

Ch. 12 : La lunette astronomique

1. Rappels sur l'optique géométrique
2. Instruments d'optique
3. La lunette astronomique

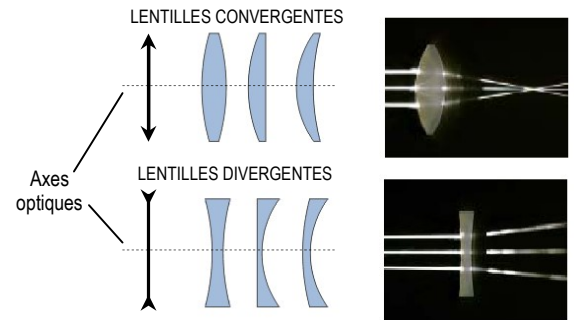
1. Rappels sur l'optique géométrique

1.1. La lentille convergente

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.



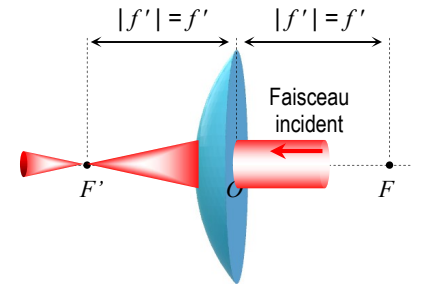
A retenir :

- 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. Ainsi :

$$FO = OF' = FF' / 2$$

- Le sens de la marche est donné par le sens des rayons lumineux qui arrivent sur la lentille. On définit alors une **grandeur algébrique** notée par exemple $\overline{OF'}$ comme la longueur (en mètres) du segment OF' avec un signe (+ ou -) en fonction du sens de la marche du rayon.

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



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

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

$$f' > 0 \Leftrightarrow \text{lentille convergente}$$

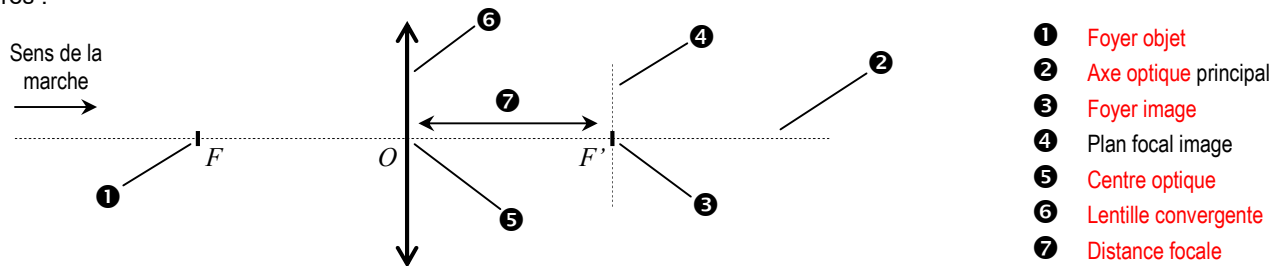
- La **vergence** **C** d'une lentille est l'inverse de la distance focale :

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

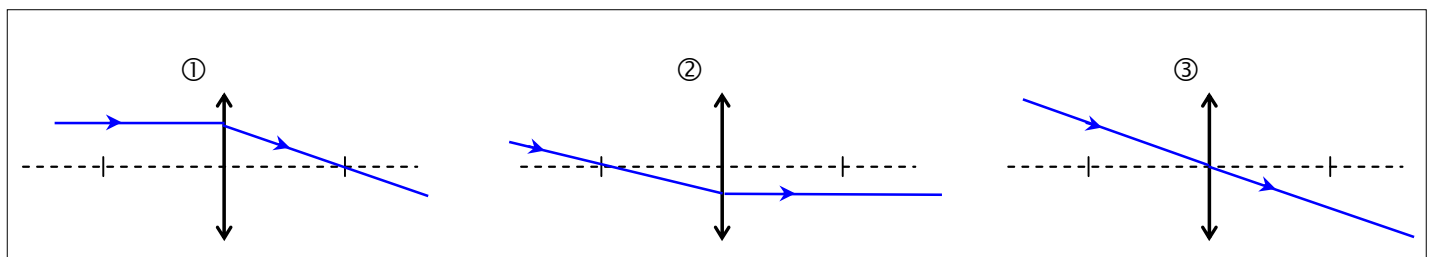
$$C \text{ en } \delta (\text{dioptries})$$

$$f' \text{ en } m$$

- Vocabulaires :



