

Leçon 6 : Les lentilles minces

Objectifs :

- ▶ Reconnaître une lentille mince.
- ▶ Distinguer une lentille mince convergente d'une lentille mince divergente.
- ▶ Connaître les caractéristiques d'une lentille mince convergente
- ▶ Déterminer la distance focale d'une lentille mince convergente expérimentalement.
- ▶ Connaitre l'unité la distance focale d'une lentille mince et l'unité de la vergence.
- ▶ Connaitre et exploiter l'expression de la vergence d'une lentille.
- ▶ Connaitre les conditions d'obtention d'une image nette (conditions de Gauss).
- ▶ Connaitre les rayons spécifiques.
- ▶ Réaliser la construction géométrique de l'image d'un objet par une lentille mince convergente en utilisant une échelle convenable.
- ▶ Déterminer les caractéristiques de l'image obtenue par une lentille mince convergente.

I. Les lentilles minces

1. Définition

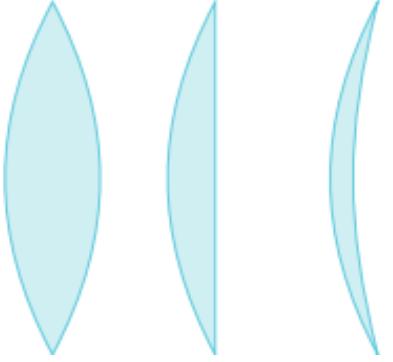
- ▶ Une lentille est un milieu homogène et transparent en verre ou en plastique, limité par deux faces sphériques ou par une face sphérique et une face plane.
- ▶ Les lentilles sont présentes dans plusieurs appareils et instruments optiques, comme : les lunettes, le télescope, le microscope.

2. Les types de lentille

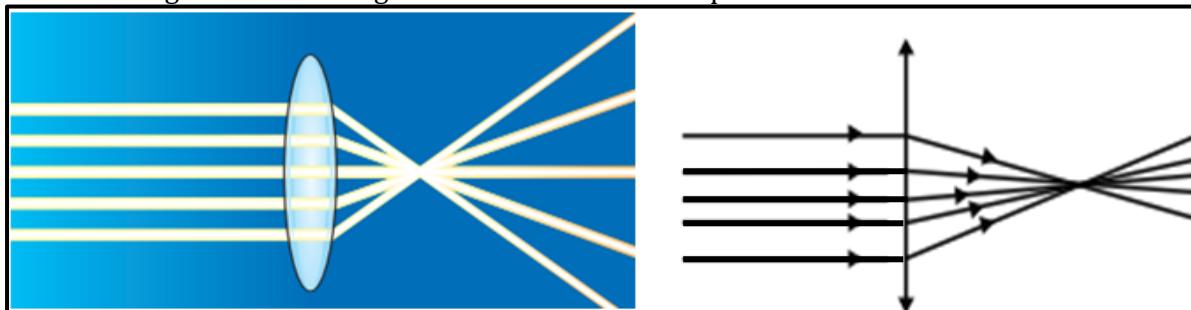
Il existe deux types de lentilles : **les lentilles convergentes** et **les lentilles divergentes**.

a. Une lentille convergente

- ▶ La lentille convergente est une lentille mince au bord et épaisse au milieu (le bord plus mince que le centre).

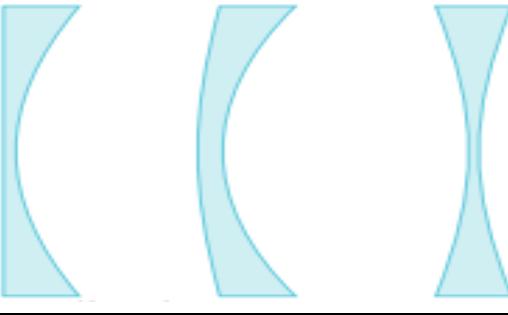
Exemples des lentilles convergentes	Le symbole de la lentille convergente
	

- ▶ La lentille convergente fait converger un faisceau de lumière parallèle.

