



Thème I. Ondes et signaux (Optique géométrique)

TP n°3 Mesurer une distance focale avec un viseur à frontale fixe – Corrigé

Vendredis 19 & 26 septembre 2025

Objectifs

- la prise en main du viseur à frontale fixe : réglage et utilisation,
- la mesure de la distance focale d'une lentille mince divergente en utilisant un viseur à frontale fixe et la relation de conjugaison de Descartes.

I Position du problème

II Viseur à frontale fixe (VFF)

III Mesure de la distance focale par utilisation de la relation de conjugaison

III.1 Protocole

Protocole

- Q1. Pour une position de l'objet et de la lentille donnée, combien de positions du viseur devez-vous noter pour avoir \overline{OA} et $\overline{OA'}$? Quel « élément » visez-vous à chaque fois ?

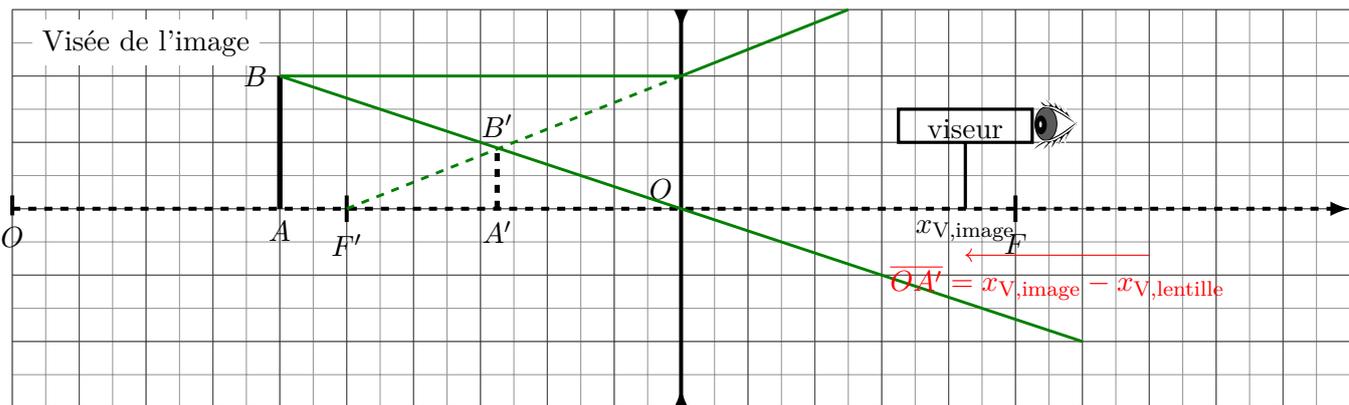
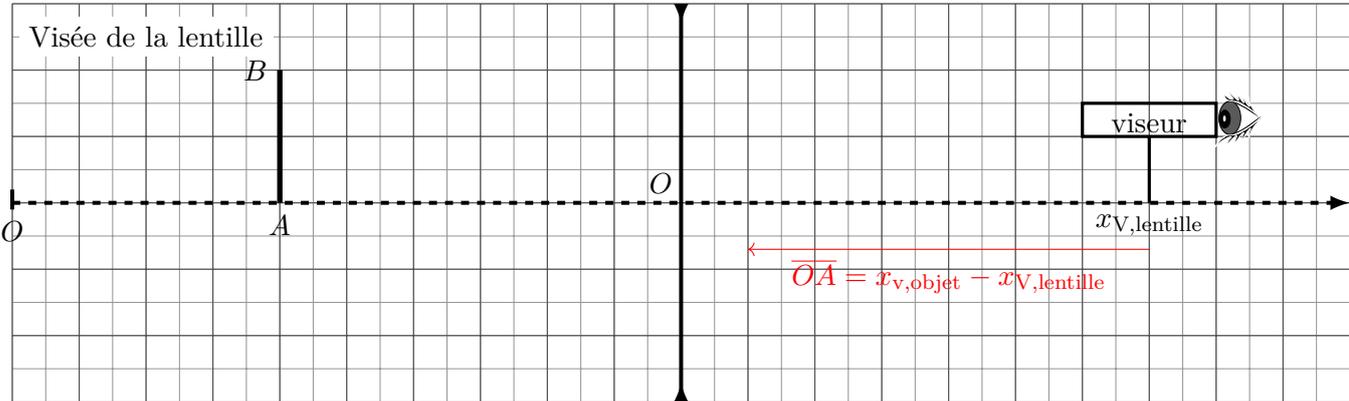
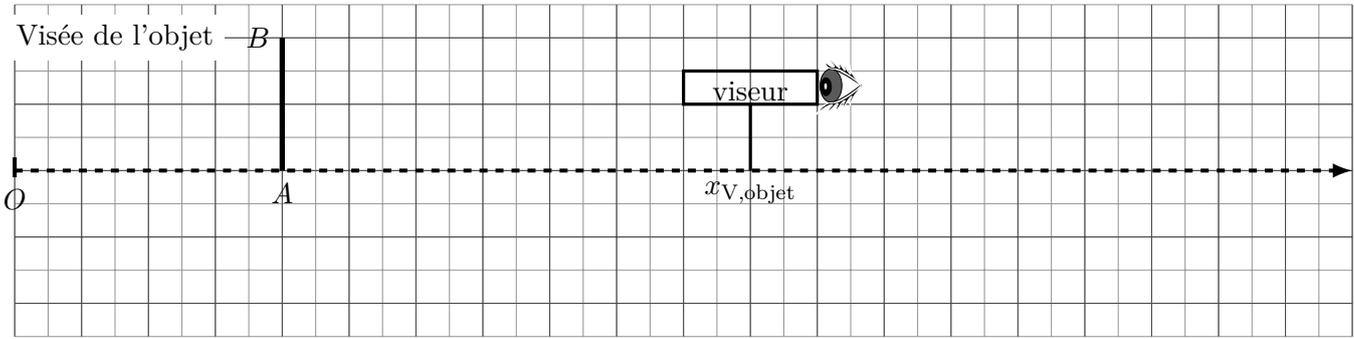
Solution: Pour avoir \overline{OA} , il faut 2 visées : une de l'objet et une de la lentille. Pour avoir $\overline{OA'}$, il faut 2 visées : une de la lentille et une de l'image.

