

TP Opt
n° 1

Image formée par une lentille mince convergente



Objectifs: - Déterminer la position et la taille d'une image donnée par une lentille mince convergente.
- Connaître et appliquer les formules de conjugaison et de grandissement.

I. LENTILLE MINCE CONVERGENTE

1) Définitions et schématisation

• Une **lentille mince convergente** est un milieu constitué de verre ou de matière plastique. Elle est plus au que sur les

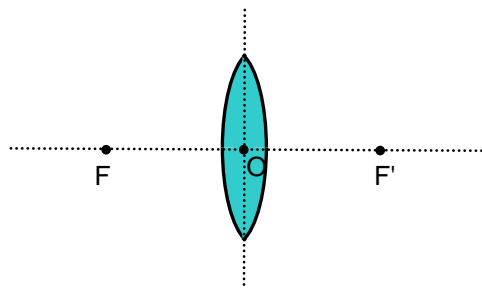
Dans le modèle de la lentille mince convergente, on néglige l'épaisseur de la partie centrale qui se réduit à un point (voir schématisation).

Une lentille mince convergente est caractérisée:

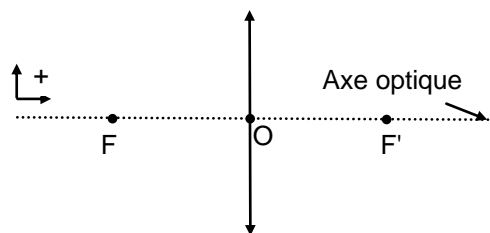
- par un O ,
- un, axe perpendiculaire à la lentille et passant par O .
- un F
- un F' de F par rapport à O .

• Le symbole $\begin{matrix} \uparrow + \\ \rightarrow \end{matrix}$ indique les deux sens positifs choisis par convention sur les axes horizontal et vertical. Dans toutes les constructions à venir la lumière se propagera de la gauche vers la droite dans le sens positif horizontal. Le sens de propagation choisi impose le signe des **valeurs algébriques** suivantes: $\overline{OF} > 0$ et $\overline{OF'} < 0$.

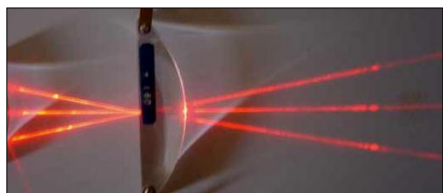
Lentille mince convergente



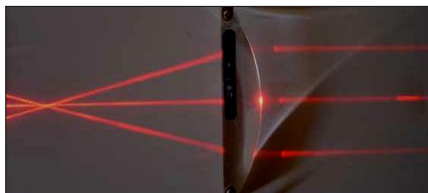
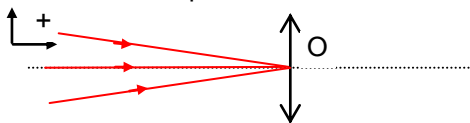
Schématisme d'une lentille mince convergente



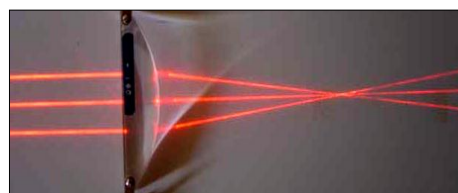
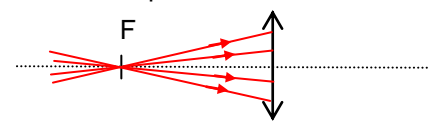
2) Etude de rayons caractéristiques



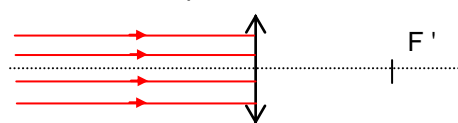
Expérience n°1



Expérience n°2



Expérience n°3



- a) Observer les expériences n°1, n°2 et n°3 puis compléter la marche des rayons lumineux sur les trois schémas ci-contre.
- b) Ecrire et encadrer une phrase de conclusion pour chacune des trois expériences.

3) Distance focale et vergence

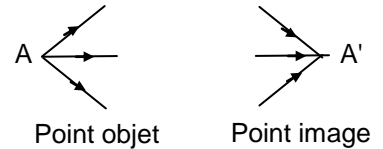
- **Distance focale f'** d'une lentille: $f' = \overline{OF'}$ (par convention $f' > 0$).
- **Vergence C** d'une lentille : $C = \frac{1}{f'}$ avec C en **dioptrie** (δ) si f' en **mètre** (m).