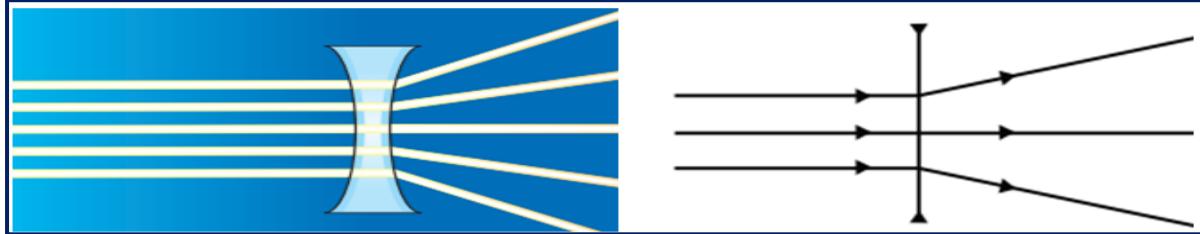


b. Une lentille divergente

- ▶ La lentille divergente est une lentille épaisse au bord et mince au milieu (le bord plus épais que le centre).

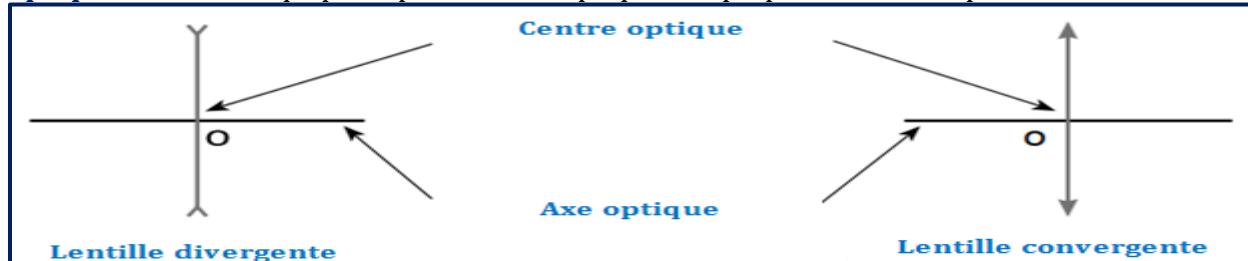
Exemples des lentilles divergentes	Le symbole de la lentille divergente
	

- ▶ La lentille divergente fait diverger un faisceau de lumière parallèle.



3. La représentation symbolique d'une lentille mince

- ▶ Le centre optique est le centre de symétrie de la lentille, il est symbolisé par O.
- ▶ L'axe optique est la droite qui passe par le centre optique O et perpendiculaire au plan de la lentille.

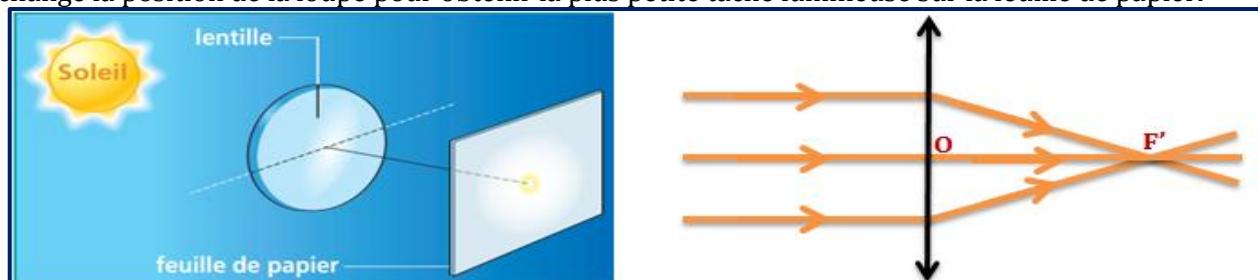


II. Les caractéristiques d'une lentille mince convergente

1. Foyer image

a. Expérience

- ▶ On place une lentille convergente (la loupe) face au soleil et une feuille de papier (qui joue le rôle d'un écran) parallèlement à cette loupe.
- ▶ On change la position de la loupe pour obtenir la plus petite tache lumineuse sur la feuille de papier.



