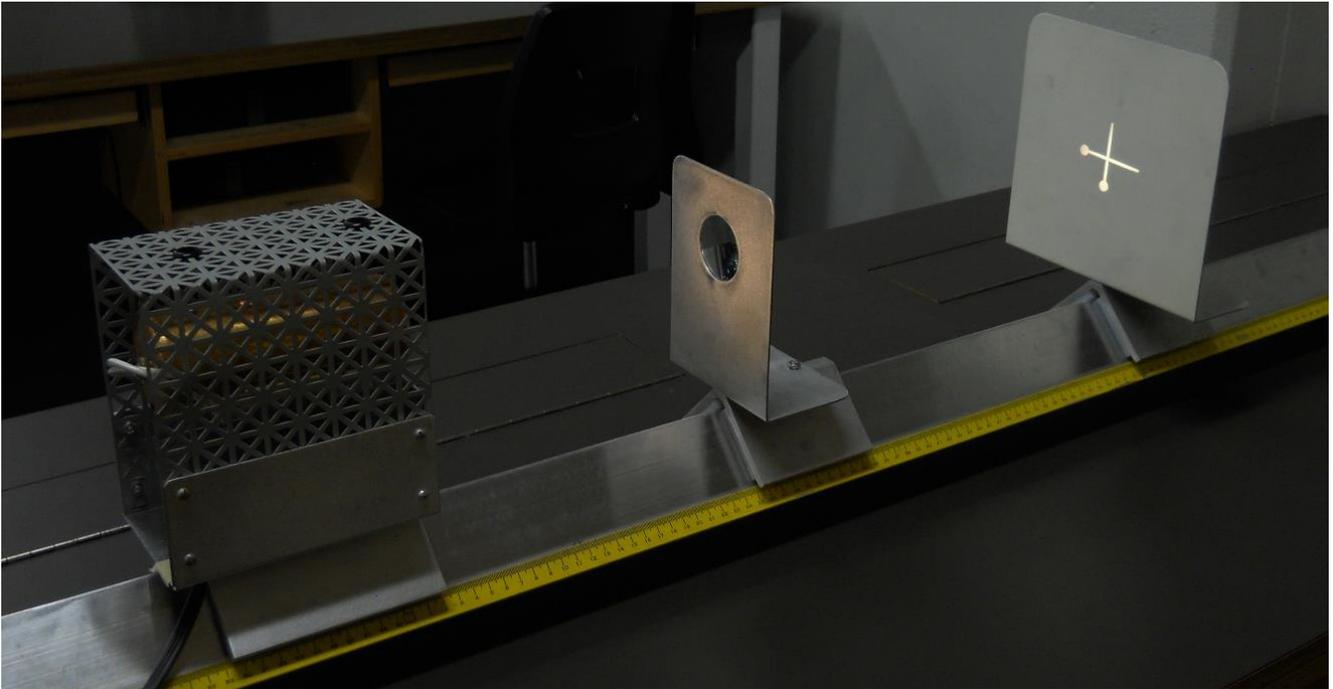


Distance focale



LE BUT	1
LE CADRE THÉORIQUE	2
MONTAGE	3
DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE	3
ANALYSE	4
REMISE	5
ANNEXE : VALIDATION DES CALCULS	6
VALIDATION DE LA LINÉARISATION	6
CALCUL DE L'INCERTITUDE SUR LA VARIABLE TRANSFORMÉE X	6
CALCUL DE L'INCERTITUDE SUR LA VARIABLE TRANSFORMÉE Y	6
CALCUL DE LA DISTANCE FOCALE F_{Eq} ET SON INCERTITUDE	7

Le but

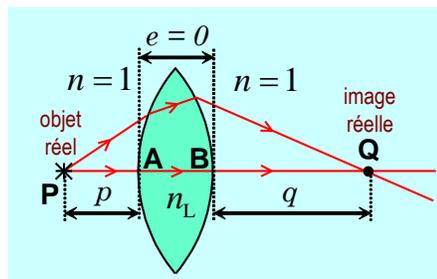
L'objectif du laboratoire *Distance focale* est de déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente à l'aide de trois techniques (la définition du foyer objet, la définition du foyer image et l'équation de la lentille mince) et de les comparer à l'aide d'une analyse exploitant un critère de concordance.

