

TP3 : Lentilles minces

CAPACITÉS EXPÉRIMENTALES TRAVAILLÉES :

- ▷ *Éclairer un objet de manière adaptée.*
- ▷ *Choisir une lentille en fonction des contraintes expérimentales, choisir sa focale de façon raisonnée et aligner l'ensemble du système optique.*
- ▷ *Estimer une valeur approchée d'une distance focale.*

MATÉRIEL :

Source de lumière blanche, objet (lettre P), lentilles minces convergentes et divergentes, banc d'optique, supports, écran.

Au bureau : coupes de lentilles à support magnétique, laser multifaisceaux.

Les **instruments d'optique** sont utilisés au quotidien pour :

- ▷ corriger un défaut de vision : lentilles de contact, lunettes de vue ;
- ▷ améliorer la vision humaine afin de voir des choses trop petites ou trop lointaines pour être observées (nettement) à l'œil nu : loupe, jumelles, microscope, lunette terrestre ou astronomique, télescope ;
- ▷ projeter une image agrandie sur un mur ou un écran : projecteur ;
- ▷ projeter une image rétrécie sur un capteur afin de pouvoir l'enregistrer : appareil photographique, caméra.



Les instruments d'optique mentionnés ci-dessus comportent tous au moins une **lentille mince**.

PROBLÉMATIQUE :

Comment caractériser une lentille mince ?

1 Découverte des lentilles minces

Une **lentille** désigne un **milieu** (zone d'espace) **transparent** (typiquement, du verre) délimité par deux surfaces appelées **dioptries** dont l'une au moins n'est pas plane.

Une lentille est dite **mince** si son épaisseur est négligeable par rapport à sa hauteur.

1.1 Protocole 1 - Effet d'une lentille mince sur un rayon lumineux

- Allumer le laser multifaisceaux accroché au tableau.
- Accrocher une coupe de lentille mince magnétique au tableau de façon à ce qu'elle soit atteinte par le faisceau issu du laser.
- Observer la trajectoire des rayons lumineux en sortie de la lentille.
- Reprendre l'étude pour les autres lentilles minces.

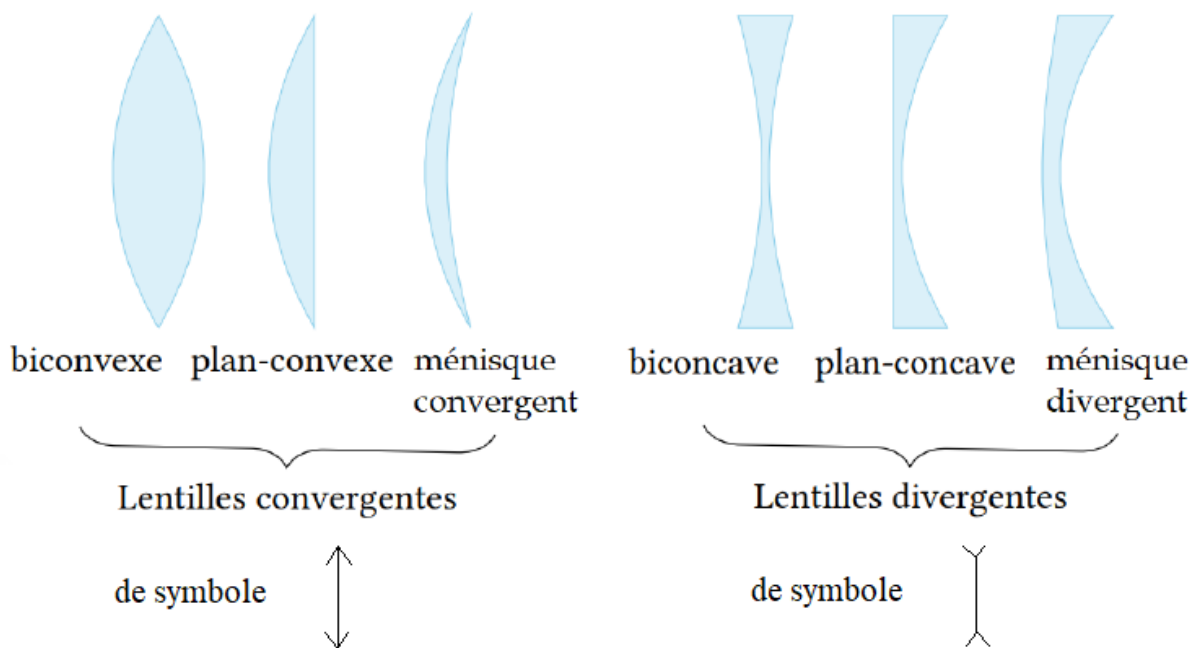
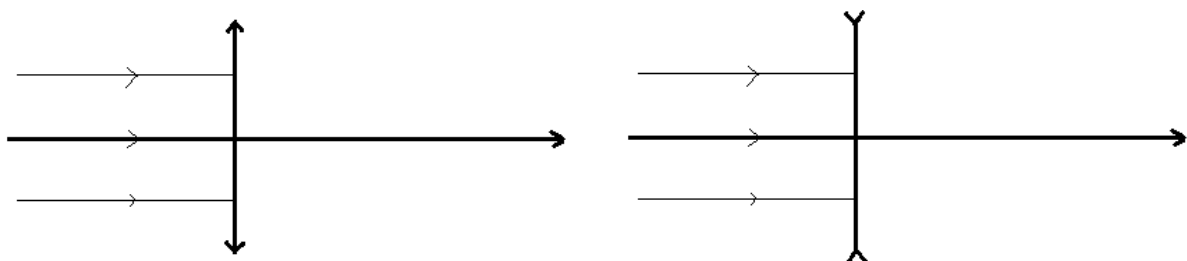


