

Chapitre 4 : La lunette astronomique

Objectifs :

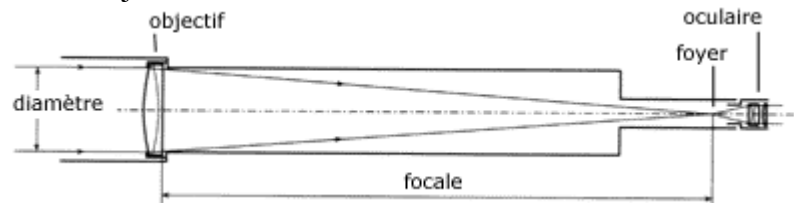
- Savoir que pour la lunette astronomique l'image à travers l'objectif constitue l'objet de l'oculaire ;
- Construction graphique de l'image intermédiaire et définitive d'un objet plan perpendiculaire à l'axe optique ;
- Construction de la marche d'un faisceau lumineux ;
- Savoir utiliser et exploiter l'expression donnée du grossissement ;
- Savoir définir et calculer le diamètre apparent ;
- Connaître la définition du cercle oculaire, son intérêt pratique et savoir le construire.

I. Présentation

La lunette astronomique est un instrument d'optique permettant d'observer les astres. Elle donne une image agrandie et renversée de l'objet étudiée.

Une lunette astronomique comprend deux systèmes optiques convergents de même axe optique:

- **l'objectif** de très grande distance focale (de l'ordre du mètre) et de grand diamètre pour capter beaucoup de lumière et agrandir l'image;
- **l'oculaire** qui joue le rôle d'une loupe dont la distance focale est de quelques centimètres. Il est mobile par rapport à l'objectif.



II. Caractéristiques de la lunette astronomique

II.1. Modélisation de la lunette astronomique

On peut modéliser la lunette astronomique par l'association de **deux lentilles convergentes de même axe optique Δ** .

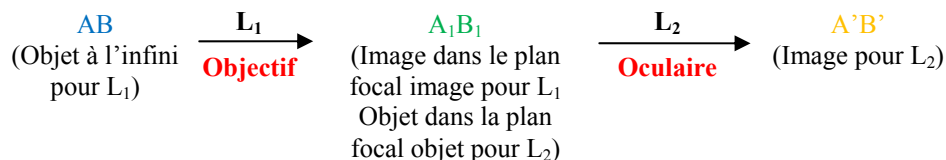
Une des lentilles représente l'objectif (L_1) : son rôle est de grossir une première fois l'objet. On obtient alors une image intermédiaire A_1B_1 .