Le cadre théorique

L'équation de la lentille mince

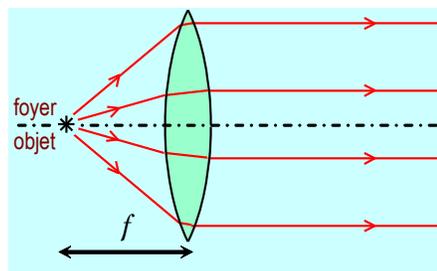
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

propose que la lumière qui est émise par un objet et qui traverse une lentille mince ($e = 0$) située à une distance p de l'objet (p : distance objet-lentille) formera une image nette à une distance q de la lentille (q : distance lentille-image) tel qu'il est illustré sur l'image ci-contre. Le positionnement de l'image dépendra de la distance focale f de la lentille. Lorsque l'image formée est réelle, elle peut être projetée sur un écran.



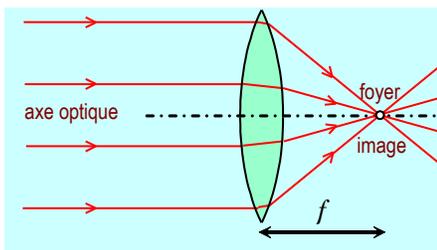
Formation d'une image réelle à partir d'un objet réel à l'aide d'une lentille convexe.

Pour déterminer la position du foyer objet d'une lentille convergente, il suffit de positionner l'objet à une distance de la lentille telle que $p = f$ ce qui formera une très grande image nette à l'infini (voir image ci-contre) tel que $q = \infty$.



Formation d'une image à l'infini à partir d'un objet situé sur le foyer objet.

Pour déterminer la position du foyer image d'une lentille convergente, il suffit de positionner l'objet à une très grande distance de la lentille tel que $p = \infty$ ce qui formera une très petite image nette (voir image ci-contre) à une distance de la lentille tel que $q = f$.



Formation d'une image sur le foyer image à partir d'un objet situé à l'infini.

Montage

Pour réaliser cette expérience, vous devrez utiliser le matériel suivant :

- Une lentille convergente de distance focale f à déterminer.
- Source de lumière en forme de croix qui aura le rôle d'être l'objet réel dans cette expérience.
- Un écran plan qui aura le rôle de recevoir la projection de l'image réelle dans cette expérience (voir schéma ci-contre).
- Banc optique de 2,9 m de longueur vous permettant supporter votre source de lumière, la lentille et l'écran ainsi que de mesurer leur position.
- Une *fiche de calcul* [Analyse_graphique-DistanceFocale.xlsx](https://physique.cmaisonneuve.qc.ca/svezina/nyc/laboratoire_nyc/Analyse_graphique-DistanceFocale.xlsx) pour réaliser vos calculs de propagation d'erreur d'une relation linéaire de type $Y = MX + B$ disponible au lien suivant :

https://physique.cmaisonneuve.qc.ca/svezina/nyc/laboratoire_nyc/Analyse_graphique-DistanceFocale.xlsx

