

## 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** ( $f' = 100$  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).

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

### 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.**

### Étude préliminaire

- ✍ 1. Lire les doc. 2, 3 et 4. Tester les différentes méthodes de focométrie sur [univ-nantes.fr](http://univ-nantes.fr).
- ✍ 2. Faire l'Ex. 7 du TD O2.
- ✍ 3. Préparer les programmes python permettant la propagation des incertitudes pour les mesures avec les méthodes de Bessel (Doc. 3) et Silbermann (Doc. 4).

### Formation d'images

- REA 4. On fixe la distance  $D$  entre l'objet rétroéclairé et l'écran, de sorte que  $D \approx 1$  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 5. 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

On s'intéresse à la lentille de distance focale  $f' = +100$  mm et on souhaite vérifier l'indication de l'étiquette.

- REA ANA 6. 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 7. En déduire une première valeur  $f'_1$  de la distance focale de la lentille.

## Autocollimation

APP ANA  
REA VAL

8. 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

APP ANA  
REA VAL

9. 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

APP ANA  
REA VAL

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

## Conclusion

VAL

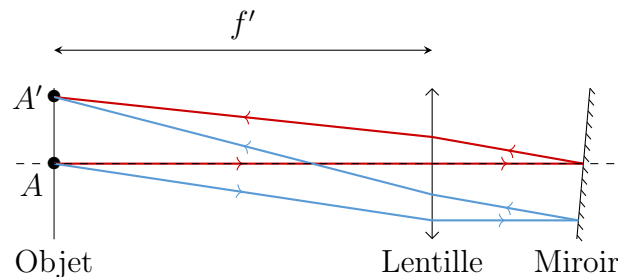
11. Comparer les résultats obtenus avec les différentes méthodes. Commenter : donnent-elles des résultats compatibles entre-eux ? Sont-elles équivalentes en terme de précision, de facilité de mise en œuvre ? etc.

## 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.

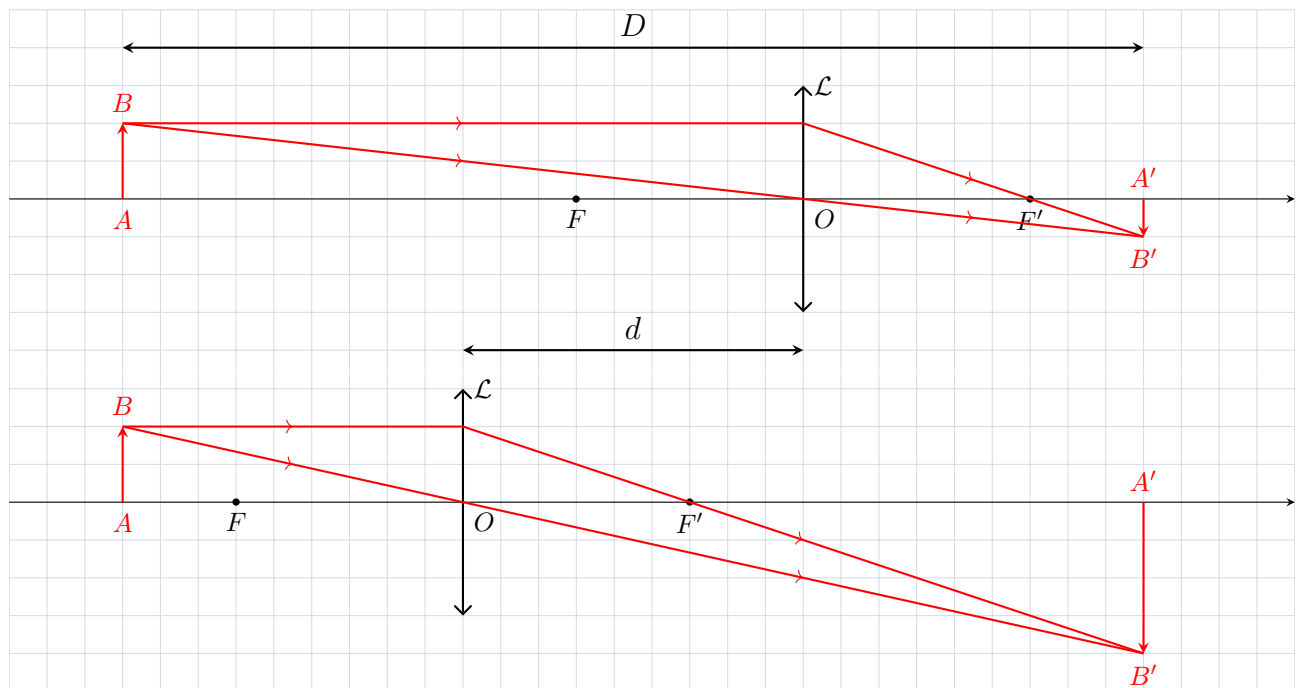
[phyanim.sciences.univ-nantes.fr](http://phyanim.sciences.univ-nantes.fr)

### 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)