

Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Ondes et signaux	M.KUNST-MEDICA	
<u>Chapitre 5 : La lunette astronomique</u>		Cours livre p 390 à 392	

Objectifs et trame du chapitre (6 séances)

I. Principe de la lunette astronomique

II. Construction du faisceau traversant une lunette afocale

III. Grossissement d'une lunette afocale

Activité expérimentale n°5.1 : Modélisation d'une lunette (2 séances)

Capacités visées :

- Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes ; identifier l'objectif et l'oculaire.
- Représenter le faisceau émergent issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant une lunette afocale.
- Établir l'expression du grossissement d'une lunette afocale.
- Exploiter les données caractéristiques d'une lunette commerciale.
- Réaliser une maquette de lunette astronomique ou utiliser une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement.
- Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran.

Bilan et correction d'exercices (2 séances)

Synthèse des activités :

Vidéo cours Stella : Lunette astronomique

https://www.youtube.com/watch?v=_WYMU7UQFmQ



Vidéo cours @profs : Lunette astronomique

<https://www.youtube.com/watch?v=uXC3NC02b6E>



Vidéo : Construction du faisceau (Hachette éducation)

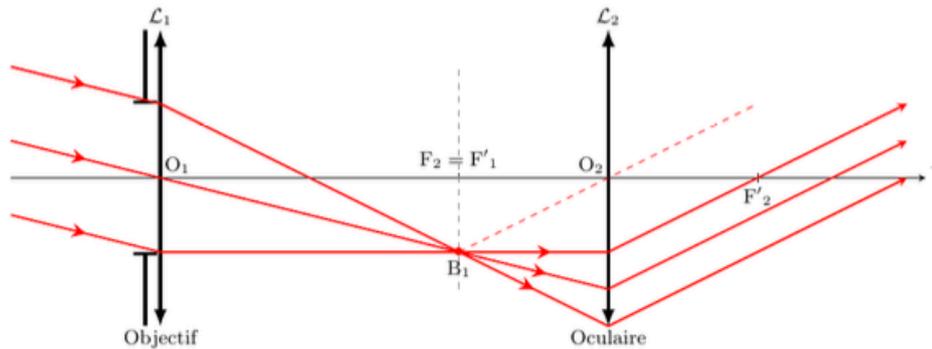
https://youtu.be/Iql_LDBbO10



I. Principe de la lunette astronomique

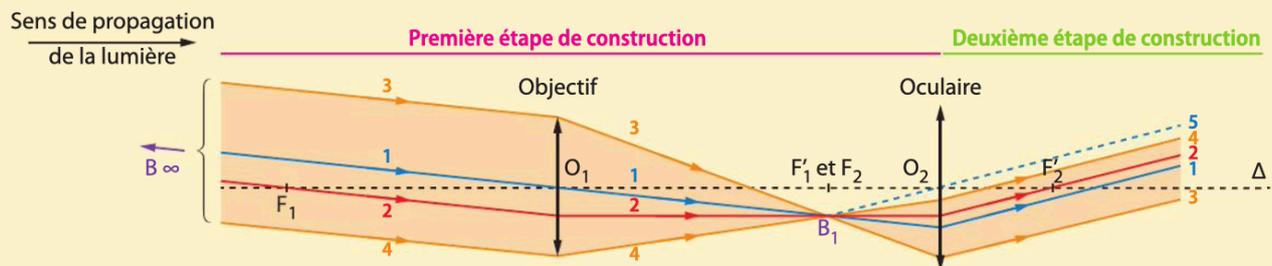
Dans son principe, la lunette est constituée de deux parties :

- Un objectif dont le rôle est de ramener l'image d'un astre sur Terre. L'objectif est une lentille convergente de grande focale qui projette l'astre dans son plan focal.
- Un oculaire qui joue le rôle d'une loupe. L'oculaire permet de grossir l'image que donne l'objectif.



La lunette donne donc d'un objet considéré à l'infini, une image virtuelle à l'infini. Le système ne présente donc pas de foyer (ses foyers sont à l'infini) : on dit que la lunette est afocale. Pour qu'il en soit ainsi, il suffit de placer le foyer image de l'objectif dans le plan focal objet de l'oculaire. L'encombrement d'une lunette vaut donc $\ell = f_1 + f_2$

II. Construction du faisceau traversant une lunette afocale



1^{re} étape – Faisceau émergent de l'objectif

- Tracer :
 - le rayon (1) issu de B passant par O_1 , non dévié ;
 - le rayon (2) issu de B passant par le foyer F_1 qui émerge de l'objectif parallèlement à l'axe optique ;
 - le point B_1 , image du point B, situé à l'intersection des rayons (1) et (2) ;
 - les rayons (3) et (4) issus de B et s'appuyant sur la monture de l'objectif. Ils passent par B_1 .
- Poursuivre tous les rayons jusqu'à l'oculaire.