- a) Calculer la vergence d'une lentille convergente de distance focale $f' = 200$ mm.
- b) Calculer la distance focale d'une lentille convergente de vergence $8,0 \delta$.

II. CONSTRUCTION DE L'IMAGE A'B' D'UN OBJET AB DONNE PAR UNE LENTILLE MINCE

1) Définitions

- **Point objet:** point situé à l'intersection des **rayons incidents** ou de leurs **prolongements**.
- **Point image:** point situé à l'intersection des **rayons émergents** ou de leurs **prolongements**.



2) Cas d'un objet à distance finie de la lentille

- Sur la dernière feuille du TP, on considère un objet **AB** dont le point A est situé sur l'axe optique. Déterminer **graphiquement** la position de l'image **A'B'** de l'objet **AB** par la lentille convergente dans les cas suivants:
 - $OA > 2f'$
 - $OA = 2f'$
 - $OA = f'$
 - $OA < f'$ (cas d'une loupe).

Info Lorsque l'**image** est située :

- **après la lentille**, l'image est **réelle** ; on peut la former sur **un écran**.
- **avant la lentille**, l'image est **virtuelle** ; on ne peut pas la former sur un écran.

3) Cas d'un objet situé à l'infini

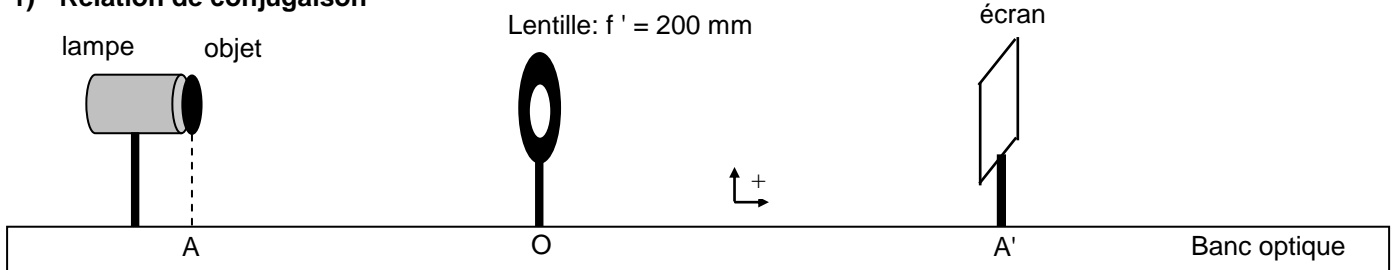
- L'objet **AB** est placé à gauche « à l'infini »: on suppose alors que les rayons issus du point B arrivent tous **parallèles entre-eux** donc inclinés d'un même angle par rapport à l'axe optique. Construire et caractériser l'image **A'B'**.

4) Cas d'un faisceau lumineux issu de B

Sur le schéma du 2.a) , construire la marche de deux rayons lumineux issu de **B** , l'un passant par le bord supérieur de la lentille et l'autre passant par le bord inférieur.

II. QUELLES RELATIONS POUR UNE LENTILLE CONVERGENTE ?

1) Relation de conjugaison



Info : l'écriture \overline{OA} se lit « mesure algébrique de OA ».

Elle donne deux informations :

- la longueur du segment [OA]
- la position de A par rapport à O selon l'orientation de l'axe choisi.

On souhaite déterminer une relation entre les mesures algébriques \overline{OA} et $\overline{OA'}$ et la distance focale f' de la lentille. Choisir la lentille de distance focale $f' = 20,0$ cm.

- a) Pour les différentes positions de l'objet AB définies dans le tableau, chercher la position de l'écran permettant d'obtenir une image A'B' nette et compléter la colonne correspondante.

\overline{OA} (m)	- 1,000	- 0,800	- 0,600	- 0,400	- 0,300
$\overline{OA'}$ (m)					
$\frac{1}{\overline{OA}}$ (m^{-1})					
$\frac{1}{\overline{OA'}}$ (m^{-1})					
$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$ (m^{-1})					
\overline{AB} (cm)					
$\overline{A'B'}$ (cm)					

b) Déterminer la relation, appelée **relation de conjugaison**, entre $\frac{1}{OA'}$, $\frac{1}{OA}$ et $\frac{1}{f'}$.

