

## DÉTERMINATION DE LA DISTANCE FOCALE D'UNE LENTILLE CONVERGENTE

### ESTIMATION DE L'INCERTITUDE LIÉE AU BANC OPTIQUE

Objectifs :

- évaluer la précision des mesures effectuées lors des travaux pratiques d'optique à travers une estimation des incertitudes liées au matériel utilisé et au protocole ;
- confronter les valeurs obtenues assorties de leur incertitude avec celles annoncées par le fabricant des lentilles.

## I. MESURE RÉALISÉE - DÉTERMINATION DE LA DISTANCE FOCALE D'UNE LENTILLE PAR AUTOCOLLIMATION

Le jeu de lentilles étudiées a pour distance focale annoncée par le fabricant est  $f' = 200 \text{ mm}$ . Les lentilles sont repérées par un numéro afin de pouvoir les étudier individuellement.

L'activité propose :

- × la mise en œuvre d'une technique simple et rapide pour **déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente** ;
- × d'évaluer statistiquement la **dispersion** liée à cette mesure, sa méthode et à la précision du matériel (incertitude de type A, au programme de 2<sup>nde</sup>) ;
- × d'évaluer les sources d'incertitudes dans le cas d'une mesure **unique**, liées au matériel utilisé et à la méthode proposée (incertitudes de type B).

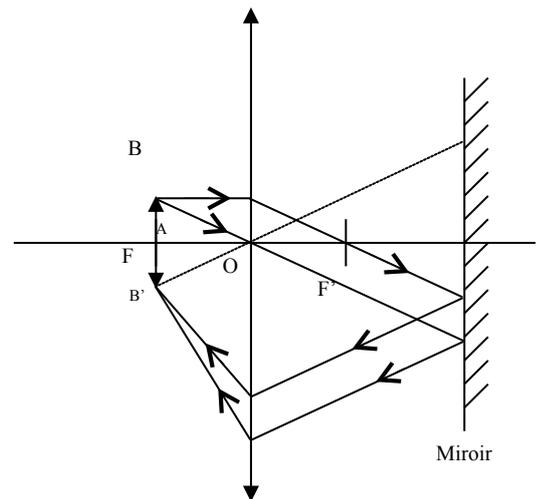
### Méthode de détermination de la focale par autocollimation - Principe de la mesure

On place un miroir derrière la lentille et on cherche à former l'image de l'objet dans le plan de l'objet. **L'IMAGE ET L'OBJET ONT ALORS LA MÊME TAILLE MAIS SONT DE SENS OPPOSÉ.**

**SI L'OBJET AB EST DANS LE PLAN FOCAL OBJET DE LA LENTILLE SON image se forme À L'INFINI.**

Les rayons issus de B émergent en un faisceau de rayons parallèles entre eux. Par réflexion, le miroir renvoie un faisceau de rayons parallèles, **CE FAISCEAU CONVERGE DANS LE PLAN FOCAL OÙ EST PLACÉ INITIALEMENT L'OBJET.**

**L'IMAGE ET L'OBJET ONT ALORS LA MÊME TAILLE MAIS SONT DE SENS OPPOSÉ.**



**LORSQUE CETTE CONDITION EST SATISFAITE, LA DISTANCE LENTILLE-OBJET EST ÉGALE À LA DISTANCE FOCALE DE LA LENTILLE. ON LIT DIRECTEMENT  $F'$  SUR LE BANC OPTIQUE EN RELEVANT LA POSITION DU SUPPORT DE LA LENTILLE.**

### Mise en place du dispositif

- × Ajuster le plus précisément possible l'objet à la verticale de la graduation 0 (réticule du support sur la graduation -7 cm).
- × Placer une lentille dans le support et tester la méthode de mesure décrite en plaçant un miroir plan derrière la lentille.

### Collecte des mesures

L'ensemble des mesures que vous réaliserez dans le II (page suivante) seront consignées dans un document **collaboratif**.

- × l'onglet **Type A** pour l'étude statistique du lot de lentilles testées ;
- × l'onglet **Type B** pour l'estimation de l'incertitude type sur une mesure unique avec le banc optique.

