

## TP1 – Focométrie

Avant de l'utiliser dans un système optique plus complexe, il peut être intéressant de vérifier que les propriétés d'une lentille sont conformes à ses spécifications. Après quelques manipulations qualitatives, on s'intéresse à une lentille **convergente** ( $f' = 100\text{ mm}$ ) dont on souhaite vérifier la distance focale à l'aide de plusieurs méthodes. La **focométrie** regroupe l'ensemble des techniques qui permettent de mesurer la distance focale des lentilles (Doc. 2, 3, 4).

### Objectifs

- Éclairer un objet de manière adaptée.
- Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales, et choisir leur focale de façon raisonnée.
- Optimiser la qualité d'une image (alignement, limitation des aberrations, etc.).
- Estimer une valeur approchée d'une distance focale.
- **Former l'image d'un objet dans des situations variées.**

Dans ce TP comme pour tous les autres, chaque résultat de mesure doit être accompagné de son **incertitude-type**.

### Formation d'images

REA

1. On fixe la distance  $D$  entre l'objet rétroéclairé et l'écran, de sorte que  $D \approx 1\text{ m}$ .

À l'aide d'une seule lentille, former une image nette de l'objet sur l'écran. Est-ce possible avec n'importe quelle distance focale ? Caractériser l'image : est-elle réelle, virtuelle, droite, renversée, agrandie, réduite ?

REA

2. Former sur l'écran une image agrandie de l'objet en utilisant au moins une lentille divergente. Faire un schéma du montage.

APPEL PROF 1 REA Contrôle de la netteté de l'image

### Focométrie

En optique, l'infini commence à un mètre...

REA ANA

3. Former l'image nette d'un objet éloigné (néon, fenêtre, etc...) sur une feuille de papier. À quoi correspond la distance entre la lentille et la feuille ?

REA VAL

4. En déduire une première valeur  $f'_1$  de la distance focale de la lentille.

### Autocollimation

APP ANA

REA VAL

5. Proposer et mettre en œuvre un protocole pour déterminer une nouvelle valeur  $f'_2$  de la distance focale de la lentille en s'appuyant sur le principe de l'autocollimation (Doc. 2).

APPEL PROF 2 REA Validation de la mise en œuvre du protocole

## Méthodes de Bessel et Silbermann

6. Proposer et mettre en œuvre un protocole qui exploite la méthode de Bessel (Doc. 3) pour mesurer une nouvelle valeur  $f'_3$  de la distance focale de la lentille.

APPEL PROF 3 ANA Présentation du protocole

7. Faire de même avec la méthode de Silbermann (Doc. 4) pour obtenir une dernière valeur  $f'_4$ .

## Conclusion

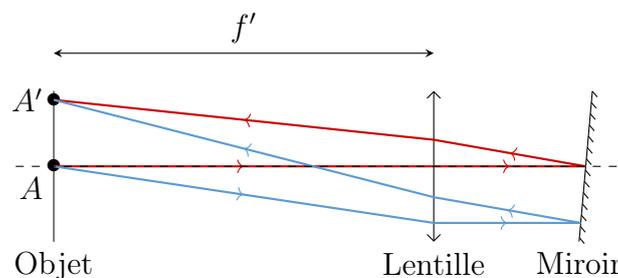
8. Comparer les résultats obtenus avec les différentes méthodes. Commenter.

## Documents

### Document 1 – Matériel

- banc optique ;
- montures de lentille ;
- lampe, objet et calque ;
- écran ;
- lentilles de distances focales 50, 100, 200, 500,  $-100$  et  $-200$  mm ;
- miroir plan ;
- ordinateur et Python.

### Document 2 – Méthode d'autocollimation



L'**autocollimation** est une méthode avant tout utilisée pour **former une image à l'infini avec une lentille convergente**. Il faut pour cela placer l'objet dans le plan focal objet de la lentille.