2) Relation de grandissement

a) Pour trois des cinq positions de l'objet calculer le grandissement γ défini par : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.

b) Comparer $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ à $\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$. En déduire la **relation de grandissement** entre les deux quotients.

Info l'image est :

- **droite** par rapport à l'objet si $\gamma > 0$
- **renversée** par rapport à l'objet si $\gamma < 0$
- **plus grande que l'objet** si $|\gamma| > 1$
- **plus petite que l'objet** si $|\gamma| < 1$

3) Applications des relations

a) Avec la lentille de distance focale $f' = 20,0 \text{ cm}$, calculer la position $\overline{OA'}$ de l'image A'B' d'un objet AB situé à **50,0 cm** à gauche de la lentille.

b) Calculer la mesure algébrique $\overline{A'B'}$ de l'image A'B'.

c) Vérifier expérimentalement les valeurs de vos calculs.

d) Reprendre les calculs dans le cas où l'objet AB est situé à **15,0 cm** à gauche de la lentille. Où est située alors l'image A'B' par rapport à la lentille ?

V. LES CONDITIONS DE GAUSS POUR OBTENIR UNE IMAGE DE QUALITE

• On obtient une image de qualité, si à **un point objet** correspond **un point image**. La lentille est alors utilisée "**dans les conditions de Gauss**".

🔗 **Expérience prof 1:** (banc optique, lentille 200 mm, diaphragme moyen).

Placer la lentille à 40,0 cm de l'objet. Former l'image nette de l'objet P sur l'écran puis reculer légèrement l'écran pour avoir une image à peine floue. Ajouter le diaphragme et observer.

1) Noter vos observations.

2) Quelle propriété doit avoir le faisceau lumineux pour donner d'un objet une image nette ? (**1^{ère} condition de Gauss**)

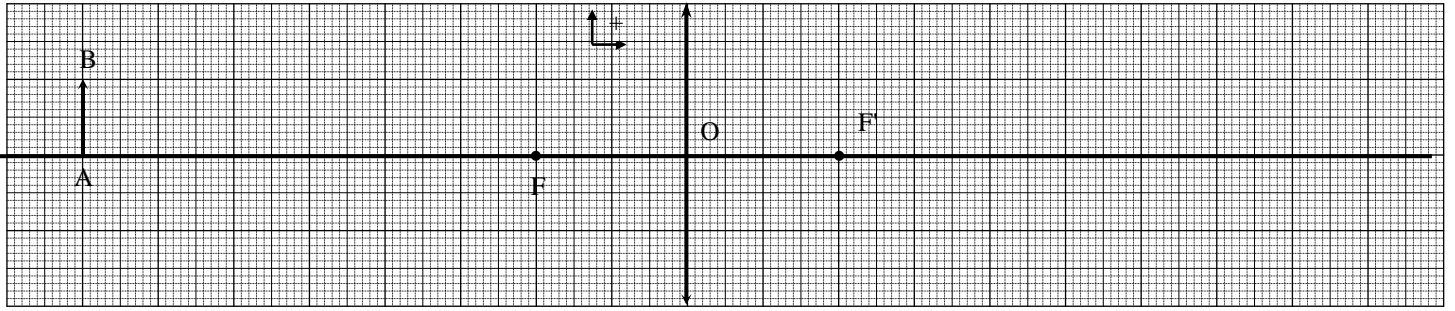
🔗 **Expérience prof 2:** (banc optique, lentille 200 mm, objet P, écran)

Former l'image de l'objet P sur un écran et faire pivoter légèrement la lentille au tour de son axe.