## II. RÉALISATION DES MESURES DANS DEUX CONTEXTES DIFFÉRENTS

### A. Étude statistique du lot de lentilles

Dans cette partie, chaque groupe mesure la distance focale **de chaque lentille** et reporte ses mesures dans l'onglet **Type A** de la feuille de calcul collaborative (<https://link.infini.fr/Focometrie2024>).

Lorsque l'onglet est complet, on effectue les calculs statistiques suivants :

- x moyenne de la série de mesures pour chaque lentille ;
- x écart-type de l'échantillon  $\sigma_{n-1}$  pour chaque lentille ;
- x incertitude type sur la moyenne  $u(f')$  pour chaque lentille :  $u(f') = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}}$  pour N mesures.

### B. Estimation de l'incertitude type dans le cadre d'une mesure unique

**DANS CETTE PARTIE, CHAQUE GROUPE CHOISIT UNE LENTILLE ET REFAIT UNE MESURE UNIQUE DE SA DISTANCE FOCALE.**

Afin d'assortir le résultat de la mesure d'une incertitude, vous devez dans un premier temps lister les sources d'incertitudes sur la mesure de  $f'$ .

Listez les sources d'incertitudes à l'origine de l'incertitude sur la détermination de la valeur de  $f'$ .

- x .....
- x .....
- x .....
- x .....

Complétez le tableau ci-dessous en estimant numériquement les valeurs des incertitudes et en effectuant les calculs nécessaires. Reportez ensuite vos mesures dans l'onglet **Type B** de la feuille de calcul collaborative (<https://link.infini.fr/Focometrie2024>) **dans la colonne qui concerne votre groupe.**

| Incertitude | Valeur numérique p en mm                              | Incertitude type u                                 |
|-------------|---|--|
|             | $p_1 = \dots\dots\dots$ mm                            | $u_1 = \frac{p_1}{2\sqrt{3}} = \dots\dots\dots$ mm |
|             | Largeur de l'intervalle<br>$p_2 = \dots\dots\dots$ mm | $u_2 = \frac{p_2}{2\sqrt{3}} = \dots\dots\dots$ mm |
|             | $p_3 = \dots\dots\dots$ mm                            | $u_3 = \frac{p_3}{2\sqrt{3}} = \dots\dots\dots$ mm |
|             | Largeur de l'intervalle<br>$p_4 = \dots\dots\dots$ mm | $u_4 = \frac{p_4}{2\sqrt{3}} = \dots\dots\dots$ mm |

Ces quatre sources d'incertitudes se cumulent pour obtenir **l'incertitude type totale** sur la mesure de la distance focale.

**Quel(s) calcul(s) proposeriez-vous pour cumuler les incertitudes  $u_1$ ,  $u_2$ ,  $u_3$  et  $u_4$  ? Quelle est la conséquence sur l'estimation de l'incertitude finale ?**

**Pour combiner les incertitudes et les cumuler, on retient la méthode suivante :**

### III. PRÉSENTATION D'UN RÉSULTAT - CHIFFRES SIGNIFICATIFS

On peut montrer qu'il est rarement justifié au lycée d'exprimer l'incertitude type avec plus d'UN CHIFFRE SIGNIFICATIFS.

*ON EXPRIME ALORS LE RÉSULTAT EN FAISANT CORRESPONDRE LE DERNIER CHIFFRE SIGNIFICATIF DE LA VALEUR AVEC CELUI DE L'INCERTITUDE TYPE.*

En vous aidant du tableau de la page précédente, calculer l'incertitude type associée à votre mesure de la distance focale, puis :

- x arrondissez-la à un seul chiffre significatif ;
- x exprimez la valeur de la distance focale de la lentille *AVEC LE NOMBRE DE CHIFFRES SIGNIFICATIFS COHÉRENT AVEC LA VALEUR DE L'INCERTITUDE* ;
- x terminez de compléter la feuille de calcul (<https://link.infini.fr/Focometrie2024>), dans l'onglet **Type B** et dans la colonne correspondant à votre groupe.