

# Lunette astronomique afocale

## Description d'une lunette astronomique afocale.

Une lunette astronomique afocale donne, d'un objet à l'infini, une image à l'infini. Elle est constituée de deux lentilles convergentes :

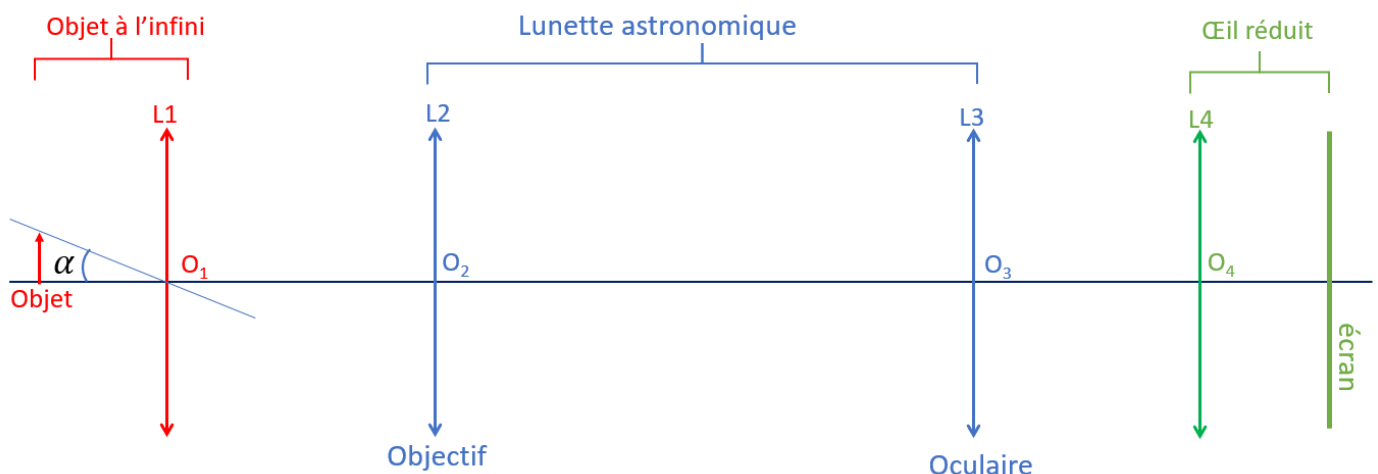
- L'une, placée du côté de l'objet observé est appelée l'objectif
- L'autre, placée du côté de l'œil, est appelée l'oculaire.

Pour que la lunette soit afocale, il faut que le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire soient confondus.

Le grossissement  $G$  de ce type de lunette se calcule grâce à la relation :  $G = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}}$ , il faut bien sûr que  $G$  soit plus grand que 1

Lentille	rôle	Focale mm
L1	Collimateur	125
L2	Objectif ou oculaire	100 ou 500
L3	Objectif ou oculaire	100 ou 500
L4	Œil réduit	300

## Dispositif expérimental



L'objet à l'infini sera modélisé au moyen de la lentille  $L_1$  et de l'objet réel qui est à votre disposition (lettre, petit carré d'un grillage etc...)

L'œil réduit sera modélisé au moyen d'une lentille convergente  $L_4$  de centre optique  $O_4$  et d'un écran  $E$  positionné de telle sorte que lorsque cet œil regarde à l'infini, (c'est-à-dire lorsqu'il reçoit des rayons lumineux venant d'un même point parallèle entre eux), l'image se forme sur l'écran qui modélise la rétine.

## Mesure d'une distance focale $f'$ par la méthode de l'objet à l'infini

La distance focale  $f' = \overline{OF'}$  d'une lentille mince convergente peut être déterminée en mesurant la distance entre la lentille et l'écran sur lequel se forme l'image d'un objet à l'infini. L'autocollimation est une technique plus précise.

<https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/focometrie/autocollimation.php>



## I- Constitution de l'objet à l'infini à l'extrémité du banc d'optique

Placer l'objet réel (carré de 1 mm d'un grillage millimétrique) sur la lanterne s'il n'y est pas déjà.

On pose  $d=1\text{mm}$

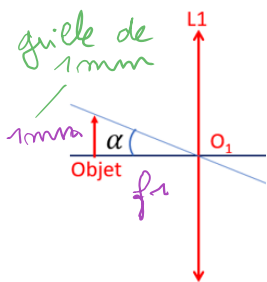
La lentille  $L_1$  est celle de focale  $f_1 = 125\text{mm}$

1- Calculer la vergence  $V_1$  de cette lentille.

$$V_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{0,125} = 8 \text{ D (dioptries)}$$

2- Placer alors celle-ci sur le banc d'optique pour constituer l'objet à l'infini.

