

**I. PRESENTATION D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE****II. ETUDE EXPERIMENTALE D'UN MODELE DE LUNETTE ASTRONOMIQUE**

- Notre modèle de la lunette astronomique est constitué de deux lentilles convergentes:

- **objectif:** lentille L_1 de vergence $C_1 = 3,0 \delta$
- **oculaire:** lentille L_2 de vergence $C_2 = 20 \delta$.

1) Construction de la lunette – image définitive

- a) Calcul des distances focales f'_1 de l'objectif et f'_2 de l'oculaire, en cm:

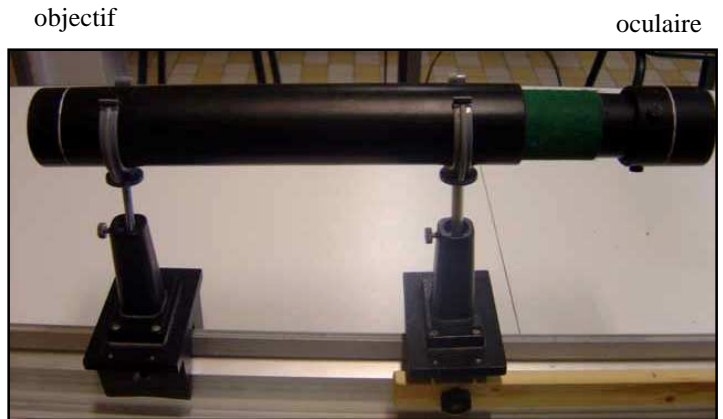
$$f'_1 = \frac{1}{C_1} = \frac{1}{3,0} = 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$$

$$f'_2 = \frac{1}{C_2} = \frac{1}{20} = 0,050 \text{ m} = 5,0 \text{ cm}$$

- b) On vise un objet lointain, un clocheton: l'image définitive du clocheton est **renversée et agrandie**.

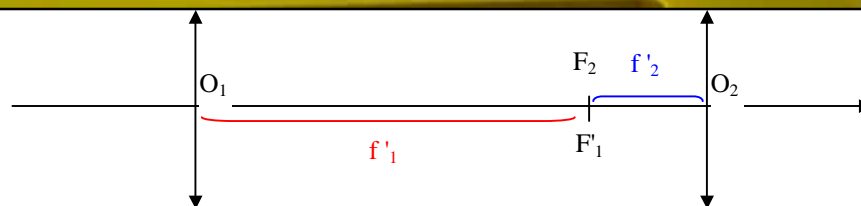


Objet (clocheton) vu à l'œil nu



Objet (clocheton) vu à travers la lunette

- c) Mesure de la distance entre l'objectif et l'oculaire: $O_1O_2 = 39 \text{ cm}$



Comme le montre le schéma ci-dessus, dans le cas d'une **lunette afocale**: $O_1O_2 = f'_1 + f'_2$.

- d) Or $f'_1 + f'_2 = 38 \text{ cm}$ et on a mesuré $O_1O_2 = 39 \text{ cm}$. On constate qu'à 3 % près on a bien la relation $O_1O_2 = f'_1 + f'_2$. La lunette astronomique est donc **afocale**.

2) Image intermédiaire

a) L'image intermédiaire observée est **renversée** par rapport à l'objet **et plus petite**.



