

LES LUNETTES D'OBSERVATION

11 janvier 2016

I Description

Les lunettes d'observations sont des systèmes optiques permettant d'observer des objets éloignés voir très éloignés comme les astres.



Tous ces instruments sont composés d'un objectif et d'un oculaire.

On distingue trois grands types de lunettes :

- **Les lunettes astronomiques** : constituées d'un objectif convergent et d'un oculaire convergent (en général constitué d'un doublet de lentille). Comme son nom l'indique elle permet l'observation des astres que l'on considèrera à l'infini.
- **Les lunettes de Galilée** : elles remplissent la même fonction mais l'oculaire est divergent.
- **Les lunettes d'observation** : sont les "longue-vues" pour observer des objets éloignés mais à distances finies. Elle sont munies d'un redresseur d'images (une lentille ou un doublet). L'oculaire comme l'objectif sont convergents.

II Principe des lunettes

Au contraire du microscope l'objectif d'une lunette astronomique à une distance focale très grande. Il fournit de l'objet à l'infini une image en son foyer principal image d'autant plus grande que sa distance focale est importante.

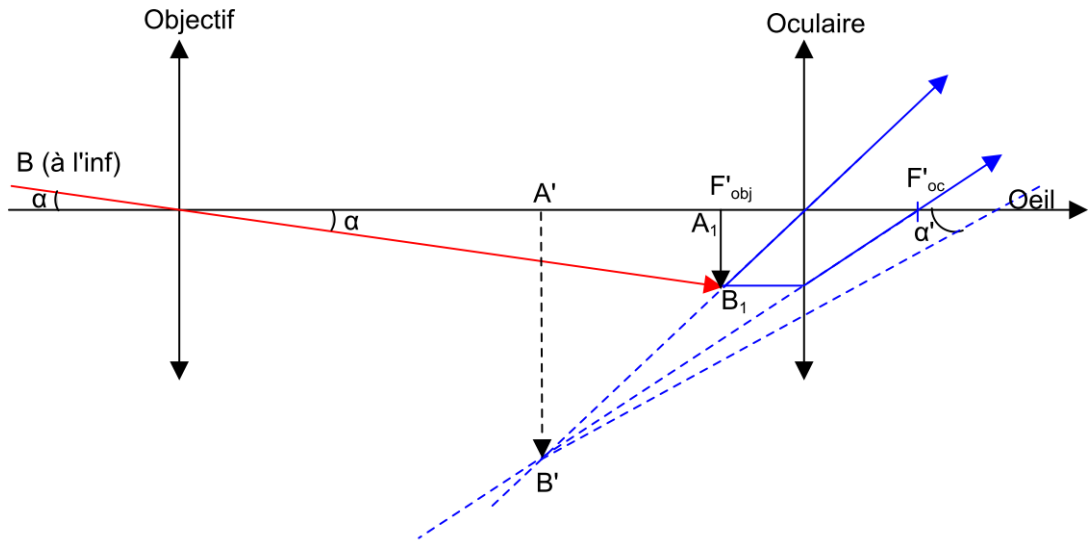


FIGURE 1 – principe d'un lunette astronomique

On appelle angle apparent l'angle sous lequel un objet est observé. Les lunettes sont caractérisées par un grossissement angulaire.

- α est l'angle sous lequel est vu l'objet à l'oeil nu.
- α' est l'angle sous lequel est vu l'image à travers de la lunette

L'objet étant à l'infini on considère que les rayons issus de B arrivent parallèles inclinés de l'angle α . Le grossissement angulaire est dans ce cas :

$$G = \gamma_\alpha = \frac{\alpha'}{\alpha} \quad (1)$$

Pour une vision confortable les lunettes sont en général afocales. C'est à dire $F_{oc} = F'_{obj}$. L'image formée est donc elle aussi à l'infini mais vu sous un angle plus important.