FIGURE 1 – Exemples de géométries pour une lentille mince (vue en coupe)

Q1 : En français, le verbe converger signifie "se diriger vers un même point" tandis que diverger signifie "s'éloigner d'un point en partant dans des directions différentes". En vous appuyant sur vos observations, expliquer pourquoi les lentilles minces à bords minces sont dites **convergentes** et celles à bords épais **divergentes**.

Pour appuyer votre propos, vous recopiez et complétez sur votre compte rendu le schéma suivant en prolongeant les rayons lumineux à la sortie de la lentille.



1.2 Caractérisation d'une lentille

On introduit à présent quelques définitions :

- ▷ Le **centre optique**, noté O , désigne le centre de la lentille mince. Un rayon lumineux qui passe par ce point n'est pas dévié par la lentille.
- ▷ La droite perpendiculaire à la lentille mince, passant par le centre optique, est appelée **axe optique**.
- ▷ Quand des rayons lumineux arrivent parallèles à l'axe optique, ils se coupent tous derrière la lentille, en un même point appelé **foyer image** et noté F' .
- ▷ La distance algébrique OF' entre le centre optique et le foyer image est appelée **(distance) focale** et notée f' .
- ▷ Le **foyer objet**, noté F , est le symétrique de F' par rapport au centre optique O .

Q2 : Représenter par les symboles appropriés et au bon endroit sur le schéma de la question précédente le centre optique de la lentille, le foyer image et le foyer objet. Mettre en évidence la distance focale. Repasser l'axe optique en couleur.

Q3 : Proposer un protocole pour mesurer la distance focale f' d'une coupe de lentille biconvexe accrochée sur le tableau magnétique. Le mettre en œuvre.

Comme indiqué plus haut, les lentilles à support magnétique utilisées jusqu'ici sont en fait des coupes de lentilles. En réalité, les lentilles sont des morceaux de verre à bordure circulaire.

Vous disposez de plusieurs lentilles minces sur votre paillasse. Pour savoir leur nature (convergente ou divergente), il suffit de déterminer si leur monture est fine ou épaisse. Le nombre écrit sur leur monture est leur distance focale, exprimée en centimètre. S'il est positif la lentille est convergente, s'il est négatif la lentille est divergente.

Q4 : Lire un texte à travers une lentille placée à proximité immédiate de ce texte (on s'en sert comme d'une loupe). Décrire qualitativement le lien entre la valeur de la vergence de la lentille et la vision à travers cette lentille.

En optique, un **objet** désigne une source de lumière de forme bien délimitée. Une **image** est une forme lumineuse nette produite par une lentille éclairée par un objet.

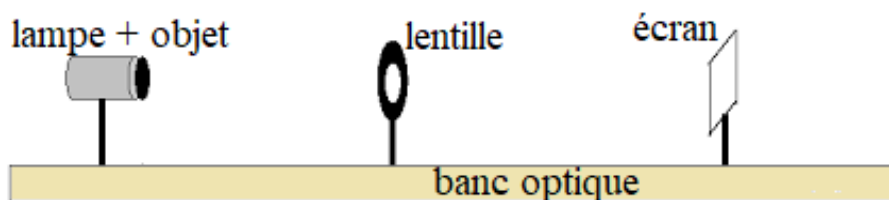
Q5 : Avec un objet "à l'infini" (situé à quelques mètres de la lentille : les néons du plafonnier par exemple), déterminer quel type de lentilles (convergentes ou divergentes ?) permet d'obtenir une image (sur la paillasse par exemple).

Q6 : Proposer alors un protocole simple pour estimer la distance focale d'une lentille convergente. Le faire valider par l'enseignant, puis le mettre en œuvre. Vous indiquerez le résultat accompagné d'une incertitude, et comparerez à la valeur indiquée sur la monture de la lentille.