- Le **foyer objet** se trouve toujours du côté où les rayons entrent dans la lentille. Et donc le **foyer image** se trouve toujours du côté où les rayons réfractés par la lentille ressortent de cette dernière.
- Pour l'**orientation positive des grandeurs algébriques**, on prend sur l'axe optique le **sens de marche des rayons incidents**.
- Marche des trois rayons de construction à connaître :



- ① Un rayon qui entre dans la lentille en étant parallèle à l'axe optique ressort de la lentille en passant par le foyer image F' .
- ② Un rayon qui entre dans la lentille en passant par le foyer objet F ressort de la lentille parallèle à l'axe optique.
- ③ Un rayon qui entre dans la lentille par le centre optique O n'est pas dévié par la lentille.

1.2. Loi de conjugaison

Pour déterminer mathématiquement la position et la grandeur de l'image obtenue à travers une lentille convergente, on dispose des relations suivantes :

Relation de conjugaison :

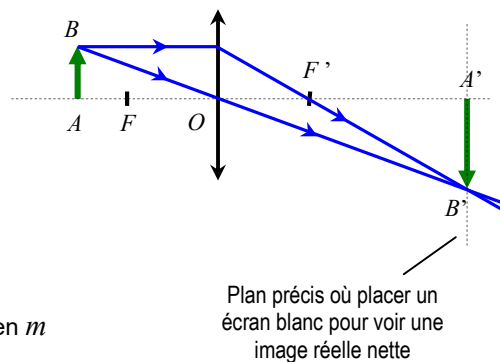
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} = C$$

C en δ (dioptries)
 f' , \overline{OA} et $\overline{OA'}$ en m

Le grandissement :

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

γ sans unité
 \overline{AB} , $\overline{A'B'}$, \overline{OA} et $\overline{OA'}$ en m



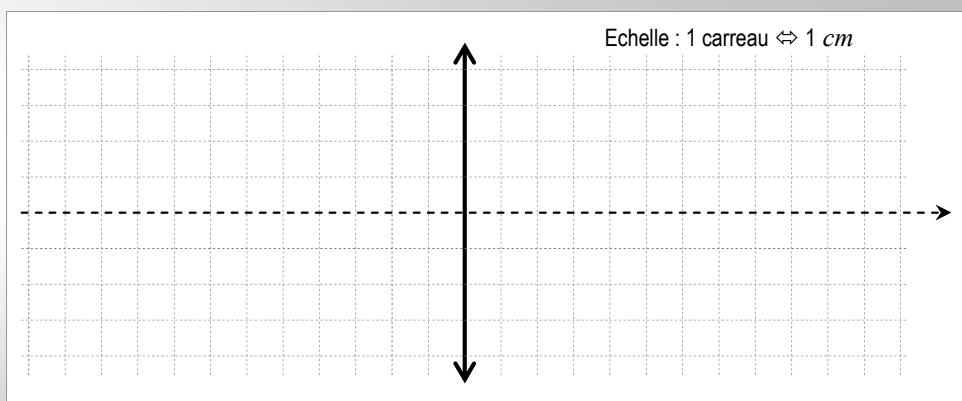
A noter :

- Si γ est négatif ($\gamma < 0$) alors l'image est dite **renversée**.
 À l'inverse, si γ est positif, l'image est dite **droite**.
- Si $|\gamma| > 1$ l'image est plus grande que l'objet.
 Si $|\gamma| < 1$ l'image est plus petite que l'objet.

Exercice 5 :

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 $\overline{OA'}$ et $\overline{A'B'}$.
4. Calculer $\overline{OA'}$ et $\overline{A'B'}$.