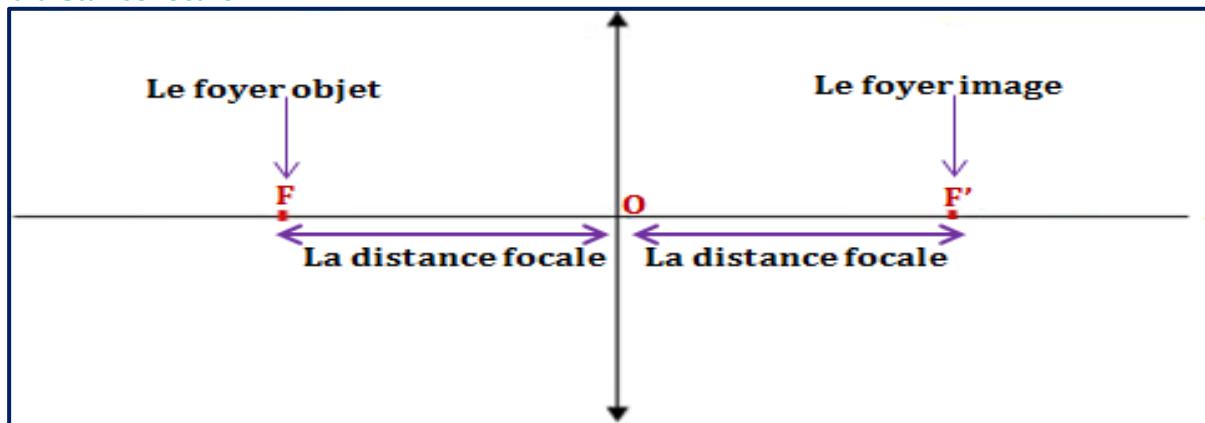
b. Observation et conclusion

- ▶ Les rayons lumineux parallèles (un faisceau lumineux parallèle) se concentrent en un point, lorsqu'ils traversent la lentille convergente.
- ▶ Le foyer image F' est le point où la lentille fait converger le faisceau de lumière parallèle.

2. Foyer objet

- ▶ Le foyer objet est le point symétrique au foyer image par l'axe optique de la lentille convergente.
- ▶ On note le foyer objet par la lettre F.
- ▶ Le foyer objet F et le foyer image F' et le centre optique O appartiennent à la même droite (l'axe optique).

3. La distance focale



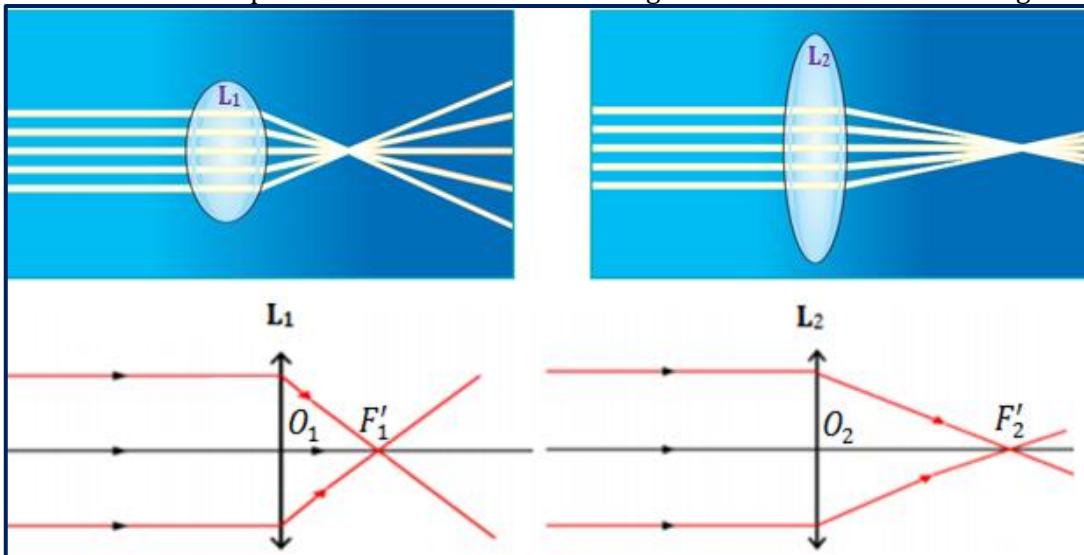
- ▶ La distance focale est la distance entre le centre optique de la lentille O et le foyer objet F (ou la distance entre le centre optique O et le foyer image F').
- ▶ On note la distance focale par la lettre f, son unité est le mètre (m).

