

# IMAGE FORMEE PAR UNE LENTILLE MINCE CONVERGENTE

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

## I LENTILLE MINCE CONVERGENTE

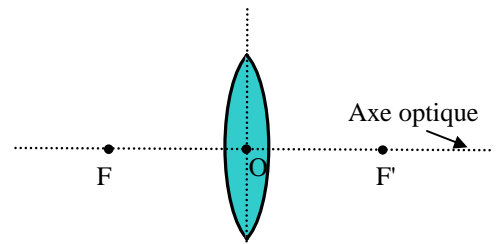
### 1) Définitions et schématisation

- Une **lentille** est un milieu transparent constitué de verre de ou de matière plastique et délimité par **deux surfaces sphériques**.
- Une lentille **mince convergente** est plus épaisse au centre que sur les bords.

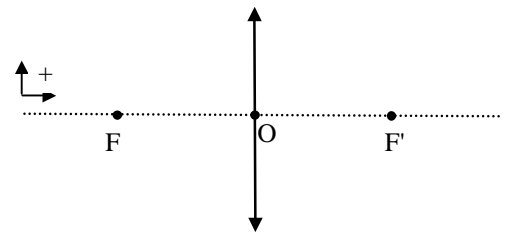
- Une lentille mince convergente est caractérisée:
- par un **centre optique O**,
  - un **axe optique**,
  - un **foyer objet F**
  - un **foyer image F'** symétrique de F par rapport à O.

• Le symbole  $\uparrow +$  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

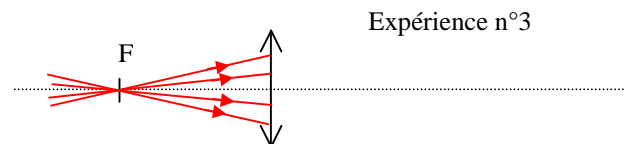
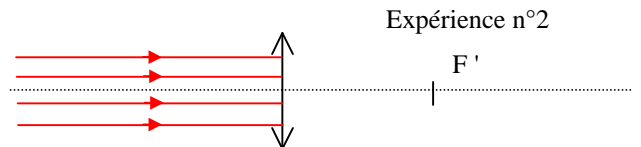
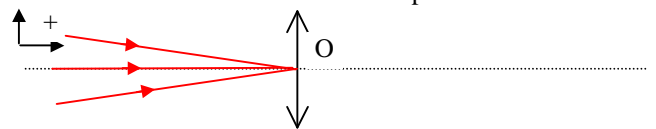


Schématisation d'une lentille mince convergente



### 2) Propriétés d'une lentille mince convergente

- 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 une phrase de conclusion pour chacune des trois expériences.

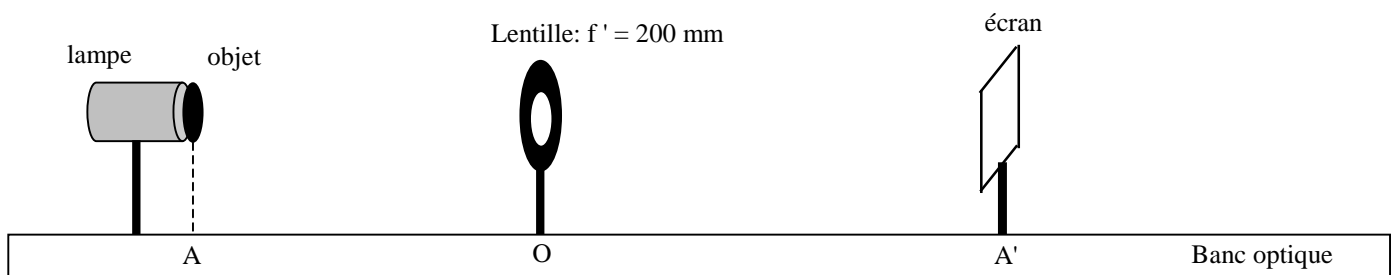


### 3) Distance focale et vergence

- **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** ( $\delta$ ) 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 IMAGE D'UN OBJET DONNEE PAR UNE LENTILLE CONVERGENTE