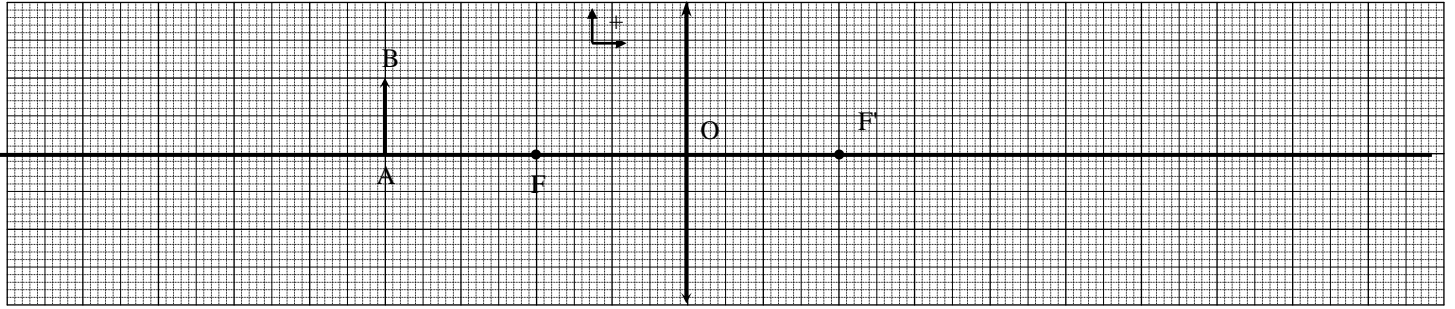
3) Noter vos observations.

4) Quelle propriété doit avoir le faisceau lumineux pour donner d'un objet une image nette ? (**2^{nde} condition de Gauss**).

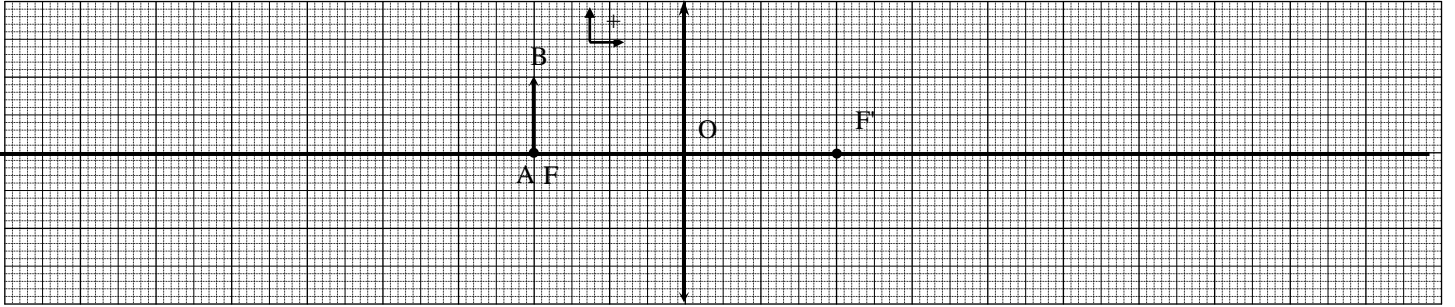
Cas $OA > 2 f'$



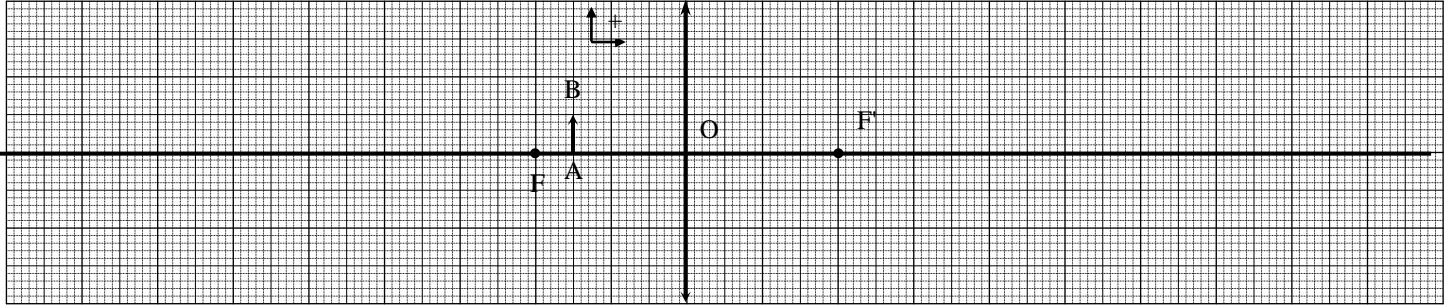
Cas $OA = 2 \times f'$



Cas $OA = f'$



Cas $OA < f'$



Cas objet à l'infini:

