

Focométrie par pointés

Matériel

- Banc optique avec patins simples ou/et patins avec chariot transversal.
- Collimateur, lunette, viseur.
- Lentilles, supports de lentilles.

Détermination « rapide » de la distance focale d'une lentille (convergente ou divergente)

1. Identifier collimateur (pas d'oculaire, source de lumière), lunette ou lunette autocollimatrice et viseur.



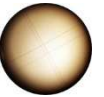
2. Réglage la lunette à l'infini en la tenant à la main :

- 2.1. Régler l'oculaire de façon à voir le réticule net (viser un fond clair).
- 2.2. Viser un objet lointain (bâtiment éloigné) et agir sur le tirage de façon à le distinguer nettement ; attention à ne pas modifier ce dernier réglage en manipulant la lunette.



3. Réglage de la lunette autocollimatrice à l'infini, placée sur le banc :

- 3.1. Régler l'oculaire de façon à voir le réticule net (viser un fond clair).
- 3.2. Mettre en service la source interne de lumière et basculer la lame semi-réfléchissante (le réticule éclairé est visible en regardant par l'objectif).
- 3.3. Accoler un miroir plan à l'objectif en le tenant à la main de façon à pouvoir agir sur son orientation et agir sur le tirage de façon à voir nets le réticule et son image.



4. Placer le collimateur à l'extrémité gauche du banc et mettre en service la source interne de lumière (le réticule éclairé est visible en regardant par l'objectif du collimateur).

5. Réglage du collimateur à l'infini :

- 5.1. Accoler la lunette au collimateur.
- 5.2. Observer à la lunette et agir sur le *tirage du collimateur* de façon à visualiser son réticule net en même temps que celui de la lunette (*ne pas modifier le tirage de la lunette*).



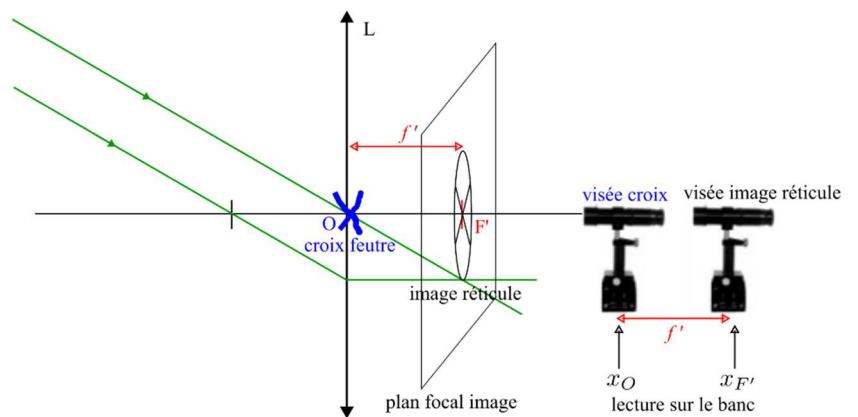
Principe de la mesure

Le collimateur simulant un objet à l'infini (réticule), l'image de ce réticule par une lentille L est située dans le plan focal image de L.

La distance entre le centre de la lentille (repéré par une croix tracée au feutre sur la lentille elle-même) et l'image du réticule du collimateur est donc la distance focale f' de la lentille.

Croix au feutre et image du réticule sont observées au viseur.

(Ci-contre : lentille convergente)



6. Accoler au collimateur une lentille de vergence $V = +10 \delta$ placée dans un support sur un patin et tracer au feutre effaçable une croix sur la lentille. Cette croix sert à repérer le centre O de la lentille (à quelques mm près).
7. A l'aide d'un écran vérifier que la lentille forme bien une image réelle du réticule du collimateur.
8. Régler l'oculaire du viseur de façon à voir net son réticule.

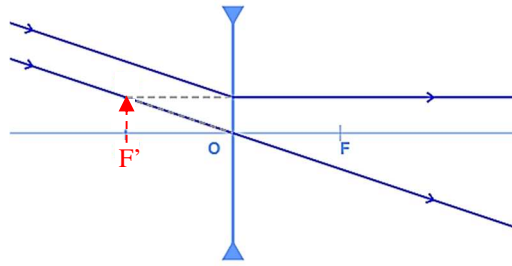
9. Accoler le viseur à la lentille puis le reculer de façon à observer la croix au feutre tracée sur la lentille, noter la position *du patin soutenant le viseur* : $x_O =$



10. Reculer encore le viseur de façon à observer l'image du réticule (visualisée à l'étape 7), noter la nouvelle position *du patin soutenant le viseur* : $x_{A'} = x_{F'} =$

11. La distance focale de la lentille L étudiée est donc : $f' = x_{F'} - x_O =$

Cette méthode fonctionne également avec une lentille divergente mais l'image est alors virtuelle, elle est donc située *avant* la lentille (il est possible de l'observer à l'œil nu mais pas sur un écran) : au lieu de reculer le viseur, il faudra donc *l'avancer* pour observer l'image située en F'.