Déterminez alors une évaluation de l'angle  $\alpha$  sous lequel est vu l'objet ainsi créé à l'infini.



$d$  est petit  $\tan(\alpha) \approx \alpha$  en rad

$$\tan(\alpha) = \frac{0,001\text{m}}{0,125} = 0,008$$

$$\text{d'où } \alpha \approx 0,008 \text{ rad}$$

## II- Mise en œuvre du dispositif expérimental

1- mesurer de façon précise les distances focales des 2 lentilles (focales 100mm et 500mm), et préciser laquelle sera l'objectif et laquelle sera l'oculaire.

On éclaire un objet et on place un miroir derrière l'objectif  
On déplace l'ensemble miroir + objectif jusqu'à obtenir  
une image nette de l'objet qui se superpose sur  
l'objet.  
On trouve par exemple 96 mm et 504 mm.

A l'aide de la description de la lunette astronomique afocale, mettre en œuvre le montage constitué de l'objet à l'infini, de la lunette astronomique et de l'œil réduit. Préciser la distance à laquelle il faut mettre l'oculaire de l'objectif, c'est-à-dire  $O_2O_3$ .

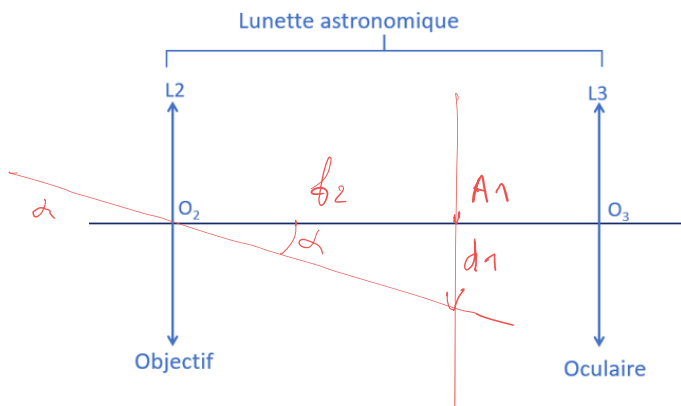
La lunette afocale doit à partir d'un objet à l' $\infty$   
créer une image à l' $\infty$ .

l'image intermédiaire se trouve dans le plan focal image de l'objectif c'est à dire à 500 mm. Elle doit se trouver aussi dans le plan focal objet de l'oculaire c'est à dire à 100 mm.

$$O_2O_3 = 500 + 100 = 600 \text{ mm} = 0,6 \text{ m}$$

## 2- Image intermédiaire $A_1B_1$ donnée par l'objectif.

- a- Avec un autre écran, une feuille de papier par exemple, chercher la place de l'image intermédiaire  $A_1B_1$  donnée par l'objectif. Mesurer alors sa position par rapport à l'objectif :  $\overline{O_2A_1}$  ainsi que sa taille  $d_1$ .
- b- En déduire une mesure de l'angle  $\alpha$



$$f_2 = 505 \text{ mm}$$

$$d_1 = \frac{80}{20} = 4 \text{ mm}$$

Pour plus de précision j'ai mesuré 80 mm pour 20 carreaux de la grille (1 mm)

$$\tan(\alpha) \approx \alpha = \frac{d_1}{f_2} = \frac{4}{505} = 0,0079 \text{ rad}$$

Résultat en cohérence avec le résultat précédent.

- c- Justifier que la distance  $\overline{O_2A_1}$  que vous venez de mesurer est conforme à ce que l'on attendait dans le cadre d'une lunette afocale.

l'objet étant à l'infini l'image  $A_1B_1$  doit se former dans le plan focal image de l'objectif c'est à dire à 500 mm ou 505 mm approximativement.

## III- Constitution de l'œil réduit

1- On dispose d'une lentille convergente  $L_4$  de distance focale  $f'_4 = \overline{O_4F'_4} = 30 \text{ cm}$  et de centre optique  $O_4$ .