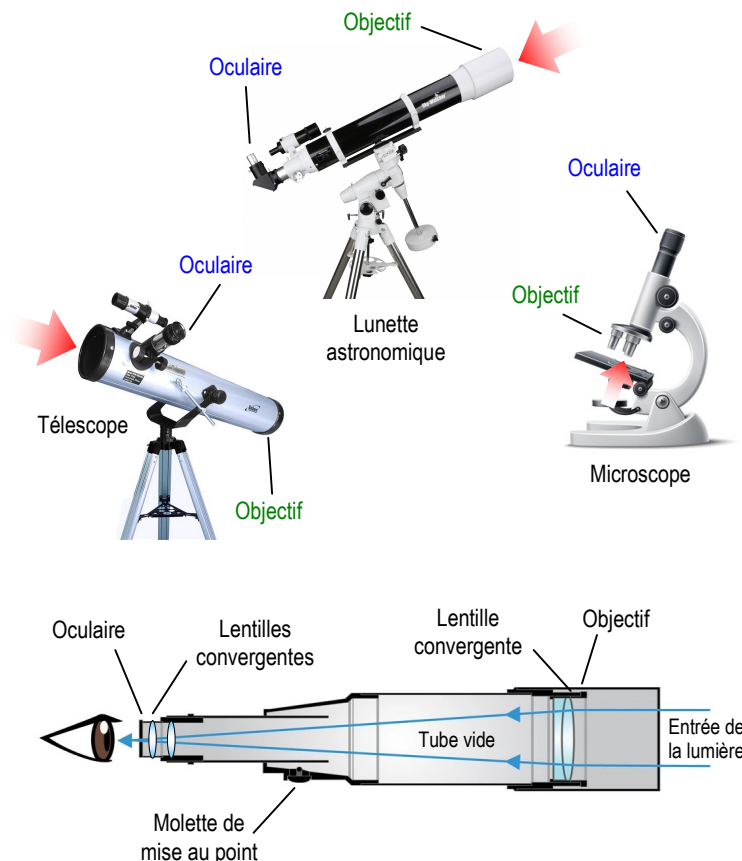
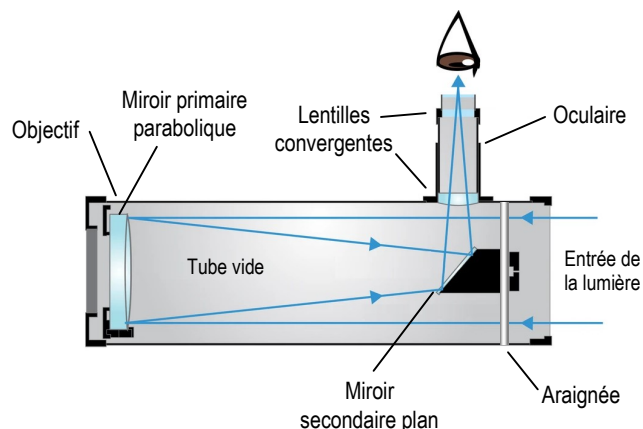


2. Instruments optiques

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.