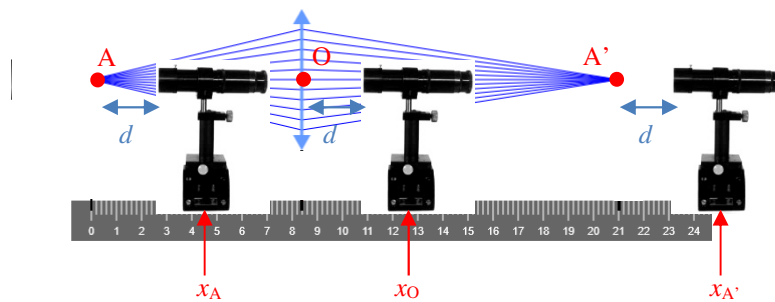
12. Construire une lentille divergente de vergence -8δ en accolant deux lentilles divergentes (théorème des vergences valable pour des lentilles accolées) et procéder comme précédemment (on obtient une distance focale négative).

Remarque importante : il se peut que la distance de visée du viseur soit trop courte pour que l'image en F' soit visible, on remédie à ce problème en utilisant la lunette à tirage variable réglée à distance finie et non à l'infini. Pour régler la lunette, à distance finie (40 cm par exemple, certaines lunettes ne pouvant pas viser plus près) viser un texte situé à une quarantaine de cm de la lunette.

Focométrie par pointés

Accoler une lentille L_0 de 3δ au collimateur. Observer l'image formée à l'aide d'un écran ou d'une feuille de papier. *Cette image va servir d'objet pour la lentille L étudiée.*

La lentille L_0 est une lentille annexe dont le seul rôle est de former cette image qui joue le rôle d'objet pour la lentille d'étude.



Mesures (valeurs en mètres) : choisir une lentille convergente de vergence proche de 5δ .

Remarques :

- ✓ Les visées semblent nettes pour des positions du viseur à l'intérieur d'une certaine plage appelée *latitude de mise au point*.
- ✓ La distance de visée d est inconnue et n'est pas nécessaire (elle disparaît lors des calculs de distance par soustraction).

1. Viser A et noter la position x_A du patin supportant le viseur : $x_A =$
2. Viser O et noter la position x_O du patin supportant le viseur : $x_O =$
3. Viser A' et noter la position $x_{A'}$ du patin supportant le viseur : $x_{A'} =$

Calculs

4. En déduire la mesure algébrique $\overline{OA} = x_A - x_O$: $\overline{OA} =$

5. En déduire la mesure algébrique $\overline{OA'} = x_{A'} - x_O$: $\overline{OA'} =$

6. Utiliser la relation de conjugaison de Descartes pour déterminer $V = -\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA'}}$: $V =$

7. En déduire f' : $f' =$

En pratique, compte tenu des incertitudes liées à la latitude de mise au point, une seule mesure ne suffit pas, il vaut mieux effectuer une série de mesures.

Cette méthode est applicable aux objets virtuels (lentille avant l'objet, c'est-à-dire O avant A) et aux images virtuelles (A proche de la lentille comme dans le cas de la loupe, c'est-à-dire $AO < f'$) et aux lentilles divergentes.

Comme précédemment, il peut être nécessaire d'utiliser la lunette réglée à distance finie comme viseur (il faut veiller à effectuer les trois pointés x_A , x_O et $x_{A'}$ avec le même instrument (viseur ou lunette)).

Réaliser un tableau de mesures (modèle ci-dessous) en effectuant au minimum une mesure dans chaque cas (objet réel / image réelle, objet réel / image virtuelle et objet virtuel / image réelle dans le cas d'une lentille convergente).

x_A (cm)	x_O (cm)	$x_{A'}$ (cm)	$\overline{OA} = x_A - x_O$ (m)	Nature de l'objet	$\overline{OA'} = x_{A'} - x_O$ (m)	Nature de l'image	$V = -\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'}$	f'

Attention : x_A est modifié si on change de viseur.

Exploiter les données de façon à obtenir la distance focale et son incertitude (moyenne et écart-type) : exemple de traitement python ci-dessous à compléter (cf. document « Evaluation des incertitudes »).

```

1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  import numpy.random as rd
4
5  # _____Mesures (tableaux numpy à remplir)_____
6
7  # Position du viseur (ou de la lunette) visant l'objet A en cm
8  xA = np.array([    ])
9
10 # Position du viseur visant le centre O de la lentille en cm
11 xO = np.array([    ])
12
13 # Position du viseur visant l'image A' de A par L en cm
14 xAp = np.array([    ])
15
16
17 # _____Distance focale et vergence_____
18
19 N = len(xO)
20
21 # Distance algébrique objet-lentille OA en m (tableau numpy)
22 OA =
23
24 # Distance algébrique lentille-image OA' en m (tableau numpy)
25 OAp =
26
27 # Distance focale image f' en m (tableau numpy)
28 fp =
29
30
31 # _____Traitement des mesures_____
32
33 # Moyenne des focales (np.mean(fp) ou np.average(fp))
34 fpm =
35
36 # Incertitude-type sur la distance focale (np.std(fp, ddof=1))
37 ufp =
38
39 # Moyenne des vergences
40 Vm =
41
42 # Incertitude-type sur la vergence
43 uV =
44
45
46 # _____Résultats_____
47
48 # Affichage de f' et u(f') avec 2 chiffres après la virgule
49 print("f' = ", fpm, " u(f') = ", ufp, " en m ")
50 print("V = ", Vm, " u(V) = ", uV, " en dioptries ")
51
52 # Visualisation des résultats pour les distances focales
53 plt.plot(fp, '+', color='r')
54 plt.plot((0,N-1), (fpm,fpm), color='blue') # Droite moyenne
55 plt.xlabel("N° observation")
56 plt.ylabel("f' (m)")
57 plt.show()

```