Objet (clocheton) vu à l'œil nu

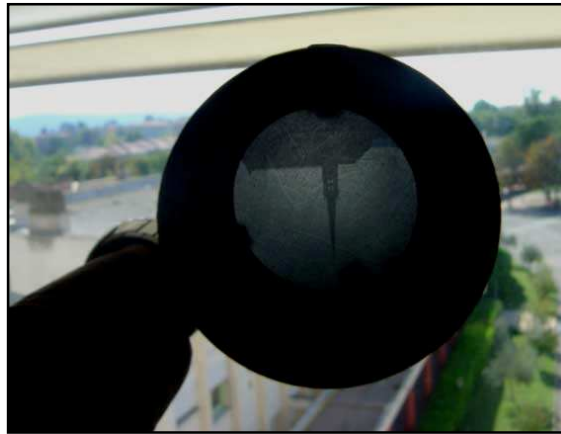


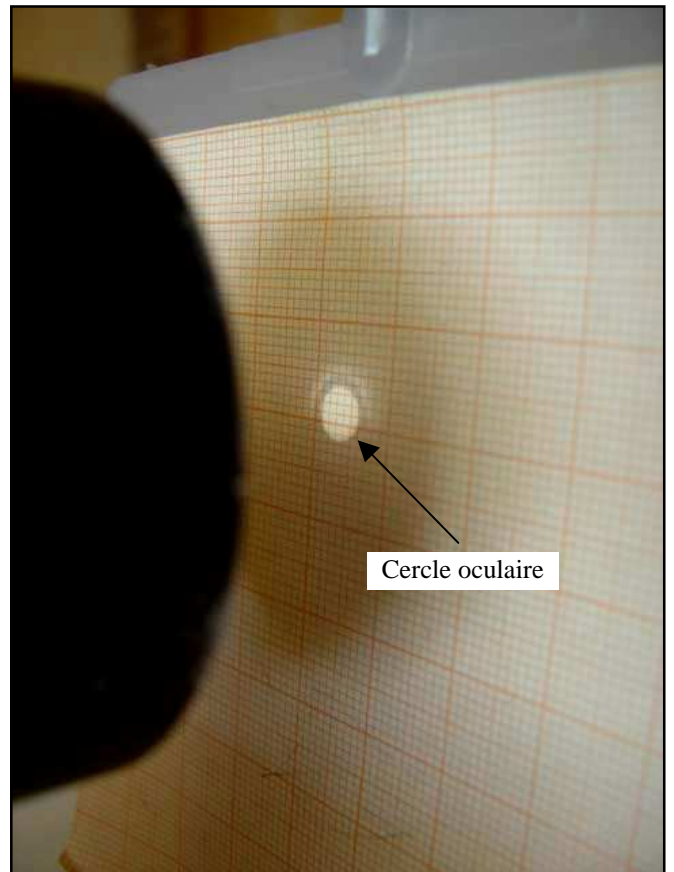
Image du clocheton sur le dépoli

b) Mesure de la distance entre l'objectif et le dépoli: 33 cm. Cette distance est égale à $f'_1 = 33$ cm. .

3) Cercle oculaire



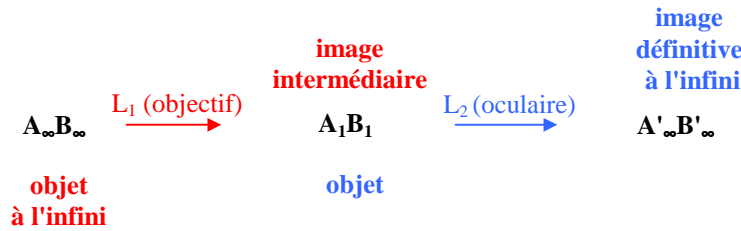
- position du cercle oculaire par rapport à l'oculaire: $\approx 5,8$ cm.
diamètre du cercle oculaire: $\approx 0,6$ cm



III. ETUDE GRAPHIQUE D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE AFOCALE

1) Construction des images

• Schématiquement, la correspondance entre objet et image pour l'objectif et l'oculaire dans le cas d'une **lunette afocale** est:



a) L'objet est situé à l'infini, donc les rayons lumineux issus d'un point de l'objet sont parallèles entre eux.

b) L'image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif, quand on vise un objet à l'infini, est située dans le **plan focal image de l'objectif**.

• On schématise la situation expérimentale précédente à l'échelle $\frac{1}{2}$ sur l'axe horizontal et à l'échelle 1 verticalement.

c) Schéma complété. Avec l'échelle $\frac{1}{2}$, le foyer image F'_1 de l'oculaire est situé à 16,5 cm de O_1 .

L'objet étant situé à l'infini, les rayons issus de B_{∞} sont parallèles entre eux et l'image intermédiaire A_1B_1 se forme dans le plan focal image de l'objectif.

On trace (en rouge) un rayon parallèle au rayon représenté issu du point B_{∞} et passant par O_1 . Ce rayon n'est pas dévié et permet de déterminer la position du point B_1 et donc l'image A_1B_1 car A_1 est confondu avec F'_1 . On peut ensuite compléter le tracé du premier rayon issu de B_{∞} .

d) L'image finale donnée par une lunette astronomique **afocale** est située **à l'infini** car l'image intermédiaire A_1B_1 est placée dans le **plan focal objet de l'oculaire**.

