

Image donnée par une lentille mince convergente

I-Effet d'une lentille sur un faisceau lumineux:

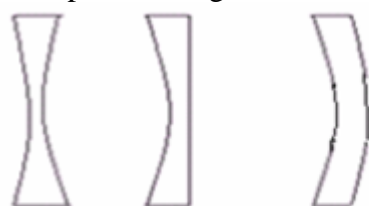
1) Définition d'une lentille sphérique:

Une lentille sphérique est un milieu transparent et homogène limité par deux faces sphériques ou par une face sphérique et une face plane.

Il existe deux types de lentilles minces :

-Les lentilles à bord mince : convergentes.

-Les lentilles à bord épais : divergentes.



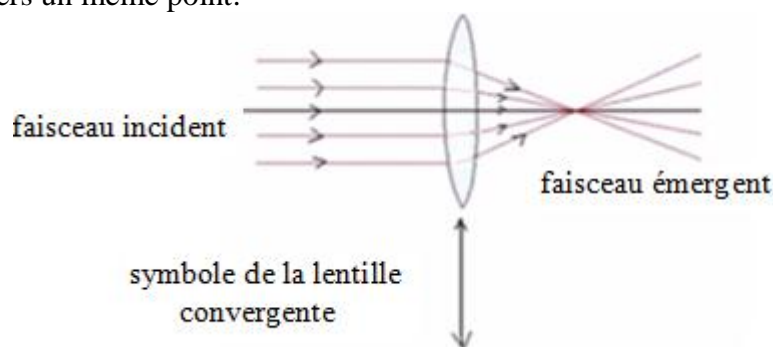
lentilles convergentes.



lentilles divergentes.

2) Effet d'une lentille convergente sur un faisceau lumineux:

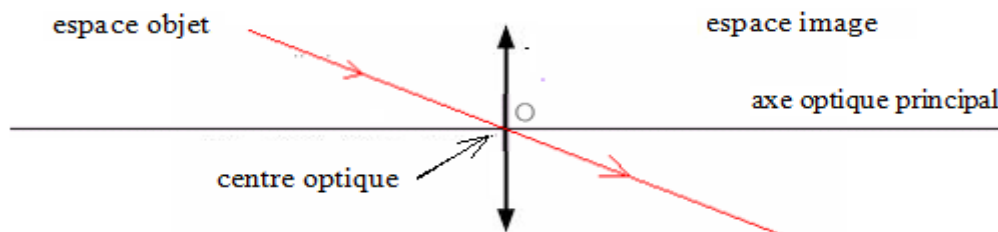
Tous les rayons parallèles entre eux et parallèles à l'axe optique de la lentille d'un faisceau lumineux incident émergent de la lentille en convergent vers un même point.



II- Caractéristiques d'une lentille mince convergente :

1) L'axe optique principal – le centre optique :

On appelle axe optique principal d'une lentille convergente l'axe de symétrie commun à ses deux faces sphériques et perpendiculaire à la lentille.



Le centre optique de la lentille est le point d'intersection de la lentille avec son axe optique principal.

L'espace qui se trouve devant la lentille s'appelle espace objet.

L'espace qui se trouve derrière la lentille s'appelle espace image.

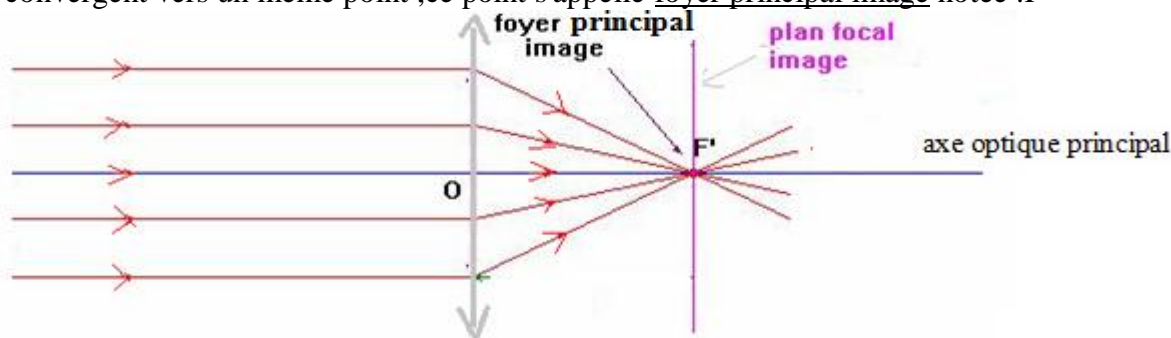
Remarque : • Si l'objet se trouve dans l'espace objet il est réel et s'il se trouve dans l'espace image il est virtuel.