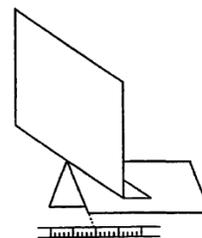
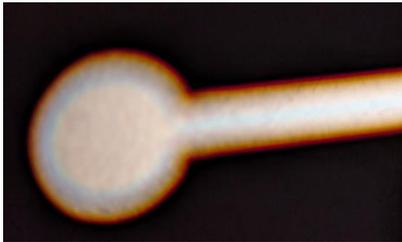
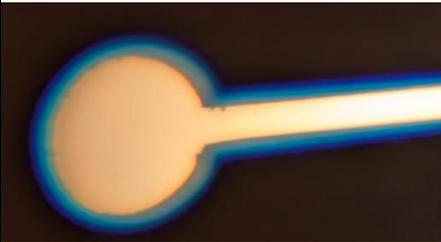
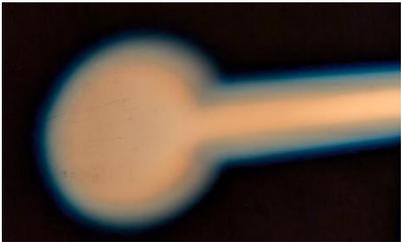


Schéma de l'écran où sera projeté l'image.

Démarche expérimentale

Tout au long de vos interventions expérimentales, vous devrez observer des images nettes projetés sur un écran afin de déterminer la distance focale de la lentille. Vous devrez vous assurer de respecter la définition suivante d'une image nette :

L'image nette sera caractérisée pour une définition fine de la forme de la croix où il y aura présence d'un halo à l'extérieur de la croix.

Image floue	Image nette	Image floue
		
Image floue, car l'écran est trop près de la lentille.	Image nette. Il y a présence d'un halo à l'extérieur de l'image bien définie.	Image floue, car l'écran est trop loin de la lentille.

Pour déterminer la distance focale de la lentille, vous devrez réaliser trois types de procédures :

- 1) Déterminez la distance focale f_{obj} à partir de la définition du foyer objet en effectuant qu'une seule mesure de $p = f$. Pour déterminer l'incertitude de votre distance focale δf_{obj} , exploitez la zone de netteté de votre image dans ce contexte de mesure.
- 2) Déterminez la distance focale f_{ima} à partir de la définition du foyer image en effectuant qu'une seule mesure de $q = f$. Pour déterminer l'incertitude de votre distance focale δf_{ima} , exploitez la zone de netteté de votre image dans ce contexte de mesure.

- Déterminez la distance focale $f_{\text{éq}}$ à partir de l'équation de la lentille mince en effectuant une série de mesure où p et q devront varier sur les plus grandes plages de valeurs admissibles pour le montage. Pour déterminer l'incertitude δp et δq pour chaque couple de données, exploitez la zone de netteté de votre image dans le contexte de chaque mesure (la zone de netteté dépend p).

Analyse

Votre analyse devra être séparée en quatre sections afin de décrire les trois méthodes exploitées pour déterminer la distance focale et les comparer entre elles.

Dans la première partie, vous devrez :

- Expliquer simplement la disposition de votre montage pour obtenir f_{obj} .
- Expliquer la procédure qui vous a mené à déterminer l'incertitude δf_{obj} .
- Mentionner la mesure $f_{\text{obj}} \pm \delta f_{\text{obj}}$ obtenue.
- Commenter brièvement (2 à 3 phrases) cette technique pour obtenir f .

Dans la deuxième partie, vous devrez :

- Expliquer simplement la disposition de votre montage pour obtenir f_{ima} .
- Expliquer la procédure qui vous a mené à déterminer l'incertitude δf_{ima} .
- Mentionner la mesure $f_{\text{ima}} \pm \delta f_{\text{ima}}$ obtenue.
- Commenter brièvement (1 à 3 phrases) cette technique pour obtenir f .

Dans la troisième partie, vous devrez :

- Expliquer simplement la disposition de votre montage pour obtenir $f_{\text{éq}}$.
- Expliquer la procédure qui vous a mené à déterminer l'incertitude δp et δq .
- Disposer en annexe le tableau des données de p , δp , q et δq et en faire mention dans le texte.
- Expliquer la stratégie de linéarisation des donnée (p , q) sous la forme

$$Y = MX + B$$

en précisant l'affectation des paramètres à la définition de Y , M , X et B .