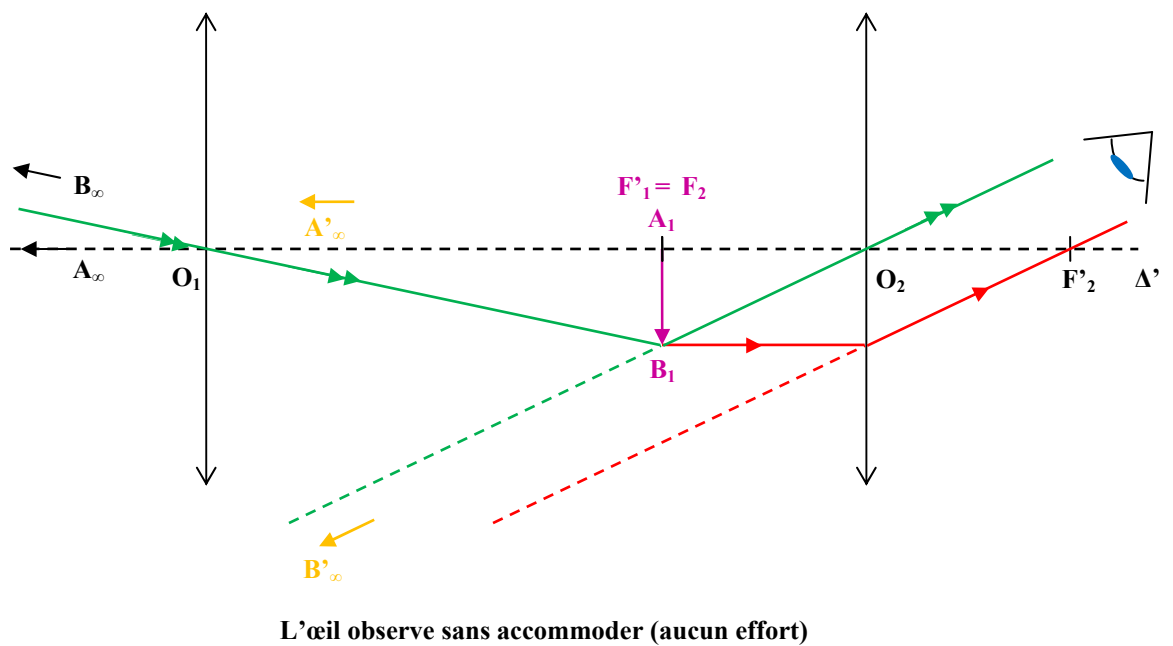
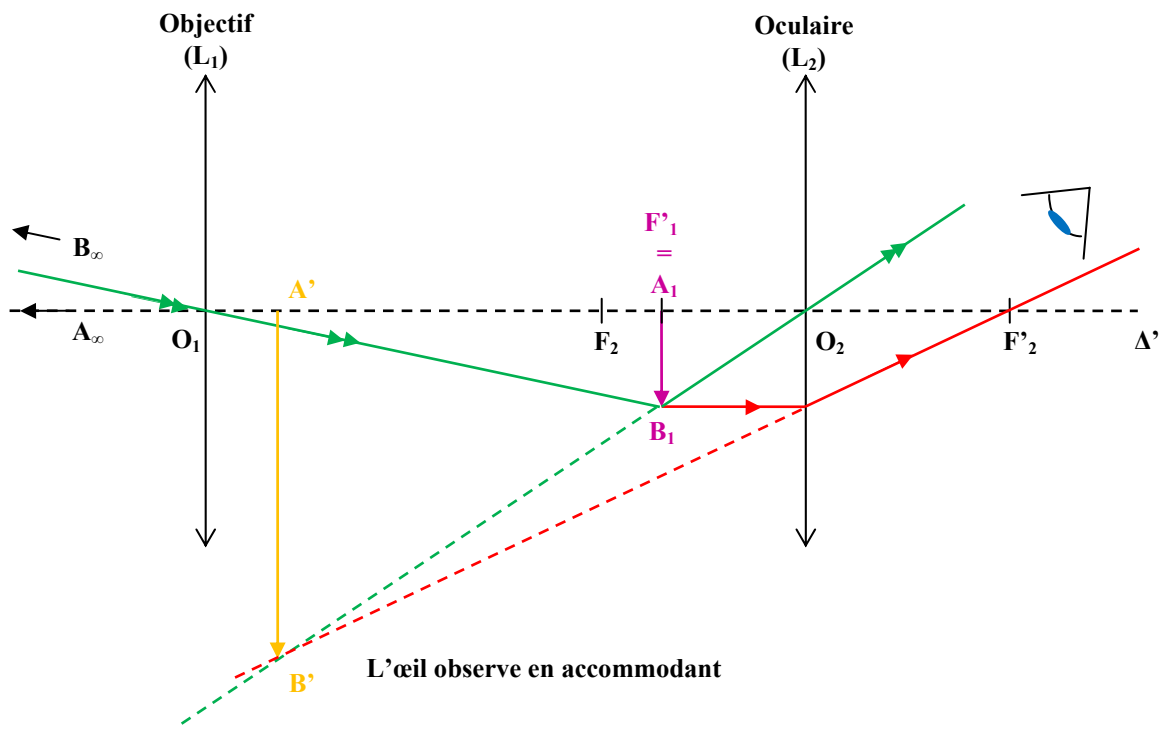
La deuxième lentille représente l'oculaire (L_2) : A_1B_1 est en fait un objet pour l'oculaire et on obtient ainsi l'image définitive $A'B'$. Elle joue le rôle de loupe.

Pour que l'œil observe l'image définitive $A'B'$ sans accommoder il faut que l'image intermédiaire A_1B_1 se trouve dans le plan focal objet de la lentille L_2 (de l'oculaire).

L'objet observé étant situé à l'infini, l'image intermédiaire A_1B_1 se trouve dans le plan focal image de la lentille L_1 (de l'objectif). Ainsi on aura donc $F'_1 = F_2$ et le système sera qualifié de système **afocal** (car l'image d'un objet situé à l'infini est renvoyée à l'infini).