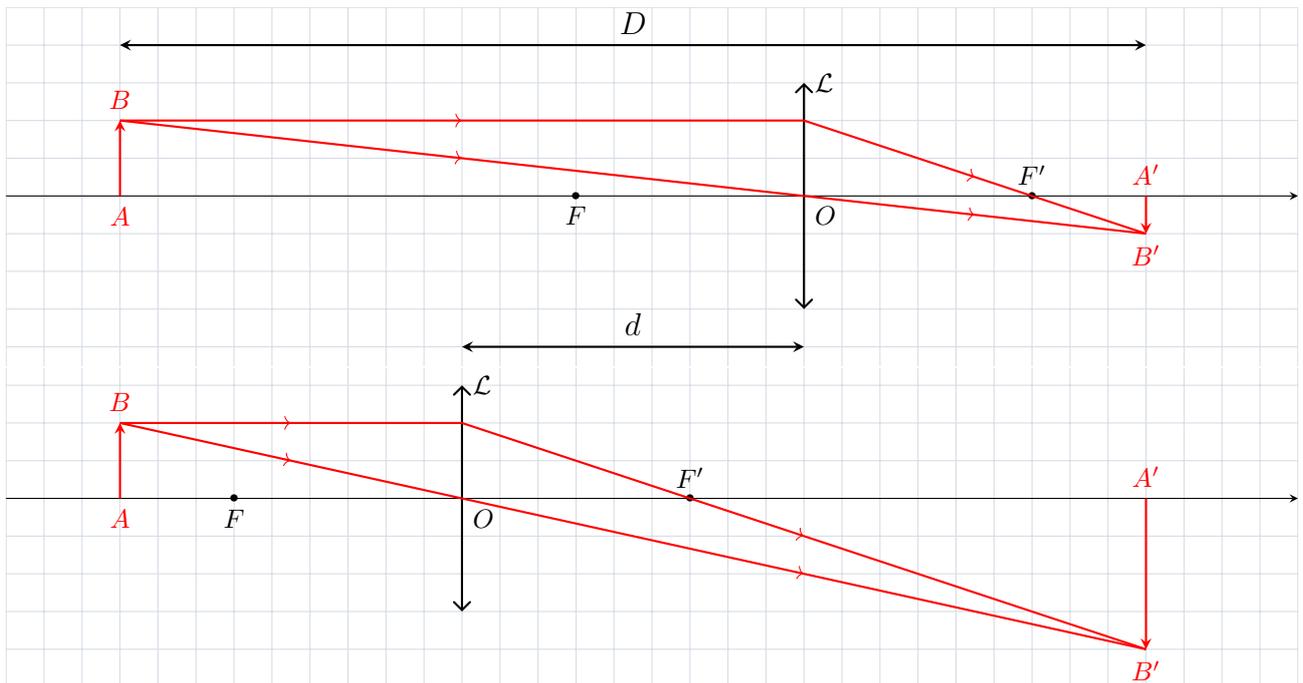
En pratique, se contenter de placer l'objet à la distance focale annoncée est trop imprécis pour former des images de bonne qualité. Pour améliorer la précision, on place un miroir derrière la lentille, comme représenté sur le schéma ci-dessus. Lorsque l'objet est situé dans le plan focal objet de la lentille, l'image en sortie de la lentille est à l'infini. Le miroir renverse géométriquement le faisceau sortant de la lentille, et ainsi, pour le trajet retour, le faisceau incident provient de l'infini. Lorsqu'ils traversent à nouveau la lentille, les rayons convergent dans le plan focal... qui se trouve ici être sur l'objet. Si besoin, le miroir peut être légèrement incliné par rapport à l'axe optique pour que l'image ne se superpose pas complètement à l'objet.

### Document 3 – Méthode de Bessel

Pour une distance  $D$  donnée entre l'objet et un écran, il existe deux positions d'une lentille de distance focale  $f'$  pour lesquelles on peut obtenir une image nette sur l'écran, à condition que  $D > 4f'$ . En notant  $d$  l'écart entre les deux positions de la lentille pour lesquelles objet et image sont conjugués, on peut alors montrer (Ex. 7, TD O2) que

$$f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}.$$

Pour améliorer la précision de la mesure, on peut réaliser l'expérience pour plusieurs valeurs de  $D$  et réaliser un ajustement.



[phyanim.sciences.univ-nantes.fr](http://phyanim.sciences.univ-nantes.fr)

### Document 4 – Méthode de Silbermann

Dans le cas où la distance  $D$  entre l'objet et son image est minimale, elle est égale à  $4f'$  et la lentille se trouve à mi-chemin entre l'objet et son image. De plus, le grandissement est alors égal à  $-1$ .

[phyanim.sciences.univ-nantes.fr](http://phyanim.sciences.univ-nantes.fr)