

Formation d'image par lunette astronomique



Notions à traiter

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

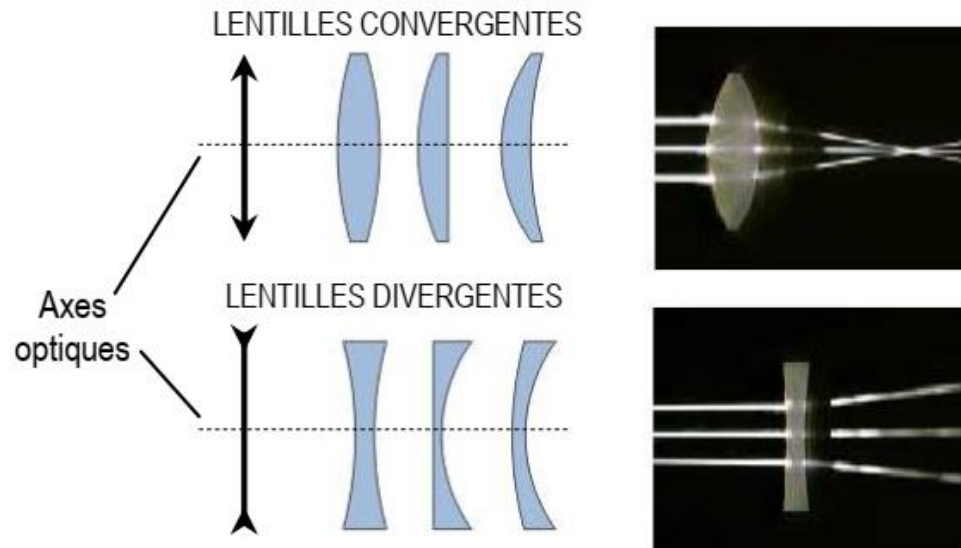
I- Quelques éléments de rappel

Définitions

Il existe deux types de lentilles :

- Les **lentilles convergentes** qui sont plus minces à leur bord qu'à leur centre et qui font converger un faisceau de rayons parallèles entre eux.
- Les **lentilles divergentes** qui sont plus épaisses à leur bord qu'à leur centre et qui font diverger un faisceau de rayons parallèles entre eux.

Seules les lentilles convergentes seront vues au lycée.



I- Quelques éléments de rappel

Définitions

F est appelé **foyer objet** et F' est appelé **foyer image**.

Ces deux foyers sont toujours placés à égale distance du **centre optique** O de la lentille.

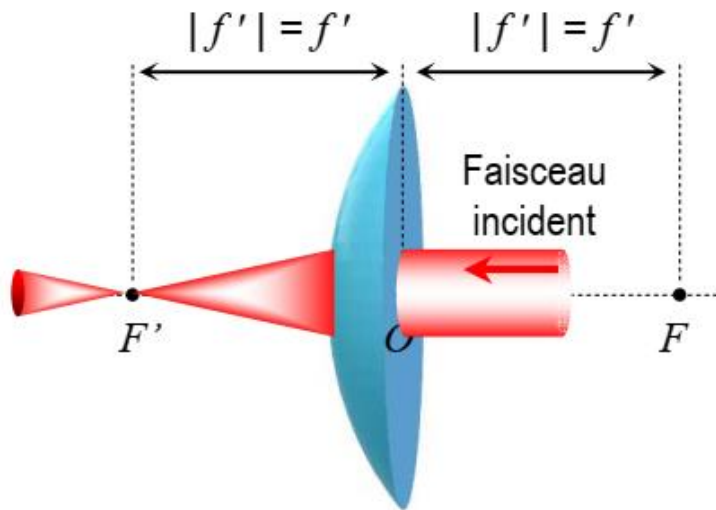
La **distance focale** notée f' d'une lentille est donnée par la relation :

$$f' = \overline{OF'}$$

La **vergence** C d'une lentille est l'inverse de la distance focale :