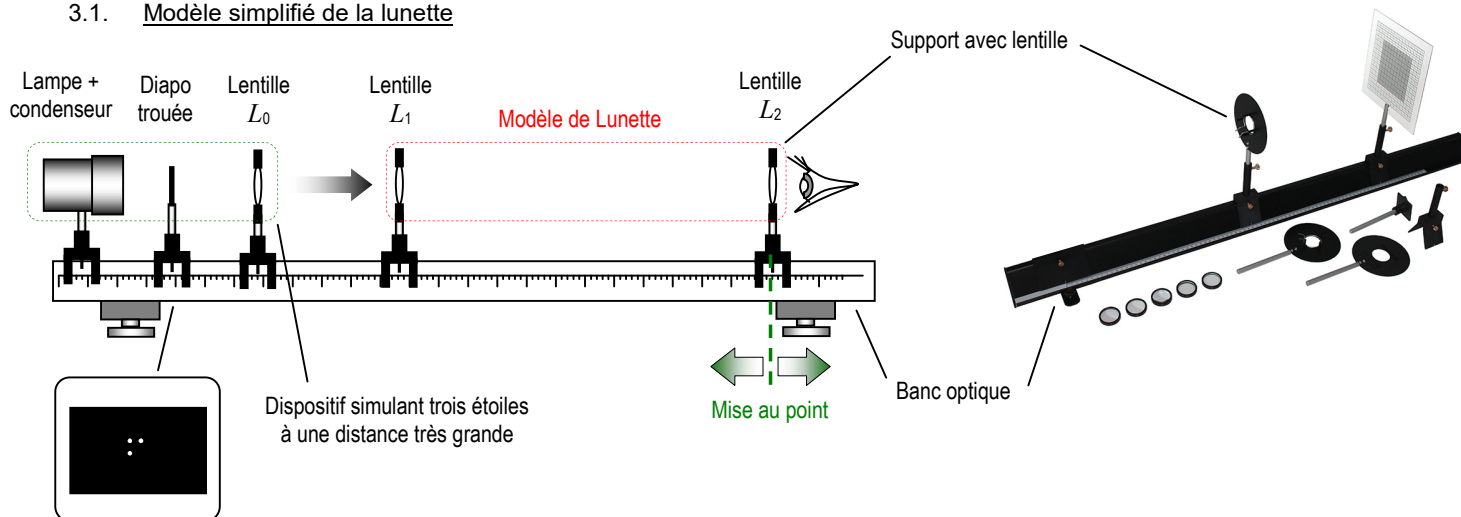


La **lunette** sert surtout à faire de l'**observation planétaire**, c'est-à-dire à regarder des astres du système solaire (Lune, Mars, Jupiter, ...). A diamètre identique, la lunette offrira une qualité d'image supérieure à celle d'un télescope.

Le **télescope** a l'avantage de pouvoir avoir un gros diamètre et donc de pouvoir collecter beaucoup plus de lumière pour faire, avec un temps de pose relativement long, de belles photos du **ciel profond** (galaxies ou nébuleuses, ...).

3. La lunette astronomique

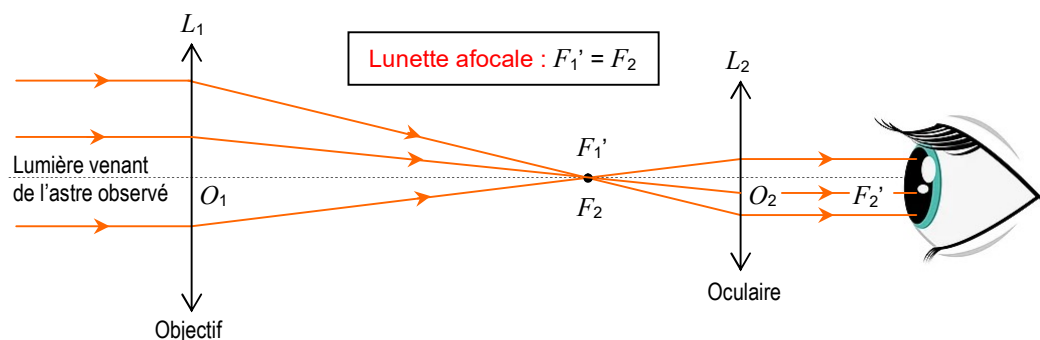
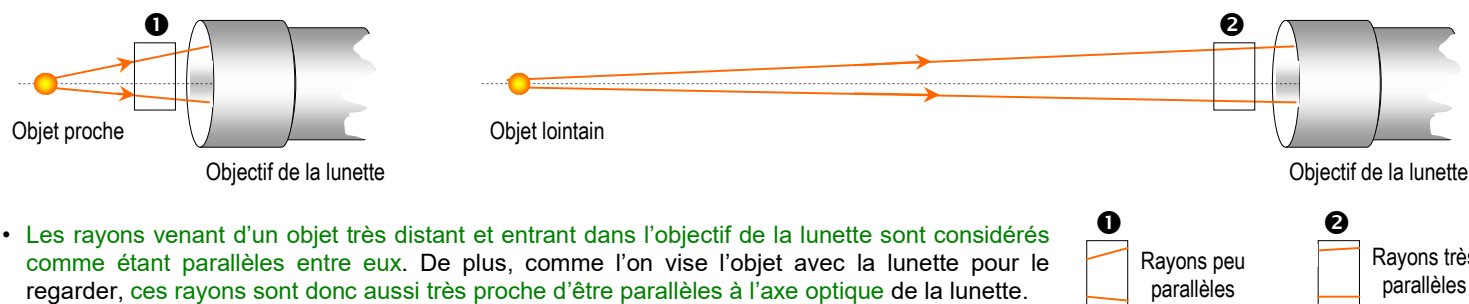
3.1. Modèle simplifié de la lunette



En laboratoire, on peut créer un modèle d'un instrument optique quelconque (lunette, microscope, ...) à l'aide d'un **banc optique**.