• Si l'image se trouve dans l'espace image elle est réelle et si elle se trouve dans l'espace objet elle est virtuelle.

Tout rayon lumineux incident passant par le centre optique de la lentille n'est pas dévié.

2) Foyer principal image :

Tous les rayons parallèles entre eux et parallèles à l'axe optique de la lentille d'un faisceau lumineux incident émergent de la lentille en convergent vers un même point, ce point s'appelle foyer principal image notée : F'



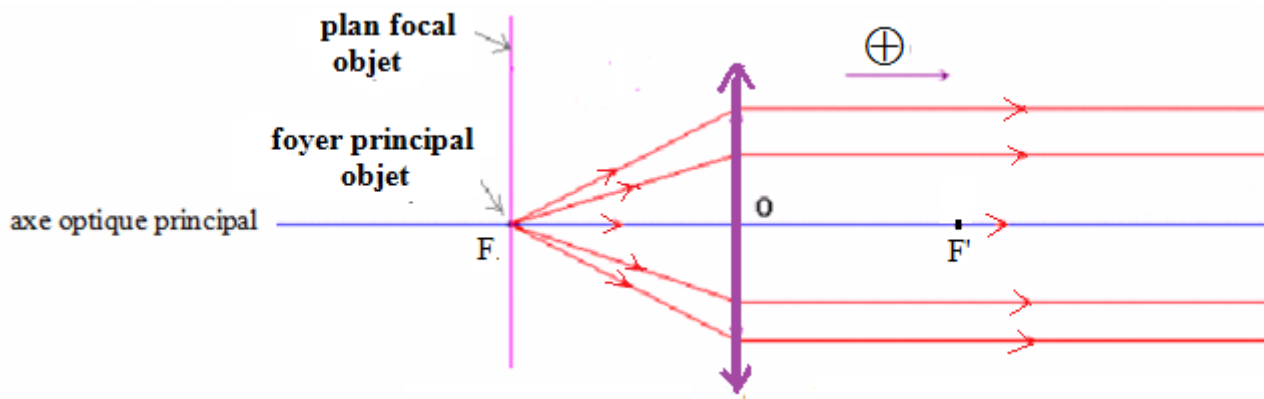
Tout rayon lumineux incident parallèlement à l'axe optique principale de la lentille dévie en passant par le foyer principal image F' .

Par convention on choisit le sens de propagation de la lumière comme sens positif sur l'axe principal optique.

est la distance algébrique séparant le centre optique de la lentille et le foyer principal image F' . $f' = \overline{OF'}$ La distance focale image
Le plan perpendiculaire à l'axe principal optique et passant par le foyer principal image F' , s'appelle plan focal image.

3) Foyer principal objet :

Symétriquement au foyer principal image F' par rapport au centre optique de la lentille se trouve le foyer principal objet F .



Tout rayon lumineux incident passant par le foyer principal objet de la lentille émerge parallèlement à son axe principal optique.

est la distance algébrique séparant le centre optique de la lentille et le foyer principal objet F . $f = \overline{OF}$ La distance focale objet
Le plan perpendiculaire à l'axe principal optique et passant par le foyer principal objet F , s'appelle plan focal objet.

III-Image donnée par une lentille mince convergente :

1) Qualité d'une lentille mince convergente :

L'image donnée par la lentille est bonne si elle est nette, non irisée et non déformée.

Pour que la lentille donne une image nette elle doit donner à chaque point A de l'objet un seul point image A' (on dit qu'il ya stigmatisme rigoureux). Pour cela il est nécessaire de se trouver dans les conditions de Gauss.

Conditions de Gauss:

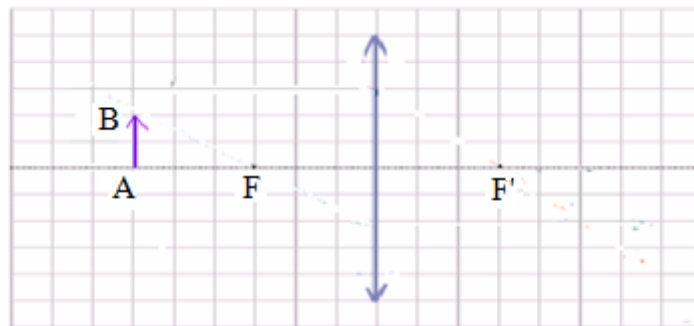
1^{ère} condition : Les rayons lumineux incident doivent être envoyés plus proche du centre optique de la lentille.

2^{ème} condition: Les rayons lumineux envoyés par l'objet doivent faire un petit angle avec l'axe optique de la lentille.

Pour réaliser les conditions de Gauss il suffit d'utiliser un diaphragme devant la lentille.

2) Construction de l'image donnée par une lentille mince convergente :

On représente l'objet AB par une flèche perpendiculaire à l'axe principal optique de telle façon que le point A appartient à cet axe (voir schéma).