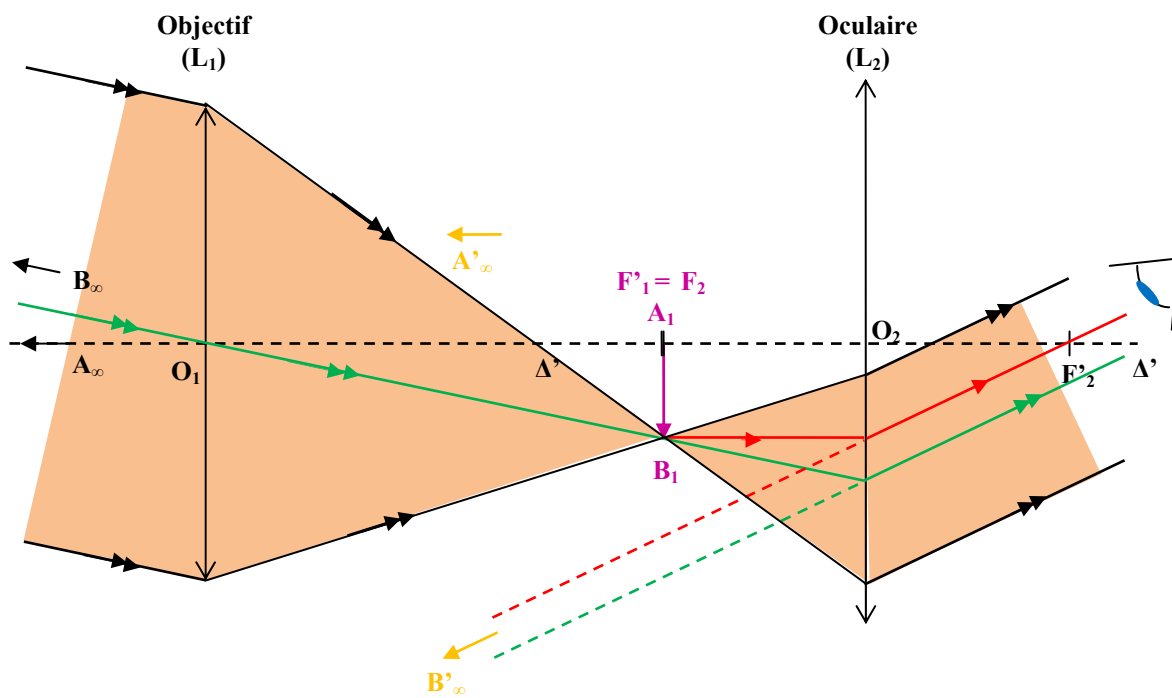
On a ainsi l'enchaînement suivant :





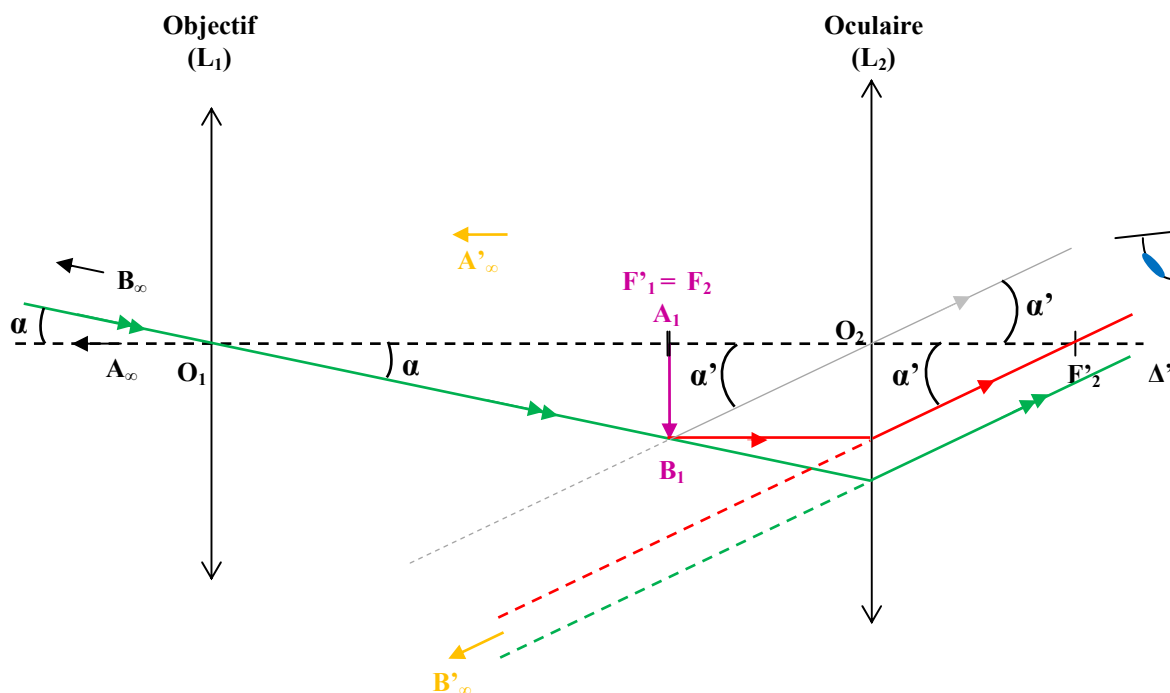
II.2. Marche d'un faisceau lumineux

Pour tracer la marche d'un faisceau lumineux on trace les deux rayons limites issus du point B s'appuyant sur les bords de l'objectif.



