

# MP07 - INSTRUMENTS D'OPTIQUE

4 juin 2021

Deleuze Julie & Jocteur Tristan

## Niveau : Classes préparatoires

## Bibliographie

- ✦ *Optique expérimentale*, **Sextant**
- ✦ *Physique expérimentale aux concours de l'enseignement*,  
**Bellier**

## Table des matières

<b>1</b>	<b>La lunette astronomique</b>	<b>2</b>
1.1	Grossissement de la lunette astronomique . . . . .	3
1.2	Diaphragmes et pupilles . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Le microscope</b>	<b>3</b>
2.1	Puissance . . . . .	4
2.2	Limite de résolution et critère de Rayleigh . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Remarques et conseils lus dans des rapports d'autres années</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Remarques et Conseils après passage</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Questions</b>	<b>5</b>

## Introduction

### La lentille simple

Les lentilles constituent les briques de base des instruments d'optique. Dans la suite du montage, nous allons présenter deux instruments composés de deux lentilles convergentes caractérisées essentiellement par leur focale.

On propose de mesurer la focale d'une lentille par la méthode de Bessel, méthode que nous avons utilisée pour toutes les lentilles utilisées lors de ce montage.

#### Mesure de focale par la méthode de Bessel



⊖ 10 min

La méthode de Bessel consiste à placer l'objet et l'écran à une distance fixe  $L$  et de calculer la distance  $d$  entre les deux positions de la lentille pour lesquelles on a projection de l'objet sur l'écran. On a alors la relation de régression donnée par :  $L^2 - d^2 = 4fD$  qui nous permet de remonter à la focale de la lentille avec une précision meilleure qu'une simple auto-collimation.

On ajoute un point en direct sur la droite pour mesurer la focale d'une lentille utilisée dans le montage.

Même si la lentille est un instrument d'optique en soi (loupe), son utilisation est limitée et on a donc choisi de présenter des systèmes optiques un peu plus complexes : la lunette astronomique et le microscope.

## 1 La lunette astronomique

On explique au tableau le schéma de la lunette astronomique afin de la monter en direct de manière éclairée.

#### Montage de la lunette astronomique

Matériel :

- lampe QI réglable avec filtre anticalorique et dépoli
- Objet : grille avec 1 trait par mm
- lentille  $\mathcal{L}_{proj}$  de focale  $f_{proj}$
- lentille  $\mathcal{L}_1$  de focale  $f_1$
- différentes lentilles  $\mathcal{L}_2$  de focale  $f_2$
- Oeil :  $\mathcal{L}_{oeil}$  de focale  $f_{oeil}$  et un écran

Procédure :

1. Projeter l'objet à l'infini avec  $\mathcal{L}_{proj}$  par auto-collimation.
2. Régler l'oeil à partir de cette image à l'infini et solidariser l'ensemble  $\{\mathcal{L}_{oeil} + \text{écran}\}$
3. Placer  $\mathcal{L}_1$  et  $\mathcal{L}_2$  de manière à former une image nette sur la rétine.

## 1.1 Grossissement de la lunette astronomique

On écrit au tableau la formule théorique du grossissement opéré par la lunette au tableau. On explique alors comment on va mesurer le grossissement puisque qu'en pratique on ne mesure pas des angles mais un grandissement équivalent au grossissement grâce à notre utilisation de l'oeil.



### Vérification de la loi du grossissement



⊖ 10 min

Pour différentes valeurs de  $f_2$ , on mesure la taille de l'image  $A_2B_2$  sur la rétine. On trace alors  $G = \frac{A_2B_2}{AB} = f \left( \frac{1}{f_2} \right)$

Les focales  $f_2$  sont mesurées par une méthode de Bessel à 1 point et  $f_1$  est mesurées par une méthode de Bessel à 5 points.

## Incertitudes pour la méthode de Bessel

- Incertitude sur  $L = 5 \text{ mm}$
- Incertitude sur  $d = 2 \text{ mm}$

## Mesures

- $f_1 = 10,1 \pm 0,2 \text{ cm}$
- $f_2 = 19,61 \pm 0,05 \text{ cm}$
- $f_{\text{oeil}} = 29,82 \pm 0,15 \text{ cm}$
- $f_{45} = 44,82 \pm 0,14 \text{ cm}$

## 1.2 Diaphragmes et pupilles

Ce système très simple présente néanmoins quelques subtilités qu'il est nécessaire d'intégrer afin de comprendre les caractéristiques des images que l'on forme.