A partir de la figure 3, on peut écrire les relations suivantes :

$$\begin{aligned} \tan(\alpha) &= \frac{A_1 B_1}{f'_{obj}} \\ \tan(\alpha') &= \frac{A_1 B_1}{f_{oc}} \\ \tan(\alpha) &\simeq \alpha \\ \tan(\alpha') &\simeq \alpha' \\ \frac{\alpha'}{\alpha} &= \frac{f'_{obj}}{f_{oc}} \end{aligned}$$

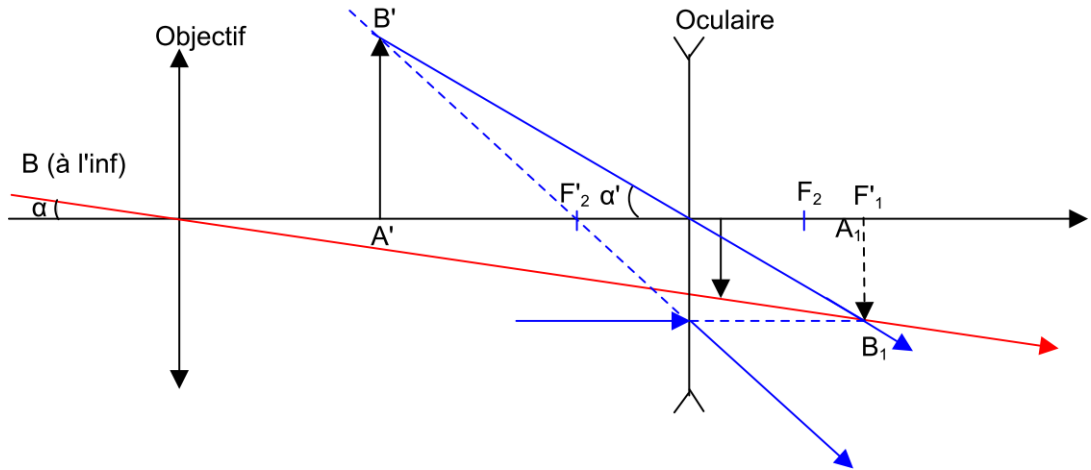


FIGURE 2 – principe d'un lunette de Galilée

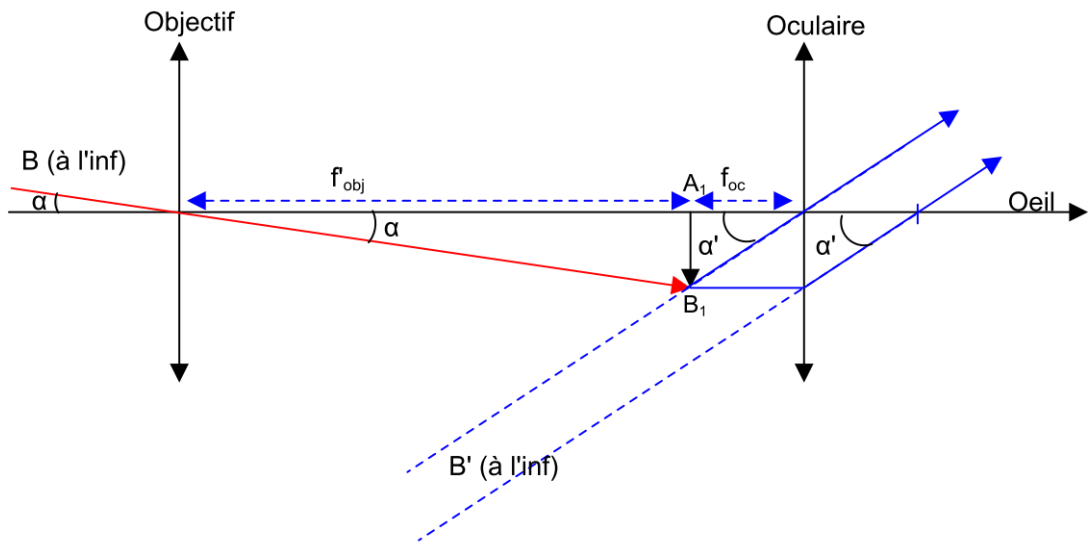


FIGURE 3 – Grossissement angulaire pour une lunette astronomique afocale

Dans le cas d'une lunette afocale on peut alors écrire la relation suivante :

$$\gamma_\alpha = -\frac{f'_{obj}}{f'_{oc}} \quad (2)$$

1 Sens des images

- Dans le cas de la lunette astronomique $f'_{oc} > 0$ donc $\gamma_\alpha < 0$ on voit donc à l'envers
- Dans le cas de la lunette de Galilée $f'_{oc} < 0$ donc $\gamma_\alpha > 0$ on voit donc à l'endroit.