- Présenter un graphique de variables transformées linéarisées illustrant la linéarisation choisie.
- Expliquer le choix des formules utilisées pour déterminer l'incertitude des paramètres Y et X à l'aide de la propagation des incertitudes linéaires¹

$$\delta f(x, y) = \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right| \delta x + \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right| \delta y .$$

- Disposer en annexe la *fiche de calcul* **Analyse_graphique-DistanceFocale.xlsx** déterminant la pente M et son incertitude δM ainsi que l'ordonnée à l'origine B et son incertitude δB .
- Présenter les calculs afin d'obtenir la distance focale $f_{\text{éq}}$ et son incertitude $\delta f_{\text{éq}}$ à partir de M et δM ou bien B et δB .
- Mentionner la mesure $f_{\text{ima}} \pm \delta f_{\text{ima}}$ obtenue.
- Commenter brièvement (1 à 3 phrases) cette technique pour obtenir f .

¹ Une annexe sur le calcul des incertitudes est disponible au lien suivant :

<https://physique.cmaisonneuve.qc.ca/svezina/labo/Annexe-Incertitudes.pdf>

Dans la quatrième partie, vous devrez :

- 1) Comparer les distances focales f_{obj} , f_{ima} et $f_{\acute{e}q}$ entre elles avec le critère de concordance
- 2) Commentez brièvement (1 à 3 phrases) l'ensemble des distances focales.

Remise

Pour compléter la remise de ce laboratoire vous devrez :

- 1) Rédiger un texte dans le format d'un rapport de laboratoire comprenant **(1)** une page de présentation, **(2)** une section analyse et **(3)** une annexe permettant de répondre aux exigences de la section **Analyse** de ce protocole de laboratoire.
- 2) Remettre la section **Annexe : Validation des calculs** à la fin de votre rapport.
- 3) Remise électronique sur LÉA de la *feuille de calcul* (fichier **Analyse_graphique-DistanceFocale.xlsx**).

Annexe : Validation des calculs

Cette page du protocole contient des éléments dont vous devrez obtenir une attestation durant la séance de laboratoire ou préciser certains calculs qui seront intégrés à votre rapport.

Validation de la linéarisation

Afin de déterminer votre distance focale $f_{\text{éq}}$ à partir de l'équation théorique, vous devez effectuer une linéarisation de votre équation théorique sous la forme $Y = MX + B$. Précisez la correspondance que vous allez utiliser dans votre rapport entre les paramètres Y , M , X et B et les paramètres de votre équation théorique (n'oubliez pas vos unités).

$Y =$	$X =$	$M =$	$B =$
-------	-------	-------	-------

Signature de l'enseignant-e : _____

Calcul de l'incertitude sur la variable transformée X

Pour la première mesure de votre tableau servant à faire le graphique des variables transformées, montrez votre calcul (formule algébrique et valeur numérique) ayant servi à obtenir l'incertitude sur la variable X . Exprimez votre réponse sous la forme $X = \tilde{X} \pm \delta X$ en respectant les règles de chiffres significatifs.

$X =$ _____

Calcul de l'incertitude sur la variable transformée Y

Pour la première mesure de votre tableau servant à faire le graphique des variables transformées, montrez votre calcul (formule algébrique et valeur numérique) ayant servi à obtenir l'incertitude sur la variable Y . Exprimez votre réponse sous la forme $Y = \tilde{Y} \pm \delta Y$ en respectant les règles de chiffres significatifs.

$Y =$ _____

Calcul de la distance focale $f_{\text{éq}}$ et son incertitude

Montrez votre calcul (formules algébriques et valeurs numériques) vous permettant d'obtenir $f_{\text{éq}}$ et son incertitude $\delta f_{\text{éq}}$. Exprimez votre réponse sous la forme $f_{\text{éq}} = \tilde{f}_{\text{éq}} \pm \delta f_{\text{éq}}$ en respectant les règles de chiffres significatifs.

$$f_{\text{éq}} = \underline{\hspace{10em}}$$