



Thème I. Ondes et signaux (Optique)

TP n°21 Lunette astronomique

Vendredi 3 mai 2024

Compétences exigibles du programme :

- ✓ Modéliser expérimentalement à l'aide de plusieurs lentilles un dispositif optique d'utilisation courante.
- ✓ Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales, et choisir leur focale de façon raisonnée.
- ✓ Éclairer un objet de manière adaptée.
- ✓ Optimiser la qualité d'une image (alignement, limitation des aberrations...).

Matériel :

- source de lumière et un objet (lettre F) ;
- banc d'optique ;
- écran ;
- lentilles minces convergentes et divergente : $2\times+200$ (ou $+300$ et $+200$), $+100$, $+50$, -100 .

Une lunette est destinée à l'observation, à l'œil, d'objets lointains. C'est un instrument optique visant à augmenter la « taille apparente » et la luminosité des objets lors de leur observation.

La lunette donne une image finale à l'infini que l'œil emmétrope peut observer sans accommoder. On utilise une structure en deux parties :

- Un **objectif** (lentille convergente) donnant de l'objet AB une image intermédiaire A_1B_1 .
- Un **oculaire** (lentille convergente ou divergente) donnant de l'objet A_1B_1 une image finale $A'B'$ à l'infini.

On modélisera cette structure {objectif - oculaire} par une association de deux lentilles minces $\{\mathcal{L}_1 - \mathcal{L}_2\}$. Bien qu'une « vraie » lunette corresponde à une association plus complexe de systèmes optiques (par ex. l'objectif et l'oculaire sont composés de plusieurs lentilles minces), cette modélisation nous permettra de mettre en évidence le fonctionnement et les principales caractéristiques d'une lunette.

Afin d'obtenir un système afocal qui donne d'un objet situé à l'infini une image à l'infini, le foyer principal image de l'objectif \mathcal{L}_1 doit être confondu avec le foyer principal objet de l'oculaire \mathcal{L}_2 .

I Travail préparatoire

AVANT la séance de TP, merci de :

- Relire le chapitre 2 d'optique géométrique sur les lentilles, en insistant sur les définitions de foyers objet/image, plans focaux objet/image, et le modèle de l'œil.
- Relire l'exercice n°7 du TD2 sur la lunette de Galilée.
- Relire dans le DS n°1 l'exercice 2, questions Q9, Q10, Q11 et Q12.
- Relire le TP n°2 « Focométrie », la partie concernant la méthode d'autocollimation.
- Lire la totalité de l'énoncé, et répondre aux questions précédées d'un astérisque *.
- Aller voir :

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/lunette_astro.php
http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/lunette_gal.php

II Objet à l'infini

Nous n'avons pas d'objet à l'infini facilement exploitable, il faut commencer par en « créer » un.

Protocole

- Q1. * Décrire le protocole à suivre pour réaliser un objet à l'infini.

Expérience

- ☞ Mettre en œuvre le protocole en utilisant une lentille marquée +300 (ou +200 si vous n'avez pas de +300).

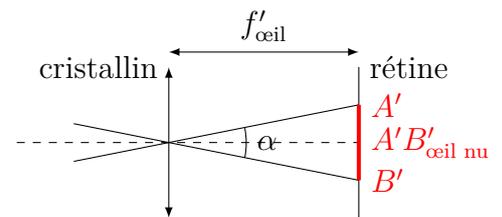
III Œil

Protocole

- Q2. * Rappeler le modèle optique de l'œil.
Q3. * Représenter le montage à réaliser en utilisant une lentille +100. On précisera notamment les distances séparant les différents éléments.

Expérience

- ☞ Mettre en œuvre le protocole.
L'image de l'objet à l'infini est-elle nette sur « la rétine » ?
☞ Mesurer la taille de l'image sur la rétine.
En déduire l'angle α sous lequel l'objet est vu à l'œil nu.



Mesures et incertitudes

- Q4. Noter vos mesures.
Q5. Quelles sont les sources d'incertitudes sur vos mesures ? Les évaluer.

IV Lunette astronomique

Le grossissement de la lunette astronomique est défini par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$, avec α l'angle sous lequel l'objet est vu à l'œil nu et α' l'angle sous lequel l'image est vue à travers la lunette. On montre que le grossissement de la lunette astronomique s'exprime en fonction des distances focales des deux lentilles : $G = \left| \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}} \right|$.

Protocole

- Q6. * Parmi les trois lentilles restantes de distances focales 50 mm, 200 mm et -100 mm, choisissez une lentille pour l'objectif et une pour l'oculaire permettant d'obtenir un grossissement supérieur à 1. Si plusieurs solutions sont possibles, on pourra réaliser les deux lunettes et comparer les observations.
Q7. * Préciser la position des lentilles afin d'obtenir une lunette qui forme de l'objet situé à l'infini une image située à l'infini.

Expérience

- ☞ Réaliser la lunette astronomique proposée ci-dessus, et positionner les lentilles afin d'obtenir une image nette sur la rétine.
- ☞ Mesurer la taille de l'image sur la rétine.

Mesures

- Q8. Noter vos mesures.
En déduire l'angle α' sous lequel l'objet est vu à travers la lunette.
- Q9. En déduire le grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ et le comparer au rapport des deux distances focales.
- Q10. Quelle distance sépare les deux lentilles ?

Bilan

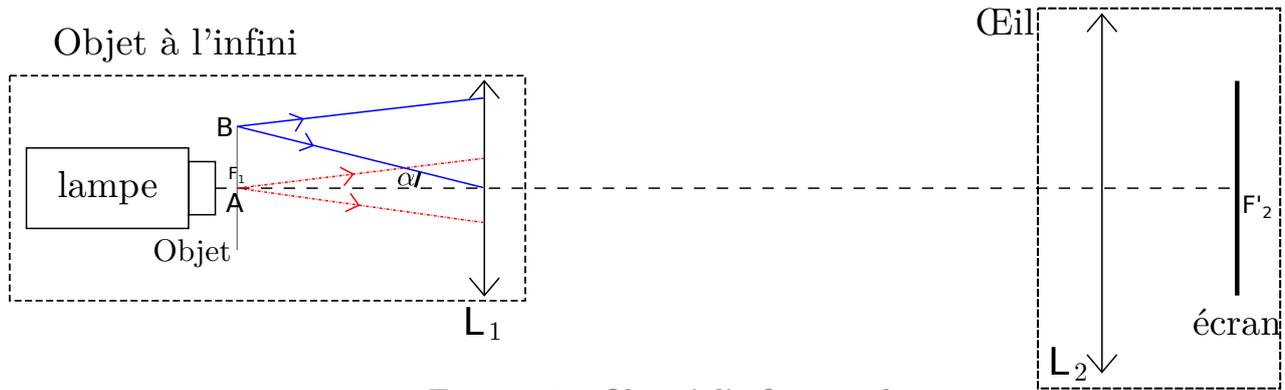


FIGURE 1 – Objet à l'infini et œil

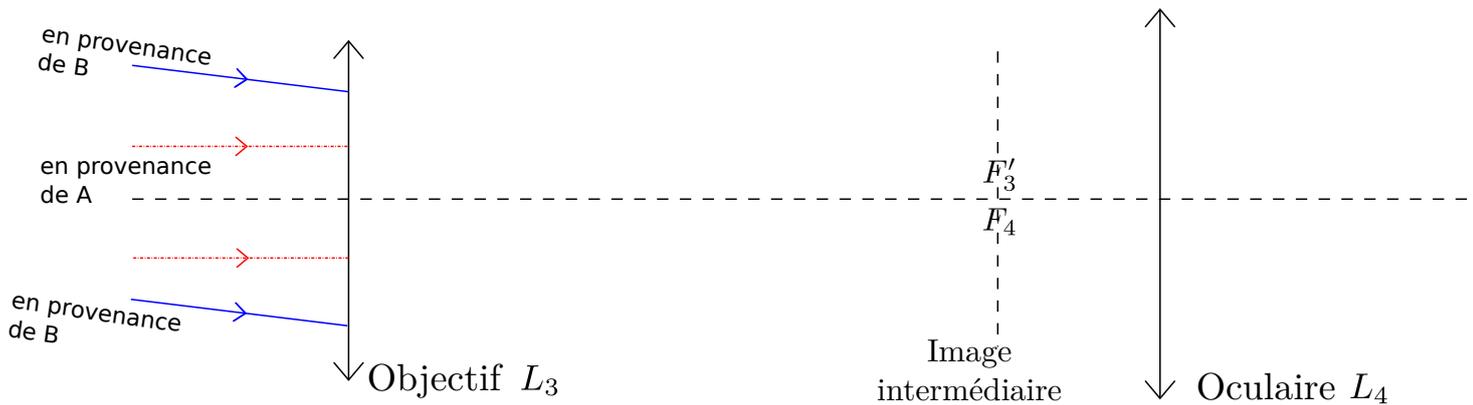


FIGURE 2 – Lunette astronomique

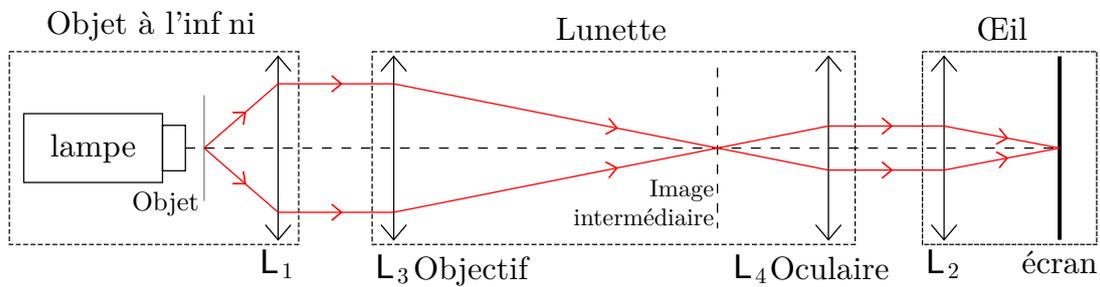


FIGURE 3 – Montage complet

Schémas issus de <http://mmelzani.fr/>

♥ Bilan du TP

- Pour créer un objet à l'infini au laboratoire, on peut utiliser un _____ et une _____.
- Pour placer l'objet dans le _____ de la lentille convergente, on utilise la méthode d'_____ qui nécessite en plus un _____.
- Un œil est modélisé par l'association d'une lentille convergente, qui modélise le _____, un écran qui modélise la _____, et un diaphragme qui modélise la _____.
- Une lunette astronomique est un système optique _____ qui donne d'un objet situé à _____ une image à _____.
- La distance entre l'objectif (nécessairement _____) et l'oculaire (convergent ou divergent) vaut : _____.