

LENTILLES : IMAGE, DISTANCE FOCALE ET RELATION DE CONJUGAISON



OBJECTIFS

- ✓ Obtenir l'image d'un objet sur un écran à partir d'une lentille convergente.
- ✓ Mesurer des distances focales.
- ✓ Utiliser un viseur.
- ✓ Vérifier la relation de conjugaison de Descartes.
- ✓ Faire une analyse statistique d'un ensemble de mesures.

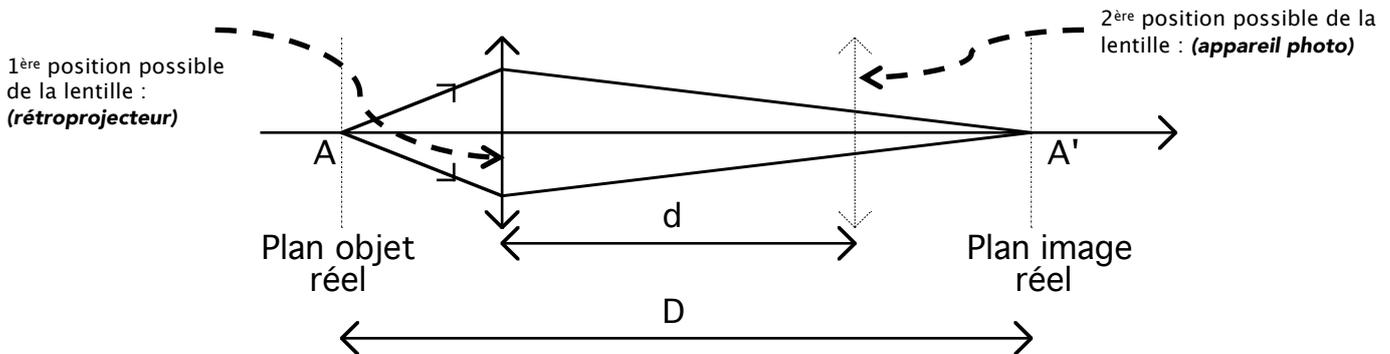
MATERIEL

- ✓ Banc d'optique
- ✓ jeu de lentilles et de portes lentilles
- ✓ Lanterne avec objet type F, viseur
- ✓ Ecran

1. LENTILLE CONVERGENTE

Avant de commencer le TP, on souhaite vérifier les distances focales des lentilles disponibles sur la table.

1.1 Mesure de la distance focale par la méthode de Bessel



D'après l'exercice 1 du TD d'optique géométrique série 2, si D est fixée et supérieure à $4f'$ (cf. figure ci-dessus) on sait qu'il existe deux positions possibles de la lentille donnant de A l'image A' . Soit d la distance entre ces deux positions, on a :

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



1) Réaliser le montage de la figure ci-dessous. Pour une distance D fixe et telle que $D \geq 4f'$, trouver les deux positions donnant une image nette sur l'écran. A quels systèmes optiques courants correspondent ces deux situations ?



2) Choisir une dizaine de valeurs de D menant à des valeurs mesurables de d . Lors de la mesure de d , la position du support de la lentille suffit puisque seule la différence des deux positions importe. Pour chaque valeur de D , mesurer aussi la distance \overline{OA} et \overline{OA}' pour la suite du TP.

Faire un tableau conduisant à dizaine de valeurs de f' grâce à la relation encadrée précédente.



3) A partir des mesures précédentes, faire une analyse statistique pour donner la valeur de f' sous la forme :

$$\overline{f'} \pm \frac{\sigma_{f'}}{\sqrt{N}}$$

où :

$\Rightarrow \overline{f'} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f'_i$ est la valeur moyenne de f' ,

$\Rightarrow \sigma_{f'} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (f'_i - \overline{f'})^2}$ la déviation standard (cf. cours sur les incertitudes).



python Vous pouvez évidemment écrire un code Python pour calculer les expressions précédentes (cf. cours sur les incertitudes) !

Quelles sont les principales sources d'incertitude dans la méthode de Bessel ?

2.1 Vérification de la relation de conjugaison de Descartes

On souhaite vérifier dans cette partie la relation de conjugaison de Descartes pour une lentille mince :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

1)  Justifier qu'il faut montrer que la courbe représentant $\frac{1}{OA'}$ en fonction de $\frac{1}{OA}$ est une droite. Préciser le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine.