$$f = OF' = OF = \frac{FF'}{2}$$

4. La vergence d'une lentille convergente

a. Expérience

On envoie un faisceau de lumière parallèle sur une lentille convergente L_1 et une lentille convergente L_2 :



b. Observation et interprétation

- La lentille L_1 fait converger les rayons lumineux plus que la lentille L_2 .
- La lentille L_1 est plus convergente que la lentille L_2 .
- Plus la distance focale est petite, plus la lentille fait converger les rayons lumineux.

c. Conclusion

- La vergence d'une lentille convergente est la capacité de cette lentille à faire converger un faisceau de lumière.
- On symbolise la vergence par la lettre **C**.
- La vergence C d'une lentille convergente est l'inverse de sa distance focale f .
- La vergence s'exprime par la relation suivante : $C = \frac{1}{f}$

- **f : la distance focale en mètre (m).**
- **C : la vergence, son unité dans le système international (SI) est la dioptrie (δ).**

d. Remarque

- On peut calculer la distance focale f par la relation suivante : $f = \frac{1}{C}$
- La relation entre la dioptrie δ et le mètre **m** est : $\delta = \frac{1}{m}$ ou $\delta = m^{-1}$

III. Les conditions d'obtention d'une image nette par une lentille convergente

Pour obtenir l'image la plus nette possible d'un objet sur un écran avec une lentille convergente, il faut réaliser les conditions suivantes :

- La distance entre l'objet et la lentille est supérieure à sa distance focale ($OA > OF$).
- Les conditions de Gauss :

- Le diaphragme doit être placé près du centre optique de la lentille (les rayons lumineux passent au voisinage du centre optique).
- L'objet doit être situé au voisinage et perpendiculaire à l'axe optique (les rayons lumineux sont peu inclinés par rapport à l'axe optique).

IV. La construction géométrique de l'image d'un objet par une lentille convergente

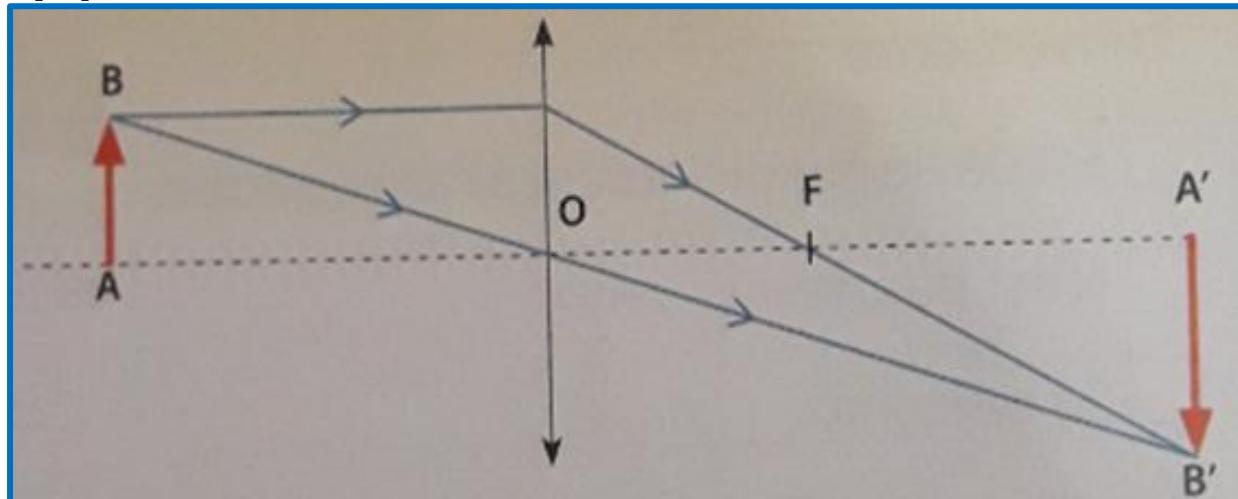
1. Les rayons spécifiques (les rayons particuliers)