Au final, il faut 3 visées : l'objet (la lettre F), la lentille, et l'image de l'objet.

- Q2. Écrire le protocole permettant de mesurer la distance focale de la lentille. Pour illustrer le protocole, on complètera les schémas ci-dessous.

Solution:

- Positionner la lampe et l'objet à gauche du banc.
- Déplacer le viseur pour voir l'objet net à travers.
Noter l'abscisse du viseur : $x_{V, \text{objet}}$
- Pour différentes positions de la lentille par rapport à l'objet :
 - Faire une croix au feutre fin sur la lentille.
 - Déplacer le viseur pour voir la croix sur la lentille nette à travers le viseur.
Noter l'abscisse du viseur : $x_{V, \text{lentille}}$
 - Déplacer le viseur pour voir l'image de l'objet par la lentille nette à travers le viseur.
Noter l'abscisse du viseur : $x_{V, \text{image}}$
- Calculer $\overline{OA} = x_{V, \text{objet}} - x_{V, \text{lentille}}$, $\overline{OA'} = x_{V, \text{image}} - x_{V, \text{lentille}}$ et $f' = \frac{\overline{OA'} \times \overline{OA}}{\overline{OA} - \overline{OA'}}$ pour chaque mesure.



III.2 Mesures

Q3. $x_{v,objet} = 36,6$ cm

Q4. Mesures en cm (Δ : l'unité doit être indiquée!) :

$x_{v,lentille}$	40.5	41	41.8	43.10	44.7	47	50.7	61.7	72.5	80.3	89.6	97.2	112.5	121.4	134.4	145.8
$x_{v,image}$	37.7	37.9	38.3	38.9	40	42	44.8	55	64.8	73.1	81.5	88.8	104	112.3	125.3	136.6

III.3 Exploitation et conclusion

Q5. $\overline{OA} = x_{v,objet} - x_{v,lentille}$ et $\overline{OA'} = x_{v,image} - x_{v,lentille}$

Q6. Moyenne de la série de valeurs de f' : $\overline{f'} = -10,0430$ cm

Écart-type de la série de valeurs de f' : $s_{f'} = 0,7730399$ cm

Incertitude-type sur la moyenne de f' : $u(\overline{f'}) = \frac{s_{f'}}{\sqrt{\text{nombre mesures}}} = 0,19325998$ cm

Q7. Résultat de l'expérience : $f' = -10,04$ cm ; $u(f') = 0,19$ cm Δ UNITÉS et NOMBRE DE CHIFFRES SIGNIFICATIFS

Q8. Écart normalisé : $E_N = \frac{|\overline{f'} - f'_{\text{constructeur}}|}{u(f')} = 0,22 < 2$: la mesure de f' est compatible avec la donnée constructeur compte tenu des incertitudes de mesure.

Chargement des bibliothèques pour le traitement des données (cliquer sur la flèche pour lancer la compilation).

```
[1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

Q3. Entrer la position du viseur lors de la visée de l'objet. Compiler ensuite la ligne en cliquant sur la flèche.

```
[2]: x_Vobjet= 36.6 #position du viseur lors de la visée de l'objet
```

Q4. Entrer dans les tableaux ci-dessous, les différentes positions du viseur lors des visées de la lentille et de l'image. Chaque valeur doit être séparée par une virgule. Compiler ensuite la ligne en cliquant sur la flèche.

Exemple : $x_O = \text{np.array}([35.6, 36.7, 50.6])$

```
[3]: x_Vlentille=np.array([40.5,41,41.8,43.10,44.7,47,50.7,61.7,72.5,80.3,89.6,97.2,112.5,121.4,134.4,145.
→8]) # positions du viseur lors des visées de la lentille
x_Vimage=np.array([37.7,37.9,38.3,38.9,40,42,44.8,55,64.8,73.1,81.5,88.8,104,112.3,125.3,136.6]) #
→positions du viseur lors des visées de l'écran
```

Q5. Une fois les tableaux des positions complétés, complétez les lignes suivantes pour calculer le tableau des distances algébriques \overline{OA} et \overline{OA}'

```
[4]: OA=x_Vobjet-x_Vlentille #tableau des distances algébriques OA
OAp=x_Vimage-x_Vlentille #tableau des distances algébriques OA'

print("OA=",OA)
print("OA'=",OAp)
```

```
OA= [ -3.9 -4.4 -5.2 -6.5 -8.1 -10.4 -14.1 -25.1 -35.9 -43.7 -53. -60.6 -75.9 -84.8
→-97.8 -109.2]
```

```
OA'= [-2.8 -3.1 -3.5 -4.2 -4.7 -5. -5.9 -6.7 -7.7 -7.2 -8.1 -8.4 -8.5 -9.1 -9.1 -9.2]
```

Une fois les tableaux de \overline{OA} et \overline{OA}' , complétez la ligne suivante qui calcule la distance focale f' à partir de la relation de conjugaison de Descartes.

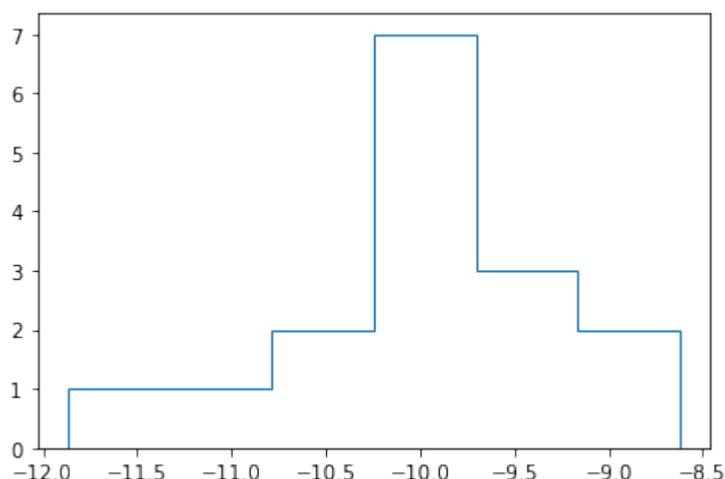
```
[5]: f=OA*OAp/(OA-OAp) #tableaux des distances focales
```