2^e étape – Faisceau émergent de l'oculaire

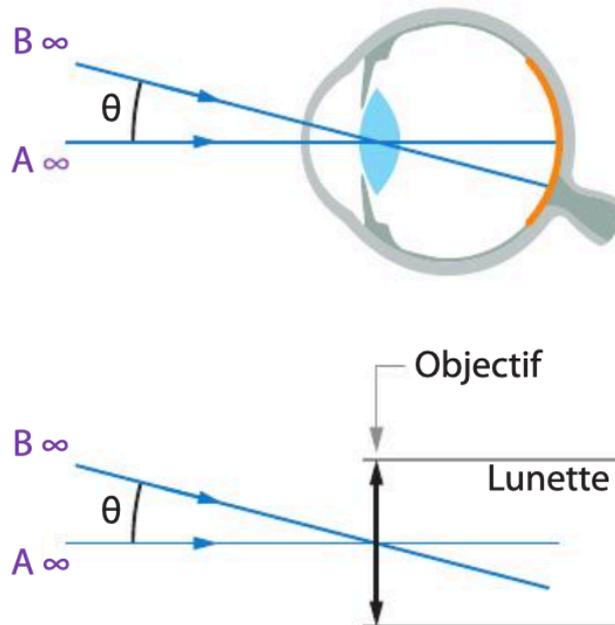
- Tracer le rayon (5) issu de B_1 passant par O_2 , non dévié.
- Prolonger :
 - le rayon (2) émergent de l'oculaire qui coupe l'axe optique au foyer F'_2 ;
 - les rayons (3) et (4) émergent de l'oculaire qui sont parallèles aux rayons (2) et (5).
- Colorer le faisceau délimité par les rayons (3) et (4) s'appuyant sur les bords de la monture de l'objectif.

Le faisceau incident de rayons parallèles émerge de la lunette en un faisceau de rayons parallèles, ce qui caractérise un système **afocal**.

III. Grossissement d'une lunette afocale

- Le grossissement d'une lunette est une grandeur sans unité liée aux angles sous lesquels on observe l'objet à l'œil nu et son image à travers l'instrument.
- L'objet AB est vu à l'œil nu sous l'angle θ (schéma B) et l'image A'B' est vue à travers la lunette sous l'angle θ' (schéma ci-dessous).

B Observation d'un objet situé à l'infini



> L'objet AB étant situé à l'infini, il est vu sous le même angle θ à l'œil nu ou par l'objectif de la lunette.

INFO

Angle (rad)	Tangente
0	0
0,10	0,10
0,20	0,20
0,30	0,31
0,40	0,42
0,50	0,55

> La tangente d'un angle est environ égale à cet angle exprimé en radian lorsqu'il est petit ($< 0,30$ rad).

C Lunette commerciale (70/700)



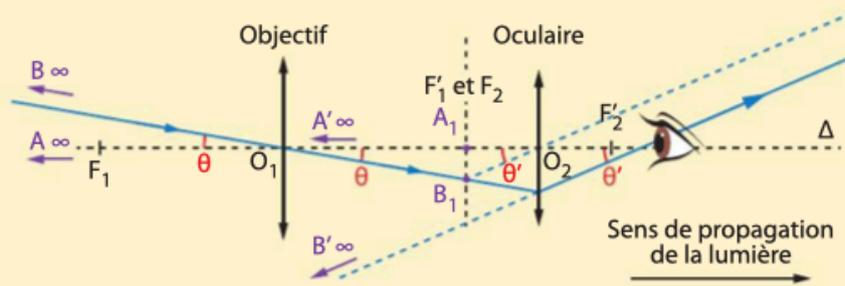
> L'objectif de cette lunette a un diamètre de 70 mm et une distance focale de 700 mm. Cette lunette est livrée avec deux oculaires, de distance focale 25 mm et 40 mm.

- Le **grossissement G** d'une lunette est défini par :

$$G \text{ sans unité} \rightarrow G = \frac{\theta'}{\theta}$$

θ' et θ exprimés dans la même unité d'angle

- Établissons l'expression du grossissement d'une lunette afocale.



Le point A_1 image du point A donnée par l'objectif est confondu avec le foyer image F_1' de l'objectif et avec le foyer objet F_2 de l'oculaire. L'image A_1B_1 de l'objet AB est perpendiculaire à l'axe optique.

Dans le triangle $O_1F_1'B_1$ rectangle en F_1' : $\tan \theta = \frac{F_1'B_1}{O_1F_1'}$.

Dans le triangle $O_2F_2B_1$ rectangle en F_2 : $\tan \theta' = \frac{F_2B_1}{O_2F_2}$.

Les angles θ et θ' sont petits. S'ils sont exprimés en radian, on peut considérer que $\theta = \tan \theta$ et $\theta' = \tan \theta'$ (**INFO**).

$$\text{D'où } G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\tan \theta'}{\tan \theta} = \frac{\frac{F_2B_1}{O_2F_2}}{\frac{F_1'B_1}{O_1F_1'}} = \frac{O_1F_1'}{O_2F_2} \text{ car } F_1'B_1 = F_2B_1.$$

O_1F_1' est la distance focale f_1' de la lentille objectif et O_2F_2 est la distance focale f_2' de la lentille oculaire.