Un rayon passant par le centre optique	Un rayon incident est parallèle à l'axe optique	Un rayon incident passant par le foyer objet F
Un rayon lumineux qui passe par le centre optique d'une lentille O n'est pas dévié.	Un rayon lumineux incident parallèle à l'axe optique traverse la lentille en passant par le foyer image F' .	Un rayon lumineux incident passant par le foyer objet F traverse la lentille parallèlement à l'axe optique.

2. La construction géométrique de l'image A'B'

Pour réaliser la construction géométrique de l'image A'B' d'un objet AB par une lentille mince convergente, il suffit de tracer seulement deux rayons lumineux par les trois rayons spécifiques en choisissant une échelle convenable :

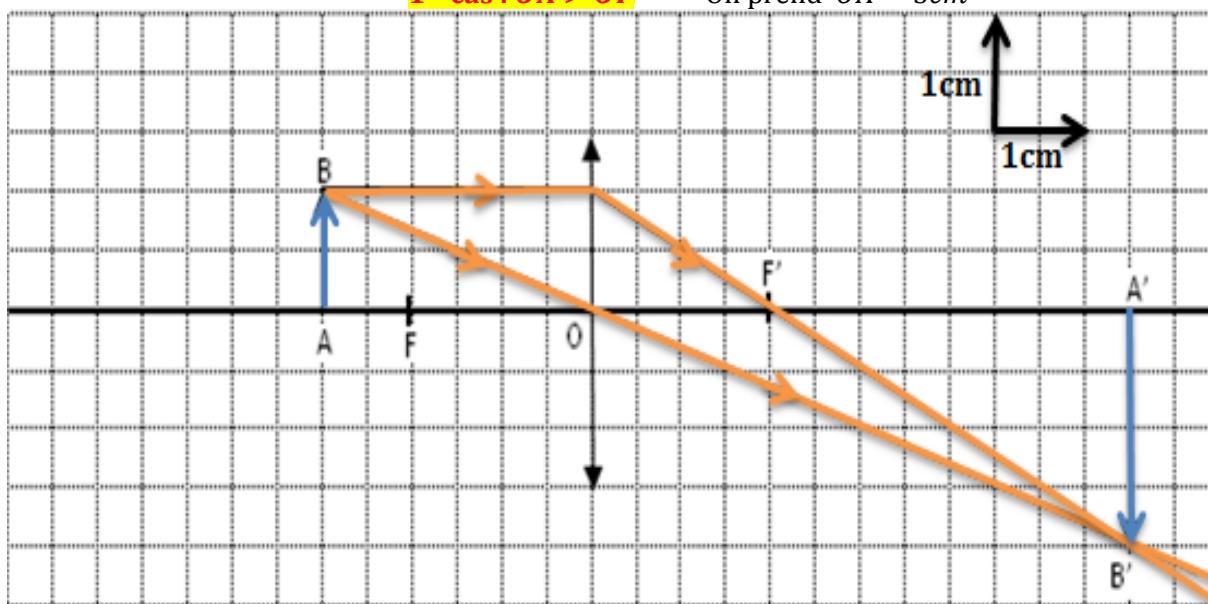
- On trace le rayon issu du point B passant par le centre optique O.
- On trace le rayon issu du point B parallèle à l'axe optique et qui traverse la lentille en passant par le foyer image F'.
- Le point d'intersection de ces deux rayons est le point B' Image de point B.
- Le point A' (image de point A) est projeté orthogonal de B' sur l'axe optique.
- L'objet AB est perpendiculaire à l'axe optique. Donc son image A'B' sera également perpendiculaire à l'axe optique.