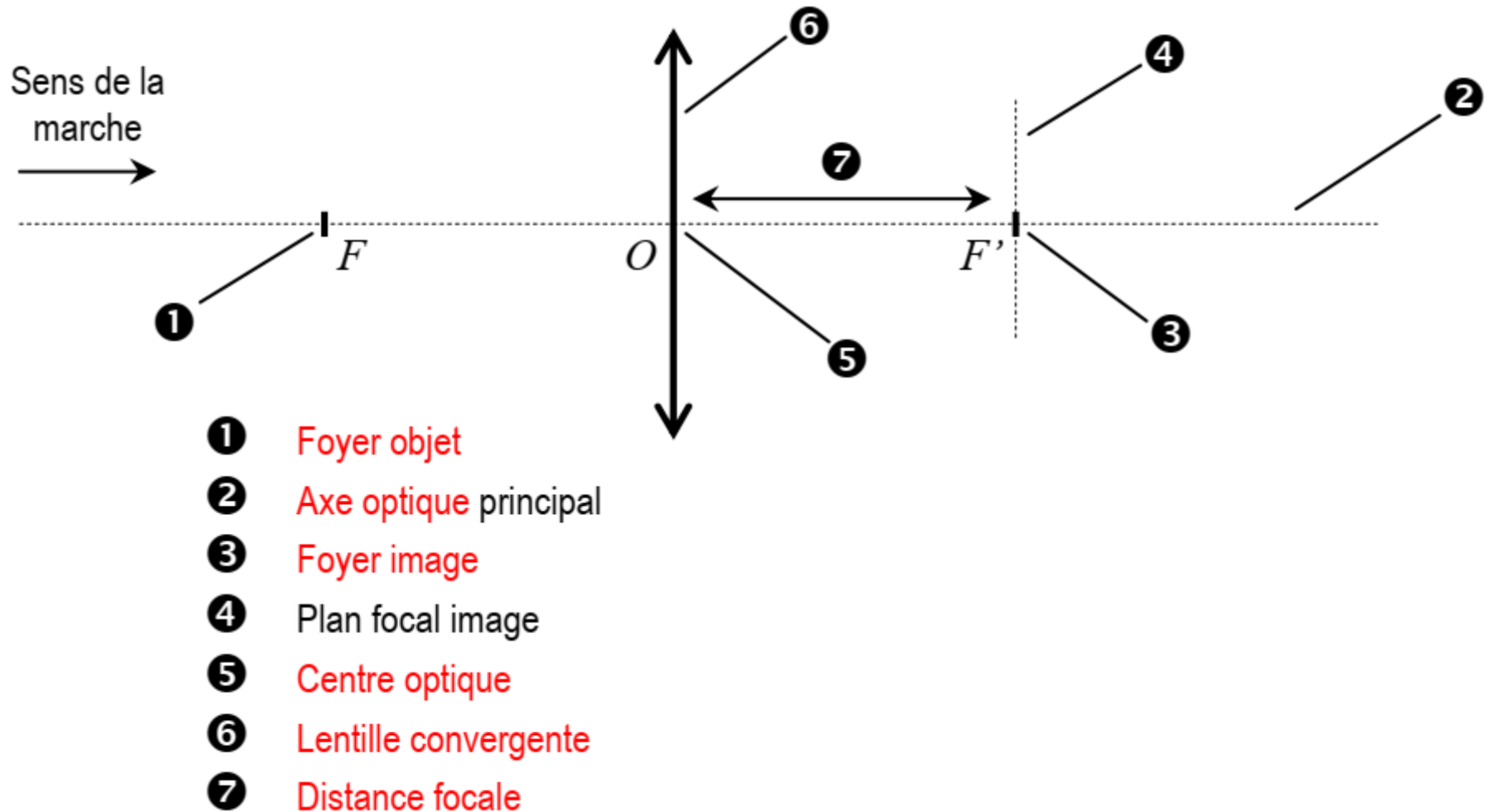
$$C = \frac{1}{f'}$$

C en δ (dioptries)
 f' en m



I- Quelques éléments de rappel

Vocabulaire



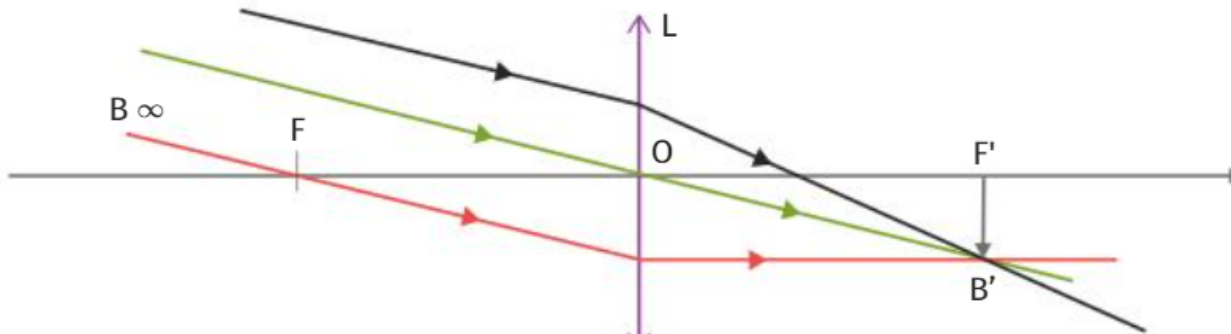
I- Quelques éléments de rappel

Construction de l'image d'un objet situé à l'infini

Pour construire l'image d'un objet situé à l'infini, c'est-à-dire à une distance très grande par rapport à la distance focale de la lentille, il faut suivre la méthode :

- tracer un rayon parallèle (vert) au premier rayon (noir) qui passe par le centre O de la lentille. Il n'est donc pas dévié ;
- tracer un second rayon parallèle (rouge) aux autres rayons qui passe par le foyer objet F de la lentille : il ressort donc parallèle à l'axe optique.

L'image est l'intersection entre le rayon rouge et le rayon vert. Elle se forme dans le plan focal image de la lentille.