Le **grossissement d'une lunette afocale** s'écrit donc :

$$G \text{ sans unité} \rightarrow G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

f_1' et f_2' exprimées dans la même unité de longueur

- Pour que $G > 1$, il faut que $f_1' > f_2'$.

- Une lunette afocale donne d'un objet AB à l'infini une image $A'B'$ à l'infini. Cette image $A'B'$ à l'infini devient l'objet pour l'œil qui peut l'observer sans accommoder. L'œil ne fatigue pas.

- Une lunette astronomique est caractérisée par deux nombres :

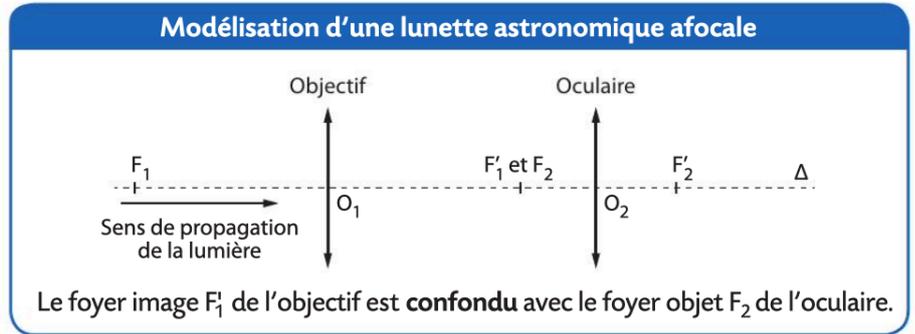
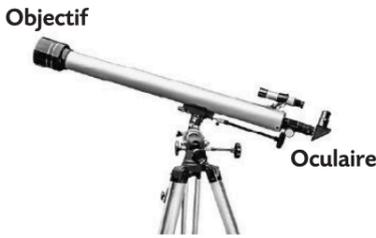
- le **diamètre** de son objectif exprimé en millimètre ;
- la **distance focale de son objectif** exprimée en millimètre.

On donne également la **distance focale des oculaires** vendus avec la lunette (photographie **C**).

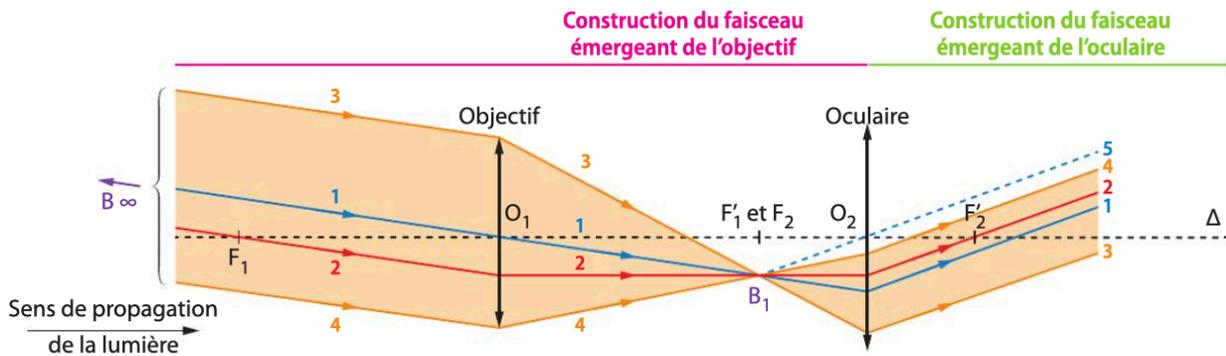
Les caractéristiques d'une lunette permettent notamment de calculer son **grossissement** dans le cas d'une utilisation en tant que lunette afocale.

L'essentiel

La lunette astronomique



La construction du faisceau traversant une lunette afocale



Système afocal :
Le faisceau qui est **parallèle à l'entrée** de la lunette (objectif) émerge **parallèle à la sortie** de la lunette (oculaire).

Le grossissement d'une lunette afocale

Grossissement G :

$$G = \frac{\theta'}{\theta}$$

Avec θ et θ' petits :

$$\theta = \tan \theta = \frac{F_1 B_1}{O_1 F_1}$$

$$\theta' = \tan \theta' = \frac{F_1 B_1}{O_2 F_2}$$

$$O_1 F_1 = f_1 \text{ et } O_2 F_2 = f_2$$

Conclusion : $G = \frac{f_1}{f_2}$

Une lunette astronomique commerciale est caractérisée par deux nombres exprimés en millimètre :

- le **diamètre de son objectif** ;
- la **distance focale de son objectif**.

Il faut donc aussi connaître la distance focale de l'oculaire pour calculer le grossissement d'une lunette afocale.