V. Les caractéristiques de l'image obtenue par une lentille mince convergente.

- Un objet lumineux AB de 1cm de hauteur est placé perpendiculairement à l'axe optique d'une lentille convergente L de distance foyer f = 2cm
- On prend l'objet AB à différentes distances OA de la lentille convergente.

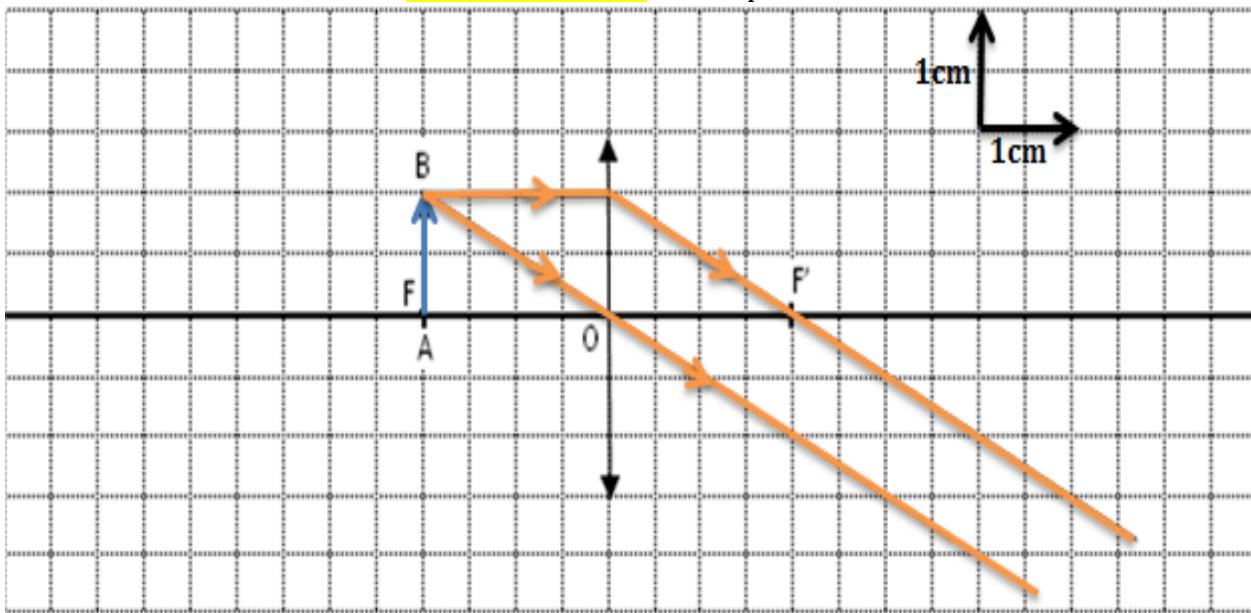
1^{er} cas : OA > OF On prend $OA = 3\text{cm}$



- La longueur de l'image A'B' par rapport à celle de l'objet AB : L'image A'B' est plus grande que l'objet AB : $A'B' = 2\text{cm}$ et $AB = 1\text{cm}$ donc $A'B' > AB$
- La position de l'image A'B' par rapport à celle de l'objet AB : La distance OA' entre l'image et la lentille est plus grande que la distance OA entre l'objet et la lentille
 $OA = 3\text{cm}$ et $OA' = 6\text{cm}$ donc $OA' > OA$
- L'image A'B' est renversée.
- l'image A'B' est réelle car se situe après la lentille (elle est observable sur l'écran). On obtient une image réelle lorsque l'objet est situé avant le foyer objet de la lentille.

