

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 $f' = 200$ 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^{nde}) ;
- × 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).

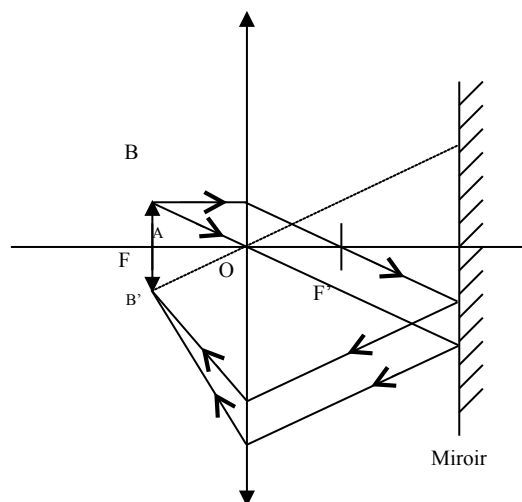
Méthode de détermination de la focale par autocollimation - Principe de la mesure

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.
- × 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 à cette adresse : <https://colibris.link/focales2023>

- × 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://colibris.link/focales2023>).

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 σ_{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://colibris.link/focales2023>) **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
	$p_2 = \dots\dots\dots$ 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
	$p_4 = \dots\dots\dots$ 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 collaborative (<https://colibris.link/focales2023>), dans l'onglet **Type B** et dans la colonne correspondant à votre groupe.