```
[6]: print(f) #visualisez les valeurs de f'
```

```
[ -9.92727273 -10.49230769 -10.70588235 -11.86956522 -11.19705882
-9.62962963 -10.14512195 -9.13967391 -9.80248227 -8.62027397
-9.56124722 -9.75172414 -9.57195846 -10.19392338 -10.03359639 -10.0464 ]
```

Tracé de l'histogramme des valeurs de f'

```
[7]: plt.hist(f, bins='rice', histtype = 'step') #calcul de l'histogramme
plt.show() #affichage de l'histogramme
```



Q6. Calcul de la valeur moyenne \bar{f}'

```
[8]: f moy=np.mean(f) # calcule la valeur moyenne des valeurs contenues dans le tableau f
print('f moy=', f moy)
```

f moy= -10.043007383405321

Q6. Calcul de l'écart-type selon la formule $\sigma(f') = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (f'_i - \bar{f}')^2}$

Le rôle de "ddof=1" dans la fonction np.std est de diviser par $N - 1$ et non par N .

```
[9]: sigmaf = np.std(f,ddof=1) # calcule l'écart-type des valeurs contenues dans le tableau f
print('Ecart-type de f =', sigmaf)
```

Ecart-type de f = 0.7730399275842866

Q6. Calcul de l'incertitude-type : $u(f') = \frac{\sigma(f')}{\sqrt{N}}$ où N est le nombre de mesures effectuées, qui correspond au nombre d'éléments dans le tableau de f' , que l'on obtient avec la fonction len(f).

```
[10]: uf=sigmaf/np.sqrt(len(f))
print('Incertain-tude-type de f =',uf)
```

Incertain-tude-type de f = 0.19325998189607166

Résultat de la mesure

```
[11]: print("f'=",f moy,"; u(f')=",uf)
```

f' = -10.043007383405321 ; u(f') = 0.19325998189607166

Q7. Résultat de la mesure : $f' = -10,04 \text{ cm}$; $u(f') = 0,19 \text{ cm}$

Q8. Ecart-normalisé avec la donnée constructeur

```
[12]: EN=abs(f moy-(-10))/uf
print("Ecart normalisé=", EN)
```

Ecart normalisé= 0.2225364143335629



Bilan du TP

■ Bilan en optique

- Un viseur à frontale fixe est constitué de **deux lentilles convergentes**.
- Avant de l'utiliser, il faut le **régler**. Cela se fait en **deux** temps : on commence par régler la position de l'**oculaire**, puis la position de l'**objectif**.
- La distance séparant l'élément visé par le viseur et le viseur est **fixe**.

Cela permet de mesurer la **distance longitudinale** entre deux éléments, par la mesure du **déplacement** du viseur lors de la **visée** de ces deux éléments.

■ Bilan sur les incertitudes

- Lorsqu'on dispose d'une série de mesures, on procède à une évaluation de type **A** des incertitudes.
- Pour cela, on commence par calculer la **valeur moyenne** et l'**écart-type** (qui donne l'**incertitude type** sur une mesure) de la série de mesures.
Pour obtenir l'**incertitude type** sur la moyenne, plus faible que celle sur une seule mesure, il faut **diviser** l'écart-type par la **racine carrée** du nombre de **mesures**.
- Le résultat d'une mesure s'écrit sous la forme $f' = \dots$; $u(f') = \dots$, avec **deux** chiffres significatifs pour l'incertitude-type.