2ème cas : $OA = OF$

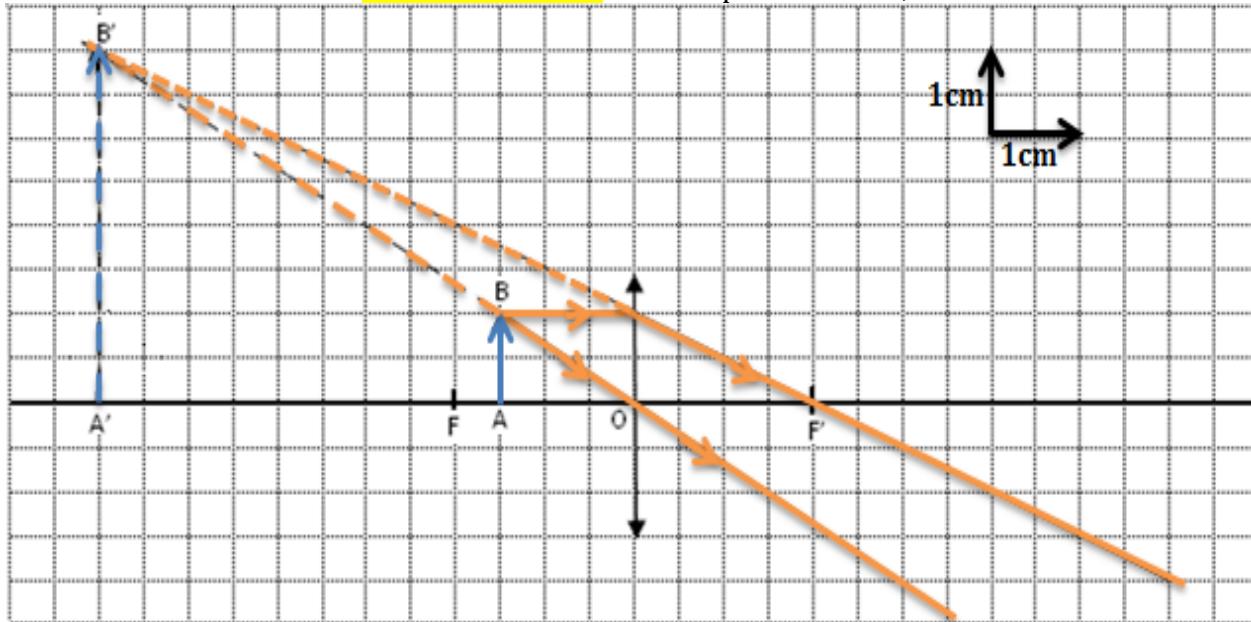
On prend $OA = 2\text{cm}$



- ▶ Les rayons lumineux sont parallèles, donc l'image $A'B'$ de l'objet AB se forme à l'infini.

3ème cas : $OA < OF$

On prend $OA = 1,5\text{cm}$



- ▶ La longueur de l'image $A'B'$ par rapport à celle de l'objet AB : L'image $A'B'$ est plus grande que l'objet AB : $A'B' = 4\text{cm}$ et $AB = 1\text{cm}$ donc $A'B' > AB$
- ▶ La position de l'image $A'B'$ par rapport à celle de l'objet AB : La distance OA' entre l'image et la lentille est plus grande que la distance OA entre l'objet et la lentille
 $OA = 1,5\text{cm}$ et $OA' = 6\text{cm}$ donc $OA' > OA$
- ▶ L'image $A'B'$ est droite.
- ▶ l'image $A'B'$ est virtuelle car elle est située avant la lentille (n'est pas observable sur l'écran)

Résumé :

La distance OA entre l'objet et la lentille	Les caractéristiques de l'image obtenue
$OA > OF$	La position de l'image : $OA' > OA$ La longueur de l'image : $A'B' > AB$ La nature de l'image : image réelle et renversée.
$OA = OF$	L'image $A'B'$ se forme à l'infini (image réelle et renversée).
$OA < OF$	La position de l'image : $OA' > OA$ La longueur de l'image : $A'B' > AB$ La nature de l'image : image virtuelle et droite.