2 Champs et pupilles

Le diaphragme d'ouverture est en général la monture de l'objectif : c'est donc également la pupille d'entrée.

La pupille de sortie (ou cercle oculaire) est donc le conjugué de D_o à travers l'instrument.

Dans le cas d'une lunette afocale Pour déterminer le diamètre du cercle oculaire on peut raisonner à partir de la figure 4. Le diamètre du cercle oculaire est égal à A_0B_0 .

On peut établir la relation de Thalès suivante :

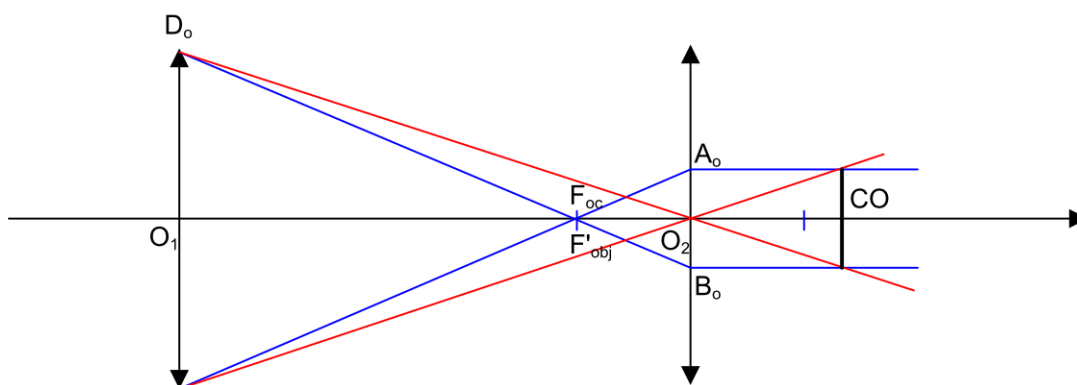


FIGURE 4 – Détermination graphique du cercle oculaire

$$\frac{\phi_{D_o}}{O_1 F'_{obj}} = \frac{A_0 B_0}{F'_{oc} O_2}$$

$$A_0 B_0 = \phi_{D_o} \times \frac{F'_{oc} O_2}{O_1 F'_{obj}}$$

On obtient finalement :

$$\phi_{CO} = \phi_{D_o} \times \frac{f'_{oc}}{f'_{obj}} = \frac{\phi_{D_o}}{\gamma_\alpha} \quad (3)$$

III Les lunettes terrestres

La présence du redresseur complique la chaîne d'image. On choisit ici :

$AB \xrightarrow{\text{Objectif}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{Redresseur}} A_2B_2 \xrightarrow{\text{Oculaire}} A'B'$

Le diamètre apparent de l'objet reste α .

- L'objet est suffisamment éloigné pour que son image se forme en F'_{obj} . la taille de A_1B_1 est $A_1B_1 = \tan(\alpha) \times f'_{obj}$.
- Pour un emmétrope qui observe sans accommodation, l'image A_2B_2 se forme en F_{oc} . Dans tout les cas la puissance de l'oculaire est $P_{oc} = \frac{\alpha'}{A_2B_2}$
- Le grossissement de la lunette reste $\gamma_\alpha = \frac{\alpha}{\alpha'}$
- Si la lunette est afocale on peut utiliser la relation suivante :

$$\gamma_\alpha = -\frac{f'_{obj}}{f'_{oc}} \times \gamma_{t_{redresseur}}$$