**1) Recherche d'une image donnée par une lentille mince ( $OA > f'$ )**

- **L'objet** est la **lettre P**: il est éclairé par la lampe. On note **A la position de l'objet** sur le banc optique. La lentille est repérée par le point **O**: sa distance focale est  **$f' = 200 \text{ mm}$** . On cherche **l'image** de l'objet P donnée par la lentille sur un écran. **La position de l'image** est notée **A'** sur le banc optique.
- Positionner le support de la lampe sur la graduation **8,0 cm**: dans ce cas l'objet est placée sur la graduation **20,0 cm**.
- Placer la lentille à 50,0 cm de l'objet ( $OA = 50,0 \text{ cm}$ ) et rechercher une image nette sur l'écran. Compléter la colonne correspondante du tableau ci-après.
- Faire de même pour  $OA = 40,0 \text{ cm}$  et  $OA = 30,0 \text{ cm}$ .

Distance OA	50,0 cm	40,0 cm	30,0 cm
Distance OA'			
Taille de l'image par rapport à l'objet			
Sens de l'image par rapport à l'objet			

- a) Comment varie  $OA'$  lorsque  $OA$  diminue ? Comment varie alors la taille de l'image par rapport à l'objet ?
- Masquer une partie de la lentille avec une feuille et observer l'image.
- b) A-t-on la totalité de l'image sur l'écran ? Que peut-on dire de la luminosité de l'image lorsqu'on masque une partie de la lentille ?

**2) Etude du cas d'une loupe ( $OA < f'$ )**

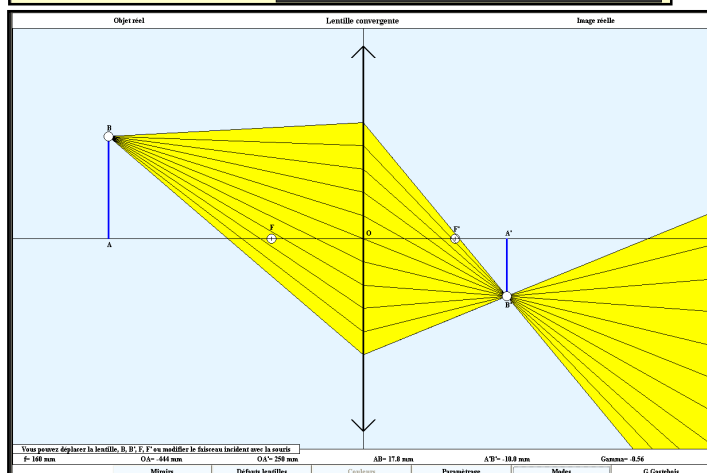
- Placer la lentille à **15 cm** de l'objet.
- a) Pouvez-vous former une image sur l'écran ?
- On peut observer l'image en regardant l'objet P à travers la lentille.
- b) L'image se forme-t-elle avant ou après la lentille ? Quels sont son sens et sa taille par rapport à l'objet ?

• Remarque: lorsque **l'image** est située **après la lentille**, alors l'image est appelée **image réelle** et on peut la former sur **un écran**. Si l'image est située **avant la lentille**, l'image est appelée **image virtuelle** et on ne peut pas la former sur un écran.

**3) Simulation des propriétés d'une lentille convergente**

- Lancer le fichier Excel "lent-mince" (réalisé par Cedric LOPEZ professeur en PTST) et / ou le logiciel de modélisation de Gilbert Gastebois: <http://perso.orange.fr/gilbert.gastebois/java/optique/optique.html>

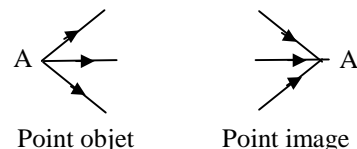
- a) Choisir  $OA > f'$  puis rapprocher lentement l'objet: comment évoluent la position et la taille de l'image ?
- b) Choisir  $OA = 2 \times f'$  : relever la position de l'image et comparer la taille de l'image par rapport à celle de l'objet. Justifier le nom de **montage  $4 f'$**  donné à ce montage.
- c) Choisir  $OA < f'$  : où est située l'image par rapport à la lentille ?
- d) Choisir  $OA = f'$  : l'objet est alors placé dans le plan focal objet de la lentille. Où se forme l'image ?
- e) Lorsque l'objet est "très loin" de la lentille (à l'infini) dans quel plan est situé l'image ?