Le point F_2 est donc confondu avec le point F'_1 .

e) On a:
$$\overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F_2O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{O_2F_2} = f'_1 + f_2.$$

f) Mise en place de l'oculaire avec ses foyers et construction de l'image définitive $A'_{\infty}B'_{\infty}$.

Un rayon issu de B_1 et parallèle à l'axe optique (en bleu), émerge de l'oculaire en passant par le foyer image F'_2 . On complète le tracé des rayons noir et rouge.

g) Le pôle Nord de la Lune, lorsqu'on la regarde à travers une lunette astronomique, est situé "en bas" car l'image définitive est renversée par rapport à l'objet.

h) Pour observer une image définitive droite, il faut ajouter une lentille convergente après l'oculaire de la lunette astronomique (cas des longues vues terrestres).

2) Grossissement

a) Angles θ et θ' sur le schéma.

b) Pour une lunette astronomique **afocale**:

$$\tan\theta \approx \theta = \frac{A_1B_1}{f'_1} \qquad \tan\theta' \approx \theta' = \frac{A_1B_1}{f_2}$$

donc:
$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{A_1B_1}{f_2} \times \frac{f'_1}{A_1B_1} = \frac{f'_1}{f_2} \quad \boxed{G = \frac{f'_1}{f_2}}$$

c) Calcul du grossissement:
$$G = \frac{f'_1}{f_2} = \frac{33}{5,0} = 6,6$$

3) Cercle oculaire

a) Si C est le centre du cercle oculaire alors on mesure: $O_2C = 2,9$ cm soit en tenant compte de l'échelle, $O_2C = 2 \times 2,9 = 5,8$ cm

Rmq: le diamètre du cercle oculaire est **6 mm**.

b) Calcul de la position et de la taille du cercle oculaire: $\overline{O_2C}$:

Relation de conjugaison: $\frac{1}{\overline{O_2C}} = \frac{1}{\overline{O_2O_1}} + \frac{1}{f'_2}$ \Leftrightarrow $\overline{O_1C} = \frac{\overline{O_2O_1} \times f'_2}{f'_2 + \overline{O_2O_1}}$ avec $\overline{O_2O_1} = -38$ cm et $f'_2 = 5,0$ cm

$$\overline{O_2C_1} = \frac{-38 \times 5,0}{5,0 - 38,0} = \mathbf{5,8 \text{ cm}}$$

• calcul du diamètre du cercle oculaire, noté d_{co} :

soit d le diamètre du diaphragme sur l'oculaire alors le théorème de Thalès donne: $\frac{d_{co}}{d} = \frac{F'_2C}{F'_2O_2}$

donc: $d_{co} = \frac{F'_2C}{F'_2O_2} \times d \Leftrightarrow \mathbf{d_{co} = \frac{0,8 \times 4,0}{5,0} = 0,64 \text{ cm} \approx \mathbf{6 \text{ mm}}}$.