### Mise en évidence des diaphragmes d'ouverture et de champ

On met un diaphragme devant l'objectif, en le refermant on voit que l'intensité lumineuse de l'image diminue.

On déplace le diaphragme devant l'oculaire, en le refermant on voit que le champ visible sur l'image est diminué.

(En ajoutant une lentille convergente au niveau de l'image intermédiaire formée, on voit que l'on peut pallier à la perte de champ induite par l'ajout du diaphragme de champ.)

Cette manip étant qualitative, elle nécessite une explication physique des phénomènes avec un schéma de tracé des rayons.

**Transition** Système afocal mais ça peut être relou d'observer une cellule à l'infini  $\rightarrow$  microscope.

## 2 Le microscope

Montrer sur le schéma ce qui change par rapport à la lunette.

## 2.1 Puissance

Donner les expressions de la puissance au tableau et montrer comment on va la calculer.

### Vérification de la loi de la puissance

🔗 Bellier

⊖ 10 min

Pour différentes valeurs de  $OA$ , on mesure l'intervalle optique  $\Delta$  nécessaire pour former une image nette sur l'œil. On mesure ensuite le grandissement en mesurant  $A_2B_2$ . On trace alors  $P = \frac{A_2B_2}{f_{\text{œil}AB}} = f(\Delta)$

## 2.2 Limite de résolution et critère de Rayleigh

Ces deux instruments d'optique sont limités par la diffraction par les lentilles.

### Mise en évidence de la limite de diffraction

On éclaire une bifente dont on fait l'image avec une lentille sur une caméra Caliens. On met ensuite un diaphragme avant la lentille et on le ferme jusqu'à ce qu'on ait fusion des deux pics. A la limite, on est au critère de Rayleigh. On peut comparer pour des bifentes avec des écarts différents

## Conclusion

Les instruments réels sont bien plus complexes.

## 3 Remarques et conseils lus dans des rapports d'autres années

- ne pas personnifier les objets à l'oral
- Monter en direct les deux trucs c'est mieux
- Si on obtient une focale on la compare à une valeur qu'on aura mesuré par une autre méthode (Bessel par exemple) et pas la vieille indication sur l'étiquette
- Bien expliquer comment on passe par des longueurs pour mesurer le grossissement
- **Il serait bienvenu de mettre en place une expérience mettant en jeu un capteur**
- La présentation des diaphragmes en direct ne doit se faire que sur un montage, et doit avoir des explications physiques (pas juste on met ça et on voit ce que ça fait)
- Importance du fil conducteur et bien expliquer AVANT dans quel but on fait telle ou telle mesure.
- La présentation des diaphragmes c'est très bien mais ne pas passer trop de temps si ce n'est que qualitatif, on veut du quantitatif. (ici pas bcp de quantitatif possible alors il faut exploiter à fond ce que l'on fait).

## 4 Remarques et Conseils après passage

- Marquer au tableau les valeurs des focales utilisées.
- Revoir le traitement des incertitudes pour la méthode de Bessel.
- La mesure de  $L$  n'était pas très précise (mieux vaut mesurer au niveau des tiges pour éviter l'inclinaison).
- Le diaphragme de champ est situé au niveau de l'image intermédiaire.
- Explication un peu confuse sur le microscope et la manip pour la mesure de la puissance.
- Bien réexpliquer ce qu'on trace lorsqu'on (re)-présente le graphe.
- peut-être bien de rendre l'œil plus intelligible avec un miroir.
- Ca peut être bien de préciser à l'oral comment on aurait pu rendre plus quantitatif le critère de Rayleigh.

## 5 Questions

1. Connaissez-vous la méthode de Silbermann ?
2. N'y a-t-il que des lentilles dans un instrument d'optique ?
3. Autre méthode que l'auto-collimation pour mettre un objet à l'infini ?
4. Est-ce que le grossissement est le bon argument de vente pour une lunette (non en vrai ce qui compte c'est l'ouverture de l'objectif et sa focale, le grossissement peut se régler facilement avec l'oculaire) ?
5. Quelle est l'utilité de la mini-lunette sur les lunettes commerciales ?
6. Comment aurait-on pu régler plus facilement l'intensité de la QI ?

**Manip surprise** On donne un filtre branché à un oscillo, déterminer la fréquence de résonance et un ordre de grandeur du facteur de qualité rapidement.