L'œil observe sans accommoder (aucun effort)

II.3. Grossissement standard de la lunette astronomique afocale



On appelle G le grossissement standard de la lunette, il est défini par le rapport suivant :

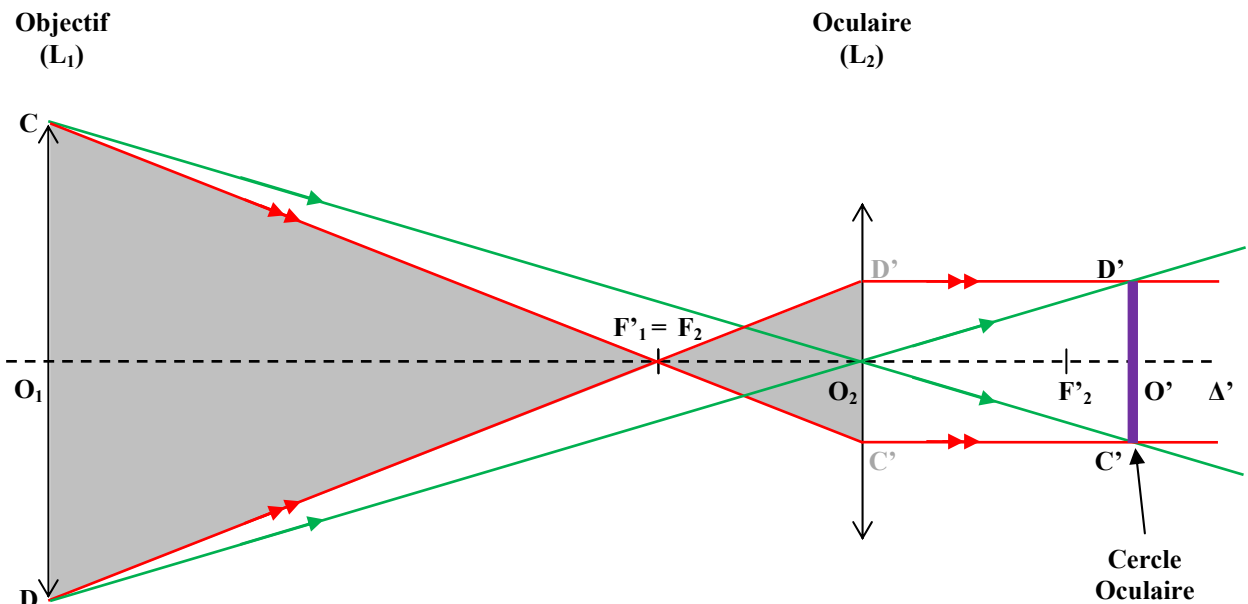
$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$	<p>α' : angle sous lequel est vue l'image définitive $A'B'$ à travers la lunette sans accommoder, en rad</p> <p>α : angle sous lequel est vue l'objet à l'œil nu (c'est son diamètre apparent), en rad</p>
------------------------------	---

Dans ces conditions on a :

$$\tan \alpha' \approx \alpha' = \frac{A_1 B_1}{O_2 F_2} = \frac{A_1 B_1}{f_2'} ;$$

$$\tan \alpha \approx \alpha = \frac{A_1 B_1}{O_1 F_1} = \frac{A_1 B_1}{f_1'} \text{ ce qui conduit à } G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1 B_1}{f_2'} \times \frac{f_1'}{A_1 B_1} \text{ soit } \boxed{G = \frac{f_1'}{f_2'}}$$

II.4. Cercle oculaire



Le cercle oculaire correspond à l’image de l’objectif de la lunette à travers l’oculaire.

C’est à cet endroit qu’il faut placer la pupille de l’œil :

- pour recevoir le maximum de lumière ;
- pour avoir la vue la plus étendue possible de l’image.

La position du cercle oculaire se déduit de la relation de conjugaison de Descartes :

$$\frac{1}{O_2 O'} - \frac{1}{O_2 O_1} = \frac{1}{f_2'}$$

Le diamètre du cercle oculaire se déduit du grossissement standard de la lunette afocale :

$$G = \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{O_1 F_1'}{O_2 F_2'} = \frac{CD}{C'D'} \text{ ainsi on a}$$

$$C'D' = \text{Diamètre du cercle oculaire} = \frac{\text{Diamètre de l'objectif} \times f_2'}{f_1'}$$