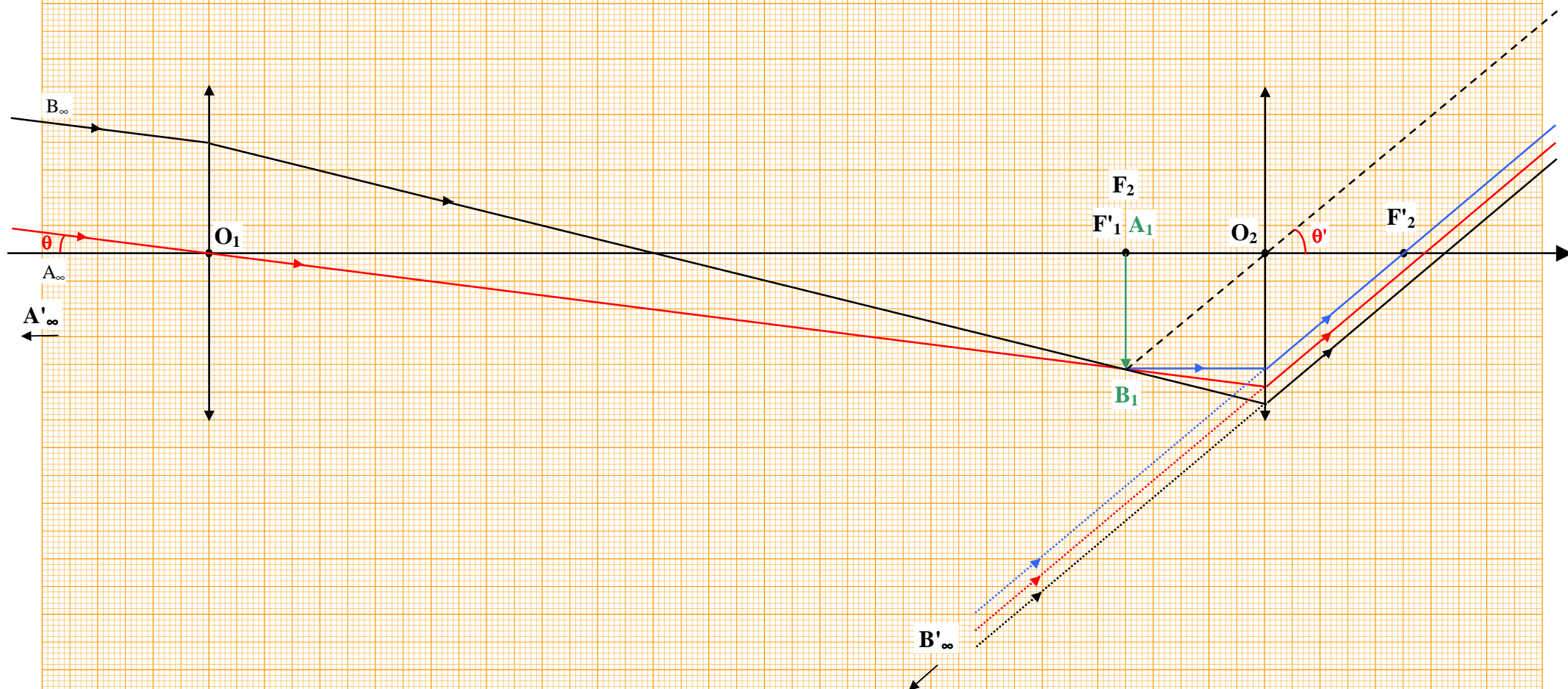
On vérifie bien la concordance avec les valeurs expérimentales et graphiques.

c) Le faisceau lumineux émergent de l'oculaire de la lunette se concentre en un petit disque lumineux: **le cercle oculaire**.

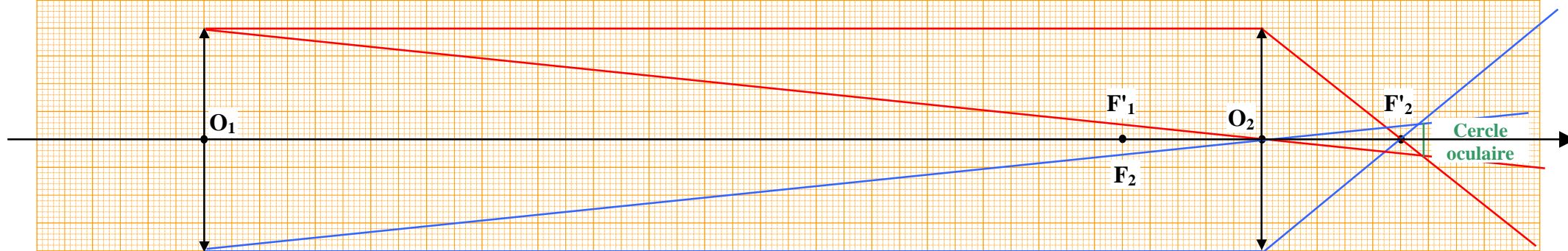
Le cercle oculaire correspond à **la section la plus petite du faisceau lumineux émergent**.

Le diamètre de la pupille de l'observateur est généralement supérieur au diamètre du cercle oculaire: en plaçant son œil au niveau du cercle oculaire l'observateur reçoit alors **un maximum de lumière**.

Construction des images



Cercle oculaire



Trajet d'un faisceau lumineux

