu sous le même angle θ à l'œil nu ou par l'objectif de la lunette.

INFO

Angle (rad)	Tangente
0	0
0,10	0,10
0,20	0,20
0,30	0,31
0,40	0,42
0,50	0,55

> La tangente d'un angle est environ égale à cet angle exprimé en radian lorsqu'il est petit ($< 0,30$ rad).

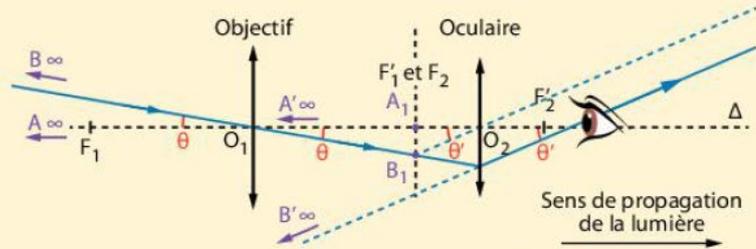
3 Le grossissement d'une lunette afocale

- Le grossissement d'une lunette est une grandeur sans unité liée aux angles sous lesquels on observe l'objet à l'œil nu et son image à travers l'instrument.
- L'objet AB est vu à l'œil nu sous l'angle θ (schéma B) et l'image A'B' est vue à travers la lunette sous l'angle θ' (schéma ci-dessous).

- Le grossissement G d'une lunette est défini par :

$$G \text{ sans unité} \rightarrow G = \frac{\theta'}{\theta} \quad \begin{array}{l} \theta' \text{ et } \theta \text{ exprimés dans} \\ \text{la même unité d'angle} \end{array}$$

- Établissons l'expression du grossissement d'une lunette afocale.



Le point A_1 image du point A donnée par l'objectif est confondu avec le foyer image F_1 de l'objectif et avec le foyer objet F_2 de l'oculaire. L'image A_1B_1 de l'objet AB est perpendiculaire à l'axe optique.

$$\text{Dans le triangle } O_1F_1B_1 \text{ rectangle en } F_1 : \tan \theta = \frac{F_1B_1}{O_1F_1}$$

$$\text{Dans le triangle } O_2F_2B_1 \text{ rectangle en } F_2 : \tan \theta' = \frac{F_2B_1}{O_2F_2}$$

Les angles θ et θ' sont petits. S'ils sont exprimés en radian, on peut considérer que $\theta = \tan \theta$ et $\theta' = \tan \theta'$ (INFO).

$$\text{D'où } G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\tan \theta'}{\tan \theta} = \frac{O_2F_2}{F_1B_1} = \frac{O_1F_1}{O_2F_2} \text{ car } F_1B_1 = F_2B_1.$$

O_1F_1 est la distance focale f_1 de la lentille objectif et O_2F_2 est la distance focale f_2 de la lentille oculaire.

Le grossissement d'une lunette afocale s'écrit donc :

$$G \text{ sans unité} \rightarrow G = \frac{f_1}{f_2} \quad \begin{array}{l} f_1 \text{ et } f_2 \text{ exprimées dans la} \\ \text{même unité de longueur} \end{array}$$

- Pour que $G > 1$, il faut que $f_1 > f_2$.

Une lunette afocale donne d'un objet AB à l'infini une image A'B' à l'infini. Cette image A'B' à l'infini devient l'objet pour l'œil qui peut l'observer sans accommoder. L'œil ne fatigue pas.

- Une lunette astronomique est caractérisée par deux nombres :
 - le **diamètre** de son objectif exprimé en millimètre ;
 - la **distance focale de son objectif** exprimée en millimètre.

On donne également la **distance focale des oculaires** vendus avec la lunette (photographie C).

Les caractéristiques d'une lunette permettent notamment de calculer son **grossissement** dans le cas d'une utilisation en tant que lunette afocale.

C Lunette commerciale (70/700)

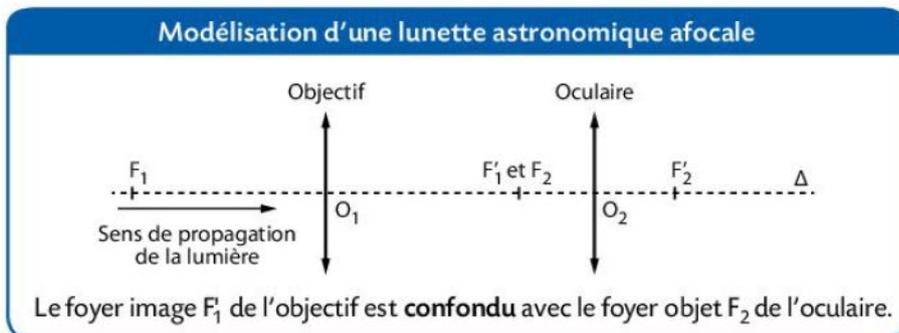


> L'objectif de cette lunette a un diamètre de 70 mm et une distance focale de 700 mm. Cette lunette est livrée avec deux oculaires, de distance focale 25 mm et 40 mm.

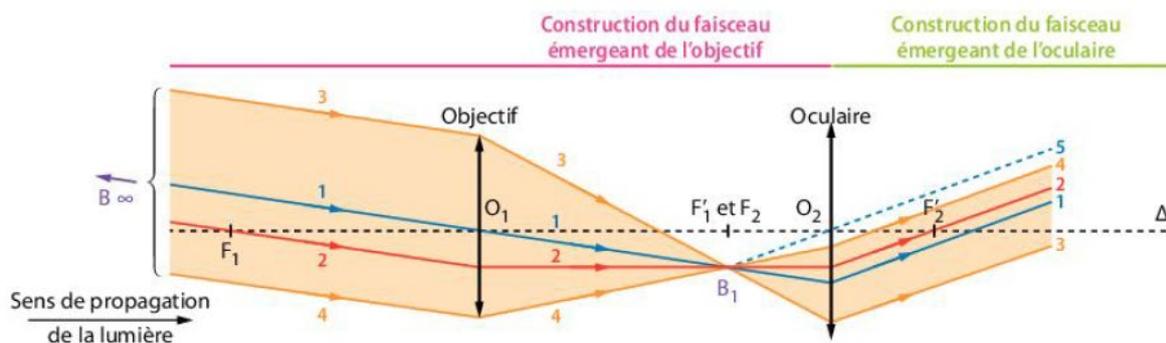


▶ VIDÉO DE COURS
▶ Construction du faisceau
▶ QCM
▶ Version interactive

1 La lunette astronomique



2 La construction du faisceau traversant une lunette afocale



Système afocal :
 Le faisceau qui est **parallèle** à l'entrée de la lunette (objectif)
 émerge **parallèle** à la sortie de la lunette (oculaire).

3 Le grossissement d'une lunette afocale

Grossissement G :

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

Avec θ et θ' petits :

$$\theta = \tan \theta = \frac{F_1' B_1}{O_1 F_1}$$

$$\theta' = \tan \theta' = \frac{F_1' B_1}{O_2 F_2}$$

$$O_1 F_1' = f_1' \text{ et } O_2 F_2 = O_2 F_2' = f_2'$$

$$\text{Conclusion : } G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

Une lunette astronomique commerciale est caractérisée par deux nombres exprimés en millimètre :

- le **diamètre de son objectif** ;
- la **distance focale de son objectif**.

Il faut donc aussi connaître la distance focale de l'oculaire pour calculer le grossissement d'une lunette afocale.