### III CONSTRUCTION GRAPHIQUE DE L'IMAGE DONNEE 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

• 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:

- a) Cas  $OA > 2 \times f'$       b) Cas  $OA = 2 \times f'$       c) Cas  $OA = f'$       d) Cas  $OA < f'$  :

#### 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 d'un faisceau lumineux issu de B et couvrant la lentille du bord supérieur au bord inférieur.

### IV RELATION DE CONJUGAISON ET RELATION DE GRANDISSEMENT

#### 1) Relation de conjugaison

• Une lentille de centre optique O et de distance focale  $f'$  donne d'un point objet A situé sur l'axe optique un point image A' , conjugué de A, dont la position sur l'axe est donné par la relation de conjugaison:

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'}$$

$\overline{OA'}$  et  $\overline{OA}$  sont les mesures algébriques des distances OA' et OA. Donc  $\overline{OA'}$  et  $\overline{OA}$  sont affectées **d'un signe**.

#### 2) Relation de grandissement

• Le grandissement  $\gamma$  de l'image par rapport à l'objet est défini par :

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

#### 3) Applications

- a) Avec la lentille de distance focale  $f' = 20,0$  cm, calculer la position de l'image d'un objet situé à 30,0 cm à gauche de la lentille.
- b) Calculer la taille de l'image.
- c) Vérifier expérimentalement vos calculs.
- d) Reprendre les calculs dans le cas où l'objet est situé à 15,0 cm à gauche de la lentille.
- e) Etudier le cas où l'objet est à l'infini et celui pour lequel l'objet est dans le plan focal objet de la lentille.

### V CONDITIONS DE GAUSS

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

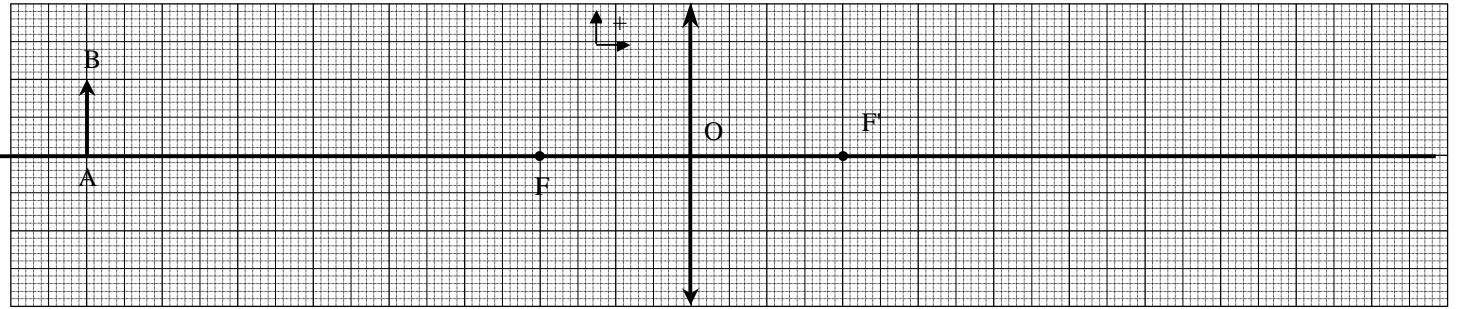
• **Expérience 1:** banc optique, lentille 200 mm , un jeu de 3 diaphragmes. Placer la lentille à 40,0 cm de l'objet. Former l'image de l'objet P sur l'écran. Ajouter successivement les diaphragmes et observer.

- 1) Noter vos observations.
- 2) Quelle propriété doit avoir le faisceau lumineux pour donner d'un objet une image nette ? (1<sup>ère</sup> condition de Gauss)