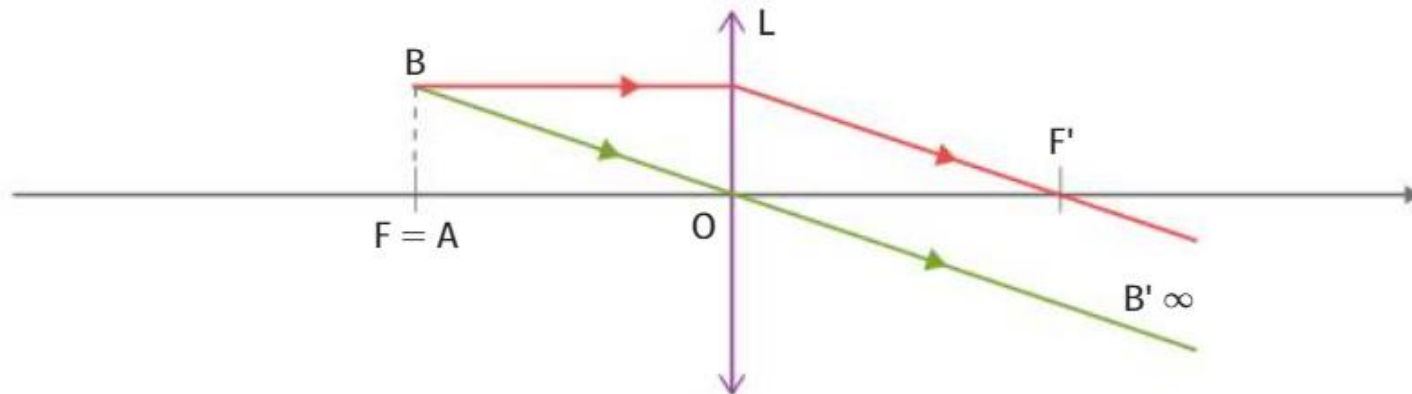
I- Quelques éléments de rappel

Construction de l'image d'un objet situé au foyer objet

Pour construire l'image d'un objet situé dans le plan focal objet d'une lentille, il faut suivre la méthode :

- tracer un rayon issu de B qui passe par le centre optique O de la lentille (vert), il n'est pas dévié ;
- tracer un rayon issu de B parallèle à l'axe optique (rouge) : il passe par le foyer image F' .

L'image B' de B se forme à l'infini.



I- Quelques éléments de rappel

Application

On dispose d'une lentille convergente de vergence 25δ . On place un objet noté ***AB*** à gauche de la lentille tel que ***A*** soit à $8,0 \text{ cm}$ de ***O*** sur l'axe optique et ***B*** soit au dessus de cet axe à $3,0 \text{ cm}$.

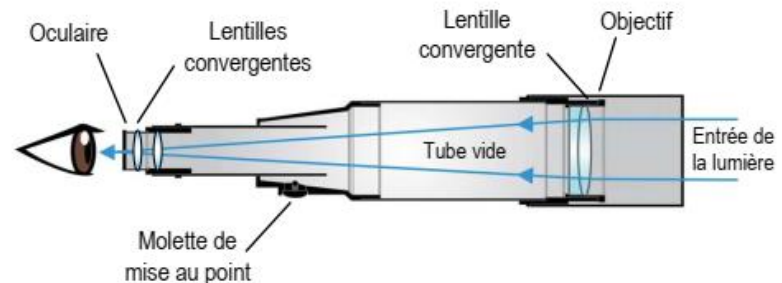
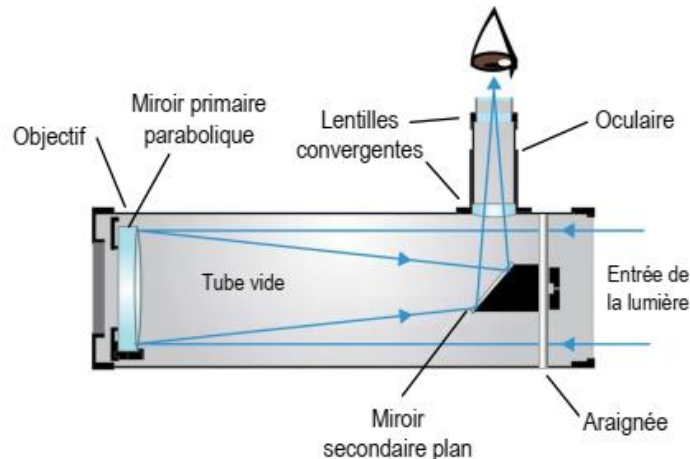
1. Placer les deux foyers, puis ***AB***.
2. Construire l'image ***A'B'*** de l'objet ***AB***.
3. Mesurer alors ***OA'*** et ***A'B'***
4. Calculer ***OA'*** et ***A'B'***.

II- Lunette astronomique

Présentation

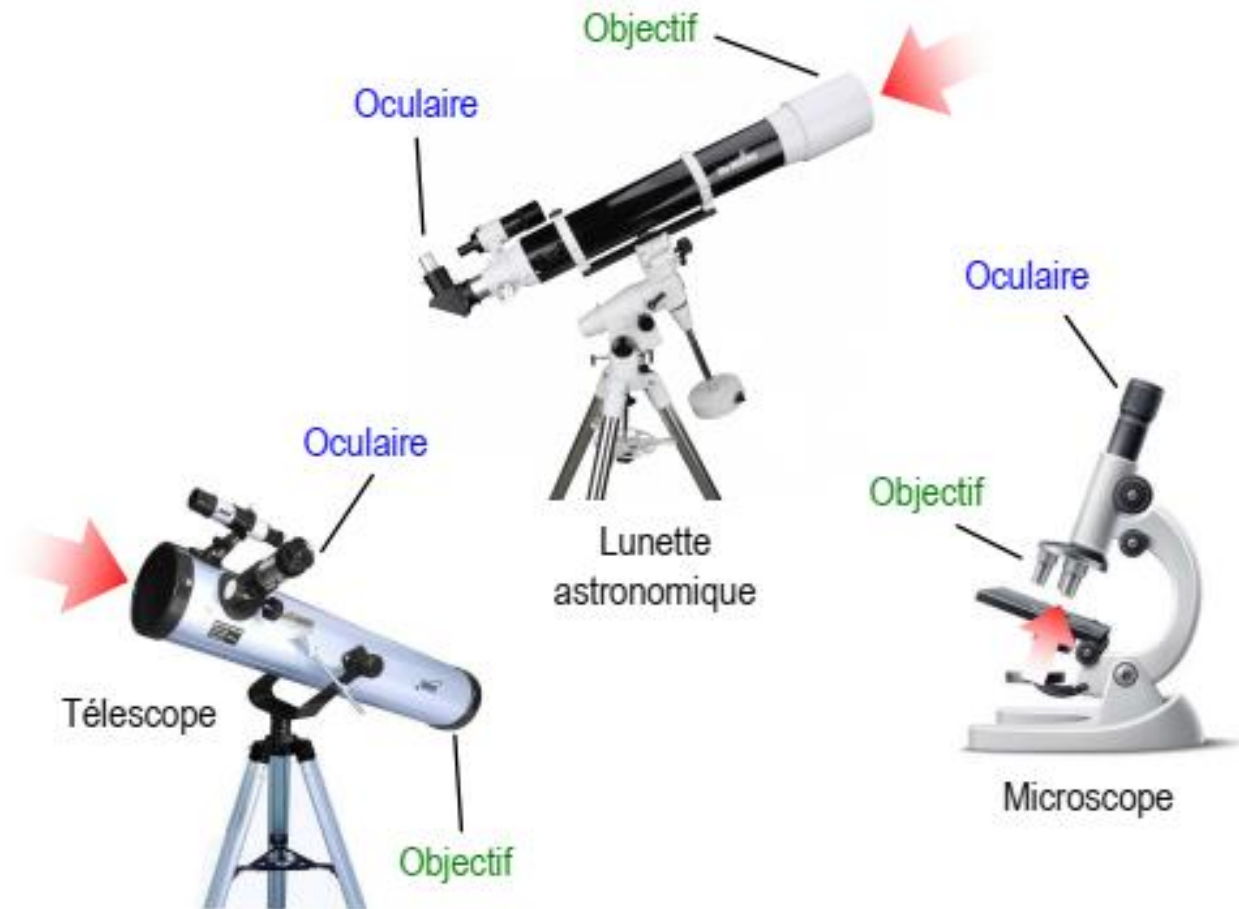
Un instrument d'optique est un instrument formant une image d'un objet. Il est généralement constitué de l'association d'un **objectif** et d'un **oculaire**. Pour l'observation des objets dans le ciel nocturne, on peut utiliser deux types d'instruments grossissants mais n'ayant pas les mêmes avantages :

- Le **télescope** : instrument de type **réflecteur** car disposant d'un **miroir concave** comme objectif collectant la lumière.
- La **lunette** : instrument de type **réfracteur** car disposant d'une **lentille convergente** comme objectif collectant la lumière.



II- Lunette astronomique

Présentation

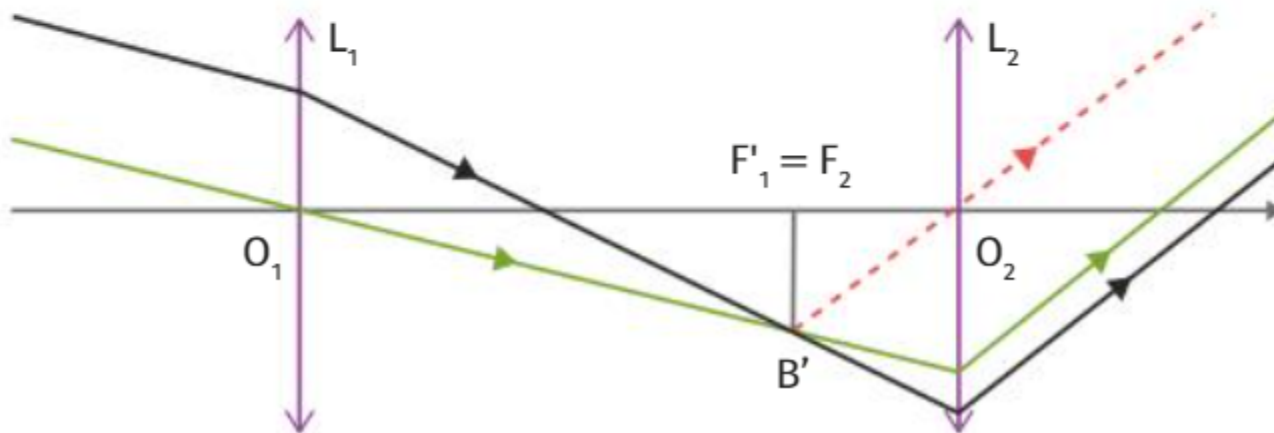


II- Lunette astronomique

Schéma d'une lunette astronomique

La lunette astronomique afocale est composée de deux lentilles : la première est notée L_1 et est appelée objectif ; la seconde est notée L_2 et est appelée oculaire.

Pour pouvoir former une image à l'infini d'un objet situé à l'infini, le foyer image de l'objectif F'_1 doit être confondu avec le foyer objet de l'oculaire F_2 .

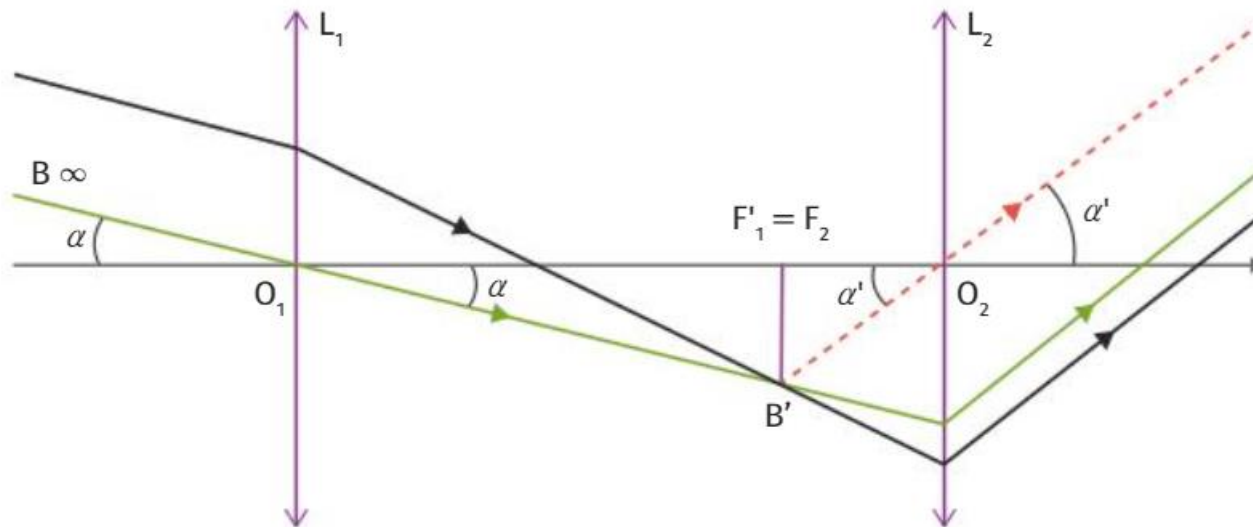


III- Grossissement

Notion d'angle d'observation

L'angle α est l'angle formé entre les rayons provenant de l'infini et l'axe optique. De même, les rayons sortant de l'oculaire forment un angle α' avec l'axe optique.

L'angle d'observation est l'angle α' entre l'axe optique et les rayons issus de l'oculaire.



III- Grossissement

Expression du grossissement

Le grossissement, noté G , permet de quantifier l'agrandissement de l'image obtenue par rapport à l'objet.

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

G : grossissement

α' : angle d'observation avec l'instrument (rad)

α : angle d'observation à l'œil nu (rad)

Dans le cas des petits angles $\tan(\alpha) \simeq \alpha$

$$\alpha \approx \tan(\alpha) = \frac{F'_1 B'}{O_1 F'_1} = \frac{F'_1 B'}{f'_1}$$

$$\alpha' \approx \tan(\alpha') = \frac{F'_1 B'}{O_2 F_2} = \frac{F'_1 B'}{f'_2}$$

En remplaçant α' et α dans l'expression du grossissement G :

$$G = \frac{f'_1}{f'_2} \quad \left| \begin{array}{l} f'_1 : \text{distance focale de l'objectif (m)} \\ f'_2 : \text{distance focale de l'oculaire (m)} \end{array} \right.$$

Pour augmenter le grossissement G d'une lunette astronomique, on peut alors soit augmenter f'_1 , soit diminuer f'_2 .

Énoncé

La Lune peut être observée grâce à une lunette astronomique. Elle est assez éloignée de la Terre pour la considérer comme un objet situé à l'infini. La lunette astronomique utilisée pour cette observation possède un objectif de distance focale $f'_1 = 50,0$ cm et un oculaire de distance focale $f'_2 = 8,0$ cm.

1. Préciser la condition à respecter sur la position des lentilles, l'une par rapport à l'autre, pour une lunette astronomique. Faire un schéma de la lunette en respectant une échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 5 \text{ cm}$.
2. Les rayons provenant de la Lune arrivent avec un angle non nul par rapport à l'axe optique de la lunette. Sans souci d'échelle pour l'angle des rayons incidents, construire l'image de deux rayons provenant de l'infini.
3. Préciser en justifiant si l'image de la Lune est droite ou renversée.
4. Calculer le grossissement.
5. L'angle d'observation α' à travers la lunette est de $56,9$ mrad. En utilisant les données, retrouver la valeur du diamètre d_L de la Lune.

DONNÉES

- Distance entre les surfaces de la Terre et de la Lune : $D = 3,8 \times 10^5$ km
- Approximation des petits angles : $\tan(\alpha) \approx \alpha$