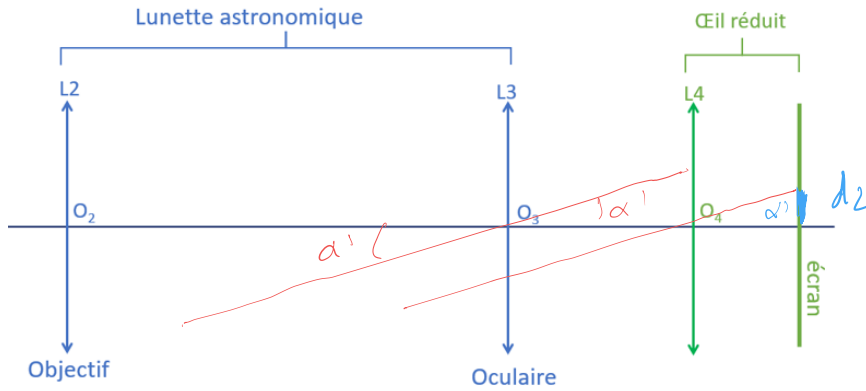
On veut que l'image de l'objet, modélisé à l'infini, donnée par la lentille  $L_4$  soit nette sur l'écran. À l'aide de la relation de conjugaison, indiquer quelle doit être pour cela la position  $\overline{O_4E}$  de l'écran.

L'écran doit se trouver dans le plan focal image de la lentille  $L_4$  c'est à dire en  $F'_4$

$$\text{donc } \overline{O_4E} = \overline{O_4F'_4} = 30 \text{ cm}$$

2- Mettre en œuvre le montage de l'œil réduit derrière la lunette à l'aide de la lentille L<sub>4</sub> et de l'écran. Vérifier qu'il donne bien de l'objet à l'infini une image nette, sinon, ajuster le réglage en déplaçant un peu la lentille L<sub>4</sub>. Avant de défaire le montage mesurer la taille d<sub>2</sub> de l'image sur l'écran de l'œil réduit placé derrière l'oculaire.

3- En déduire l'angle α' (voir schéma annexe 2)



Pour la mesure de d<sub>2</sub>,  
j'ai pris 6 carreaux soit  
 $\frac{75 \text{ mm}}{6} = 12,5 \text{ mm}$

$$\tan(\alpha') = \alpha'$$

$$\alpha' \approx \frac{d_2}{f_4} = \frac{12,5}{300}$$

$$\alpha' \approx 0,042 \text{ rad}$$

#### IV- Calcul du grossissement

1- Le grossissement est le rapport des diamètres apparents :  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

A partir de vos mesures, calculer le grossissement.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{0,042}{0,079} = 5,3$$

2- le résultat obtenu est-il cohérent avec celui obtenu par la relation  $G = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}}$

$$G = \frac{504}{96} = 5,2$$

$$\text{ou } \frac{500}{100} \approx 5$$

3- Comment peut-on justifier un éventuel écart entre les 2 valeurs approchées du grossissement G ?

les écarts sont dus à la résultante de toutes les incertitudes ;  
 focales annoncées  
 focales mesurées  
 défauts d'alignement  
 estimation de la netteté.

### Annexe 1

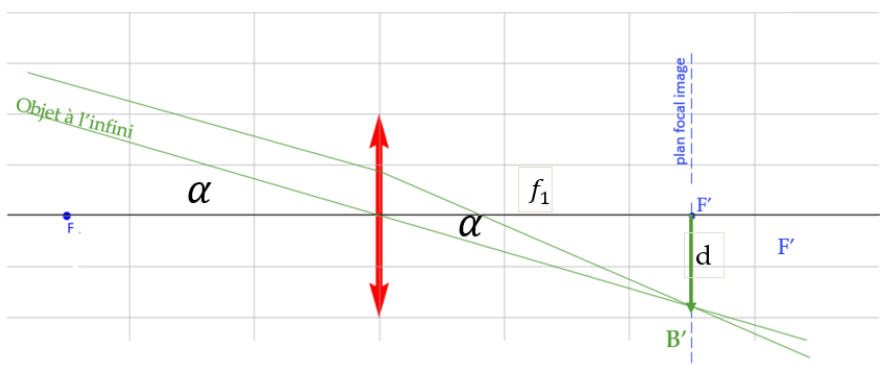
**Pour mesurer l'angle  $\alpha$  sous lequel on voit un objet à l'infini:**

Il suffit d'utiliser une lentille dont on connaît la distance focale  $f_1$  puis mesurer la taille de l'image dans le plan focal image de la lentille.

$$\tan(\alpha) = \frac{d}{f_1}$$

Si  $\alpha$  est petit ce qui est toujours le cas

$$\alpha = \frac{d}{f_1}$$



### Annexe 2 :

Schéma de principe (les noms des lentilles ne correspondent pas à celles du TP)

**Attention : il faut comprendre le tracé et savoir le refaire à partir des deux premiers rayons**