Q7 : (facultatif) Pour les myopes (mauvaise vision de loin) et les hypermétropes (mauvaise vision de près), enlever ses lunettes et identifier le type de lentille qui permet de corriger votre défaut de vision, en les plaçant près de votre œil à la place d'un verre de lunette.

2 Formation d'une image sur un écran

On construit à présent le montage schématisé ci-dessous :



La fente illuminée en forme de lettre P joue le rôle d'**objet** (source de lumière de forme bien définie). L'objectif est de former, sur l'écran blanc, son **image** (tache brillante aux contours nets, de même forme que l'objet).

Pour ce faire, placer l'objet à gauche sur le banc d'optique et une lentille de distance focale $f' = 20$ cm sur son support. Déplacer au choix la lentille ou l'écran jusqu'à observer avec netteté une forme lumineuse sur ce dernier.

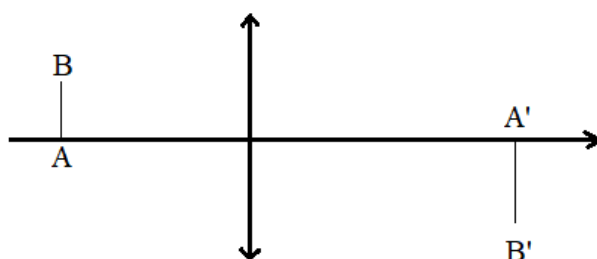
Pour obtenir une image de bonne qualité, il faut respecter les règles suivantes :

▷ Les hauteurs moyennes des différents éléments optiques (lampe, objet, lentilles...) doivent être égales : tous les éléments optiques doivent être centrés sur un même axe, l'axe optique.

▷ Le plan de chaque lentille doit être perpendiculaire à l'axe optique (et donc au banc d'optique), de façon à ce que les lentilles fassent bien face aux rayons lumineux.

Vous avez alors réalisé l'image $A'B'$ de l'objet AB par la lentille. Les points A et B désignent le point le plus bas et le point le plus haut de l'objet, les points A' et B' désignent les points correspondant à A et B respectivement, mais sur l'image.

Une situation possible est représentée ci-dessous en guise d'illustration (où on considère, pour simplifier, que le point A est situé sur l'axe optique) :



Q8 : Dans la configuration expérimentale choisie, indiquer si l'image est :

▷ **droite** (orientée dans le même sens que l'objet) ou **renversée** (orientée en sens inverse de l'objet) ;

▷ **agrandie** (plus grande que l'objet) ou **rétrécie** (plus petite que l'objet).

On définit le **grandissement**, noté γ (cette lettre grecque se lit "gamma"), comme le quotient de la **taille algébrique** $\overline{A'B'}$ de l'image et de la taille algébrique $\overline{AB}$ de l'objet :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}.$$

On rappelle qu'une taille algébrique est une longueur comptée positivement si on se déplace vers le haut ou la droite pour aller du premier point au second, et négativement si on se déplace vers le bas ou la gauche pour aller du premier point au second.

Q9 : Calculer le grandissement γ dans la situation expérimentale étudiée. Indiquer quelle information (concernant l'image) est codée dans sa valeur absolue et quelle information est codée dans son signe.

On cherche à présent à quelle(s) condition(s) une lentille mince convergente permet de former une image sur un écran.

2.1 Protocole :

- Placer l'objet (lettre P) et l'écran à chacune des deux extrémités du banc d'optique (au moins 1,5 m les séparent l'un de l'autre).

- Intcaler, entre l'objet et l'écran, une lentille convergente (celle de distance focale $f' = 20$ cm de préférence).
- Déplacer la lentille convergente de façon à obtenir une image nette sur l'écran. Deux positions de la lentille sur le banc d'optique le permettent, les trouver et observer les deux images obtenues.
- Approcher doucement l'écran de l'objet, puis déplacer la lentille afin d'obtenir une image nette. Recommencer autant que nécessaire pour observer ce qui suit : en-dessous d'une certaine distance entre l'écran et l'objet, il est impossible d'observer une image nette sur l'écran (quelle que soit la position de la lentille). Estimer cette distance minimale $D_{\min}$.

Q10. Décrire qualitativement dans chacune des deux positions permettant d'obtenir une image nette :

- ▷ la position de la lentille par rapport à l'objet et l'écran ;
- ▷ l'image obtenue.

Q11. Noter la valeur de la distance $D_{\min}$, et estimer l'incertitude $u(D_{\min})$ associée. Proposer une relation simple entre la distance $D_{\min}$ et la distance focale de la lentille utilisée.

Q12. En guise de conclusion, recopier et compléter le bilan de cours ci-dessous.

Pour projeter l'image d'un objet réel sur un écran, à l'aide d'une lentille :

- ▷ il faut une lentille ... ;
- ▷ il faut laisser entre l'objet et la lentille, une distance d supérieure à ... ;
- ▷ il faut laisser entre l'objet et l'écran de projection, une distance D supérieure à