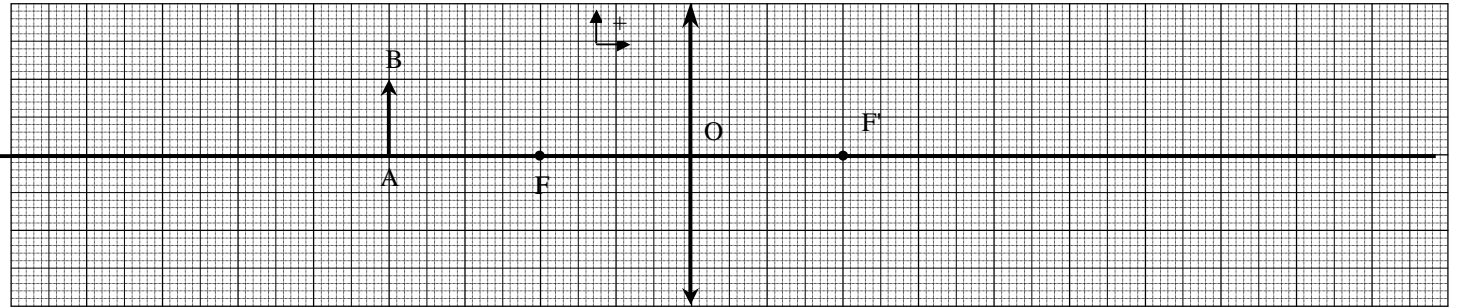
• **Expérience 2:** banc optique, lentille 200 mm, objet P, écran. Former l'image de l'objet P sur un écran et faire pivoter légèrement la lentille au tour de son axe.

- 3) Noter vos observations. (Faire un dessin).
- 4) Quelle propriété doit avoir le faisceau lumineux pour donner d'un objet une image nette ? (2<sup>nde</sup> condition de Gauss).

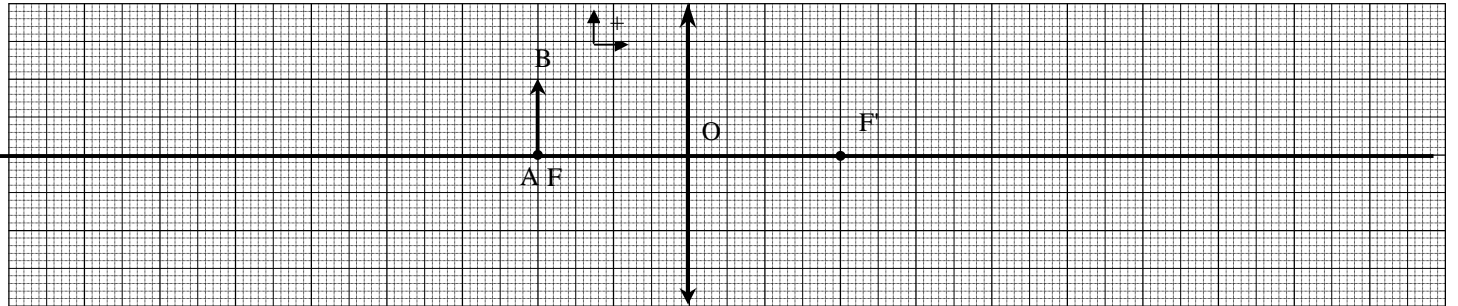
**Cas  $OA > 2 f'$**



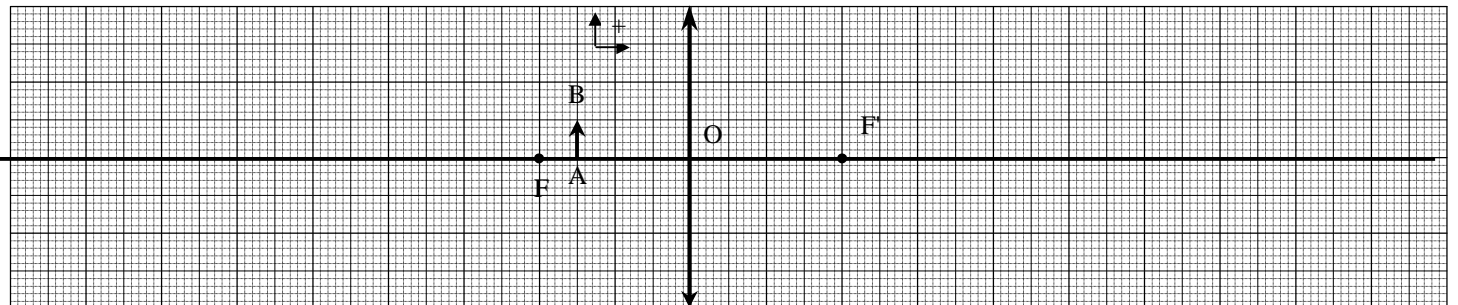
**Cas  $OA = 2 \times f'$**



**Cas  $OA = f'$**



**Cas  $OA < f'$**



**Cas objet à l'infini:**