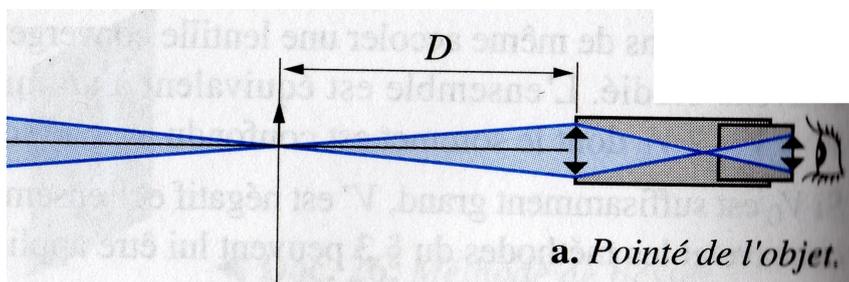
2)   Faire un tableau et tracer la courbe sur papier millimétré. On tracera aussi la courbe avec **Python** (cf. cours 7 d'informatique). Conclure.

2. LENTILLE DIVERGENTE : UTILISATION D'UN VISEUR

Nous allons utiliser dans cette partie une lunette à frontale fixe (description complémentaire en annexe), c'est-à-dire un viseur. La distance entre l'objet pointé (ou plan de visée) et l'objectif du viseur D est fixe.

Le choix de cette distance est important. Trop petite, elle ne permettra pas de viser des images virtuelles trop en avant de la lentille étudiée. Trop grande, le pointé de certaines images réelles sera impossible à cause de la longueur du banc d'optique.

Les pointés sont relatifs et si toutes les mesures sont faites avec la même distance de visée (ce qui est conseillé), il est inutile de connaître cette distance D .



1)  Pour obtenir expérimentalement la distance focale d'une lentille divergente, pourquoi ne peut-on pas utiliser la méthode de Bessel ?

2)  Réaliser un faisceau de rayons parallèles. Schéma du montage et mode opératoire.

3)  Envoyer ce faisceau sur une lentille divergente. A l'aide du viseur, repérer la face de la lentille puis le foyer image. On déduire une mesure de la distance focale de cette lentille.

 Quelle est la condition sur le viseur pour que cette mesure fonctionne ?

4)  Faire plusieurs mesures pour 8 à 10 positions de la lentille.

5)  A partir des mesures précédentes, faire une analyse statistique pour donner la valeur sous la forme (cf. paragraphe précédent) :

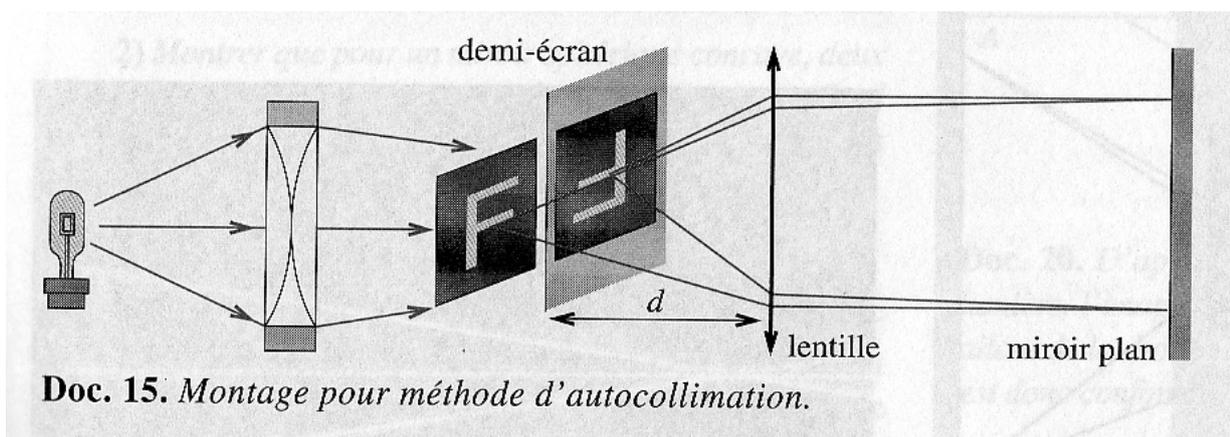
$$\bar{f}' \pm \frac{\sigma_{f'}}{\sqrt{N}}$$

Quelles sont les principales sources d'incertitude dans cette méthode ?

ANNEXE 1: AUTOCOLLIMATION

Cette méthode permet de déterminer la distance focale f' d'une lentille convergente et d'un miroir convergent.

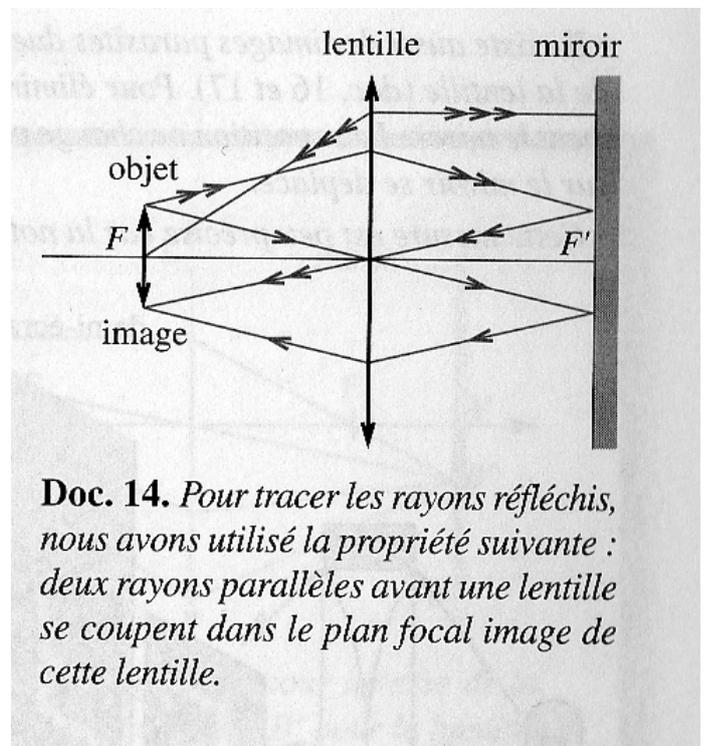
Objet (AB) $\xrightarrow{\text{lentille}}$ infini $\xrightarrow{\text{miroir plan}}$ infini $\xrightarrow{\text{lentille}}$ Image (A'B')
Plan focal Plan focal



Doc. 15. Montage pour méthode d'autocollimation.

Il existe aussi des images parasites dues à la réflexion de la lumière sur les faces de la lentille. Pour éliminer ces images, il suffit de tourner légèrement le miroir. La position de la véritable image ne change pas alors que la position de l'image par réflexion sur le miroir se déplace.

Il s'agit d'une mesure peu précise car la notion de netteté d'une image est subjective.



ANNEXE 2: DESCRIPTION COMPLEMENTAIRE D'UN VISEUR

Les associations objectif-oculaire qui ont été étudiées (microscope, lunette astronomique) sont deux cas extrêmes entre lesquels il y a place pour toute une gamme d'instruments qualifiés de *viseurs*, souvent utilisés en laboratoire. La *distance frontale de visée* D (devant l'objectif) peut varier de quelques centimètres à des valeurs de l'ordre du mètre.

Le viseur le plus simple est formé de trois tubes qui peuvent coulisser les uns dans les autres (fig. 14.33).

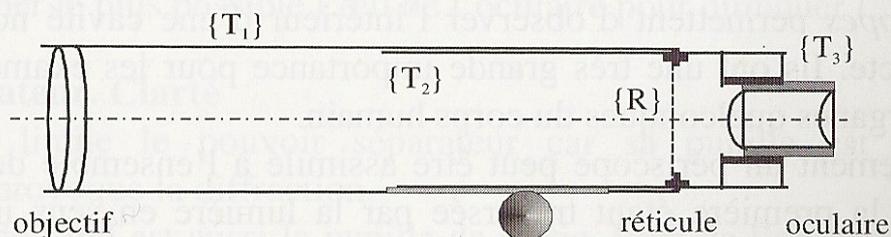


Fig. 14.33 Représentation schématique du viseur le plus simple à trois tubes.

Le tube $\{T_1\}$ porte un objectif convergent ; le tube $\{T_2\}$ porte un réticule $\{R\}$; le tube $\{T_3\}$ porte un oculaire convergent.

Pour régler le viseur, on déplace d'un mouvement hélicoïdal, le tube porte-oculaire $\{T_3\}$ dans le tube $\{T_2\}$ pour voir nettement le réticule $\{R\}$, ce qui impose à l'œil une certaine distance d'accommodation. Puis on fait coulisser $\{T_2\}$ dans $\{T_1\}$ de façon à voir simultanément l'image du réticule et celle du point objet A visé.