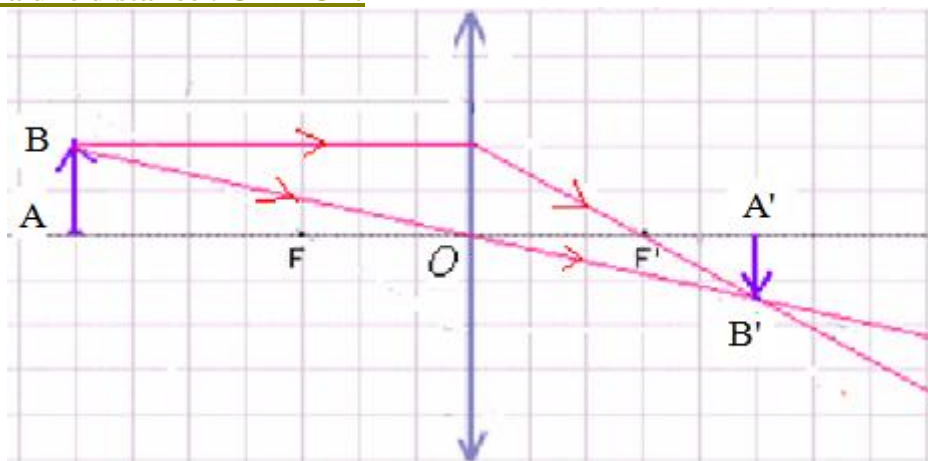
Pour construire l'image d'un objet AB , donnée par la lentille il suffit de tracer les rayons issus de B passant par O , F et F' .

Tout rayon lumineux issu de B et passant par le centre optique de la lentille n'est pas dévié.

Tout rayon lumineux issu de B et passant par le foyer principal objet F émerge de la lentille parallèlement à son axe optique..

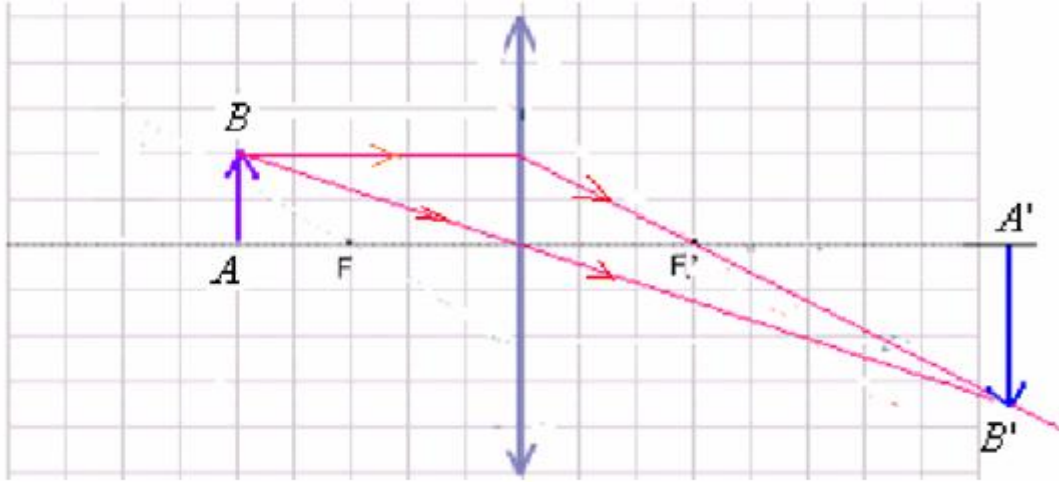
Tout rayon lumineux issu de B parallèlement à l'axe optique de la lentille émerge en passant par le foyer principal optique

Cas ou l'objet est situé à une distance : $OA > 2OF$:



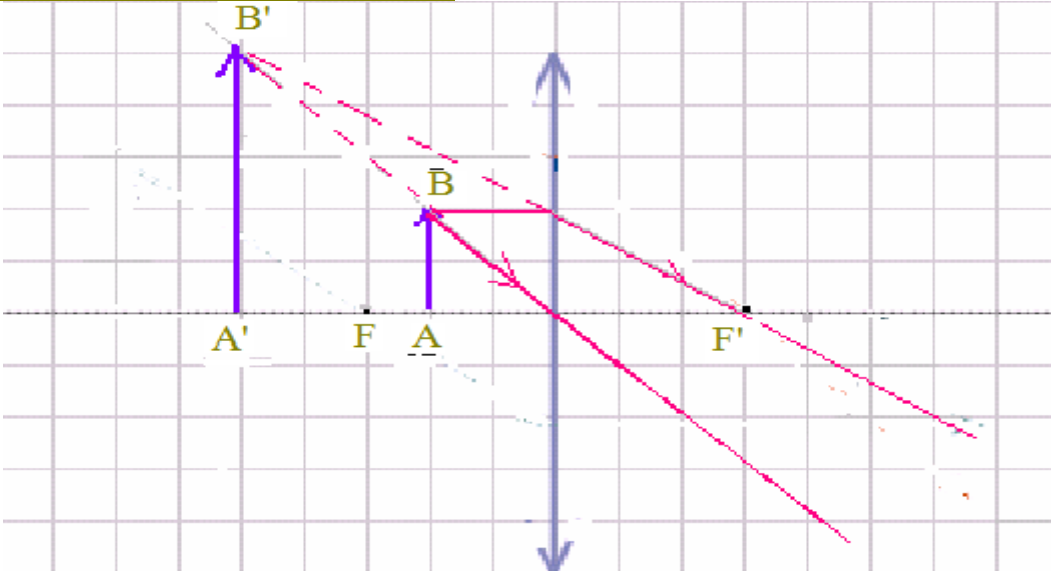
- L'objet AB est réel (car il se trouve dans l'espace objet)
 L'image A'B' :
 - est réelle (car elle se trouve dans l'espace image)
 - Elle est renversée.
 - Elle est plus petite que l'objet.

Cas ou l'objet est situé à une distance $2.OF > OA > OF$:



- L'objet AB est réel (car il se trouve dans l'espace objet)
 L'image A'B' :
 - est réelle (car elle se trouve dans l'espace image)
 - Elle est renversée.
 - Elle est plus grande que l'objet.

Cas ou l'objet est situé à une distance $OF > OA > 0$:

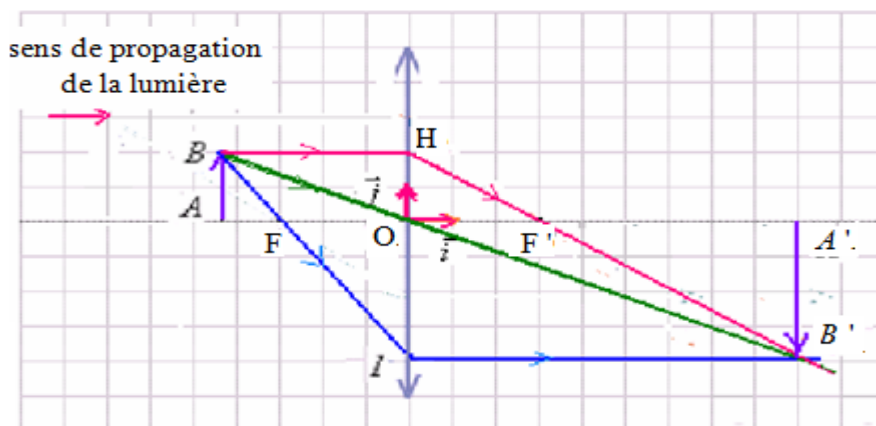


- L'objet AB est réel (car il se trouve dans l'espace objet)
 L'image A'B' :
 - est virtuelle (car elle se trouve dans l'espace objet)
 - Elle est droite (non renversée).
 - Elle est plus grande que l'objet.

IV-Relations de grandissement et de conjugaison :

1) Relation de grandissement :

Considérons un repère, son origine O est confondu avec le centre optique de la lentille convergente et le (O, \vec{i}, \vec{j}) et orienté $\vec{i} \perp \vec{j}$ Confondu avec l'axe optique et orienter dans le sens de propagation de la lumière et \vec{i} vecteur unitaire vers le haut.



$\gamma = \frac{A'B'}{AB}$ On appelle grandissement de la lentille la grandeur :

- Si L'objet et l'image ont même sens, dans ce cas l'image est droite (car elle a même sens que l'objet). $\gamma > 0$
- Si L'objet et l'image ont des sens opposés, dans ce cas l'image est renversée. $\gamma < 0$
- Si L'image est plus grande que l'objet. $|\gamma| > 1$
- Si L'image est plus petite que l'objet. $|\gamma| < 1$

Nous avons dans la figure précédente les triangles OAB et OA'B' sont semblables donc : $\frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{OA}$

Donc la relation de grandissement devient : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{OA}$

2) Relation de conjugaison :

Nous avons dans la figure précédente les triangles F'OH et F'A'B' sont semblables donc : $\frac{\overline{OH}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}$ avec :

$$\text{donc: } \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} \Rightarrow \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{\overline{F'O} + \overline{OA'}}{\overline{F'O}} \Rightarrow \frac{\overline{A'B'}}{AB} = 1 + \frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}} \Rightarrow \boxed{\frac{\overline{A'B'}}{AB} = 1 - \frac{\overline{