A retenir :

- L'objectif et l'oculaire sont des ensembles composés de plusieurs lentilles. Néanmoins, la lunette astronomique peut être modélisée par un ensemble de **deux lentilles minces convergentes**, l'une représentant l'objectif et l'autre l'oculaire.
- La mise au point s'effectue par un léger déplacement de l'oculaire par rapport à l'objectif.
- Pour un objet considéré à l'infini (planètes, étoiles,...) l'oculaire L_2 sera placé de telle sorte que son foyer objet corresponde au foyer image de l'objectif L_1 . La lunette sera alors dite **afocale**.

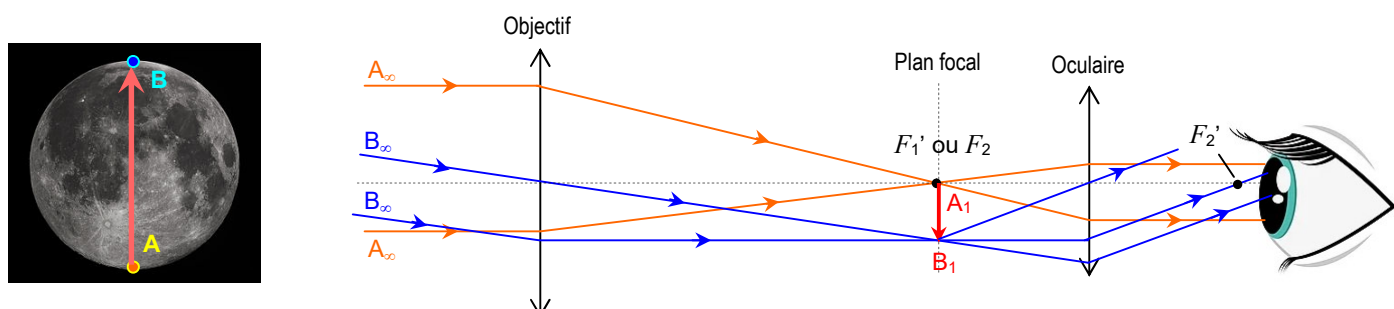


Une lunette est **afocale** si elle donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

Le gros avantage d'une telle lunette, c'est que l'œil de l'observateur peut voir net sans avoir à accommoder : son cristallin est au repos pendant l'observation dans la lunette.

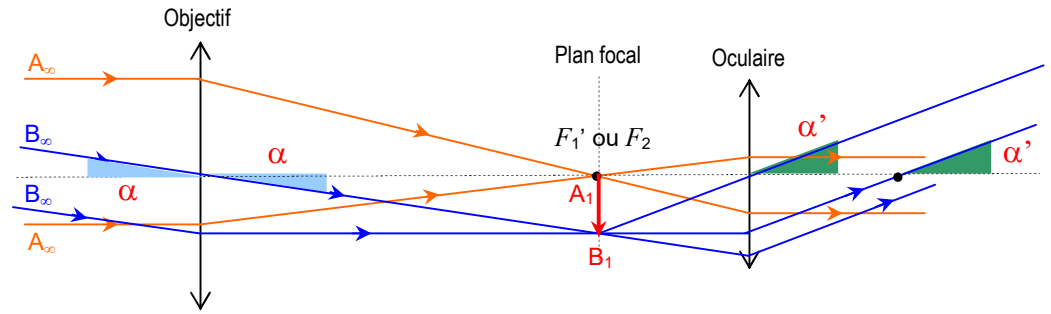
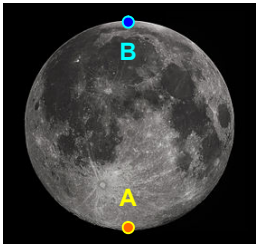
3.2. Construction graphique

Lorsqu'on regarde deux points distincts avec une lunette (deux étoiles différentes, chaque extrémité d'un cratère lunaire, ...) on peut construire la marche venant de ces deux points A et B considérés à une distance infinie de l'observateur pour l'observateur.



3.3. Grossissement d'une lunette

Supposons que l'axe optique de la lunette vise le point A de la Lune et que le point B corresponde au point diamétralement opposé à A.



α est alors l'angle sous lequel est vue la Lune depuis l'objectif de la lunette, ou encore depuis n'importe quel observateur terrestre à l'œil nu.
 α' est l'angle sous lequel est vue la Lune à travers la lunette astronomique.

On définit alors le **grossissement** avec la relation :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \quad \left| \begin{array}{l} \alpha \text{ et } \alpha' \text{ en radians ou degrés } (^\circ) \\ G \text{ sans unité} \end{array} \right.$$

Exercice 2 :

1. Exprimer l'angle α en fonction des longueurs A_1B_1 et f_1' .
2. De même, exprimer l'angle α' en fonction des longueurs A_1B_1 et f_2' .
3. Comme une lunette astronomique est composée d'un tube très long d'ouverture relativement faible, les angles α et α' sont nécessairement très petits, proches de zéro. Dans ces conditions, si l'on considère la valeur des angles en radians, on peut faire l'approximation suivante :

$$\tan(\alpha) = \alpha \text{ (idem pour } \alpha')$$

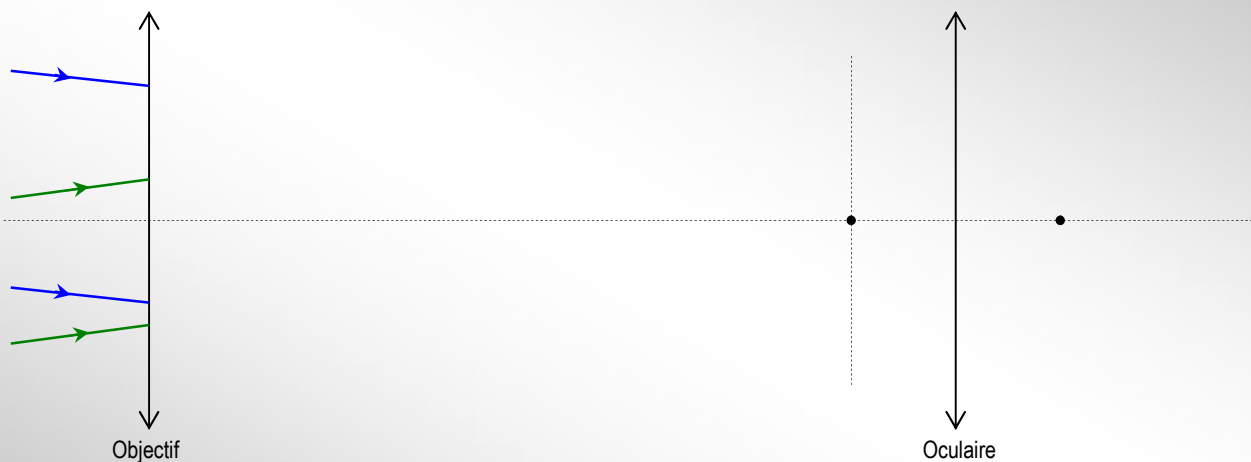
Montrer que l'on peut alors écrire que :

$$G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

4. En déduire le grossissement d'une lunette ayant un objectif de focale 70 cm et un oculaire de focale 25 mm.

Exercice 3 :

1. Sur la figure ci-dessous, placer les points O_1 , O_2 , F_1' , F_2 et F_2' puis construire l'image A_1B_1 de l'objet visé par la lunette afocale puis représenter les rayons qui ressortent de l'oculaire vers l'œil de l'observateur.



2. La planète Mars peut être visible depuis la Terre avec un angle apparent maximal de 25,1 secondes d'arc (25,1"). Dans cette situation idéale, comment voit-on la planète à l'œil nu depuis la Terre sachant que l'œil humain a un pouvoir séparateur de 0,016° ?
3. Déterminer l'angle apparent de cette planète à cette date à travers une lunette astronomique ayant un objectif de focale 90 cm et un oculaire de focale 20 mm.
4. Déterminer la vergence de chacune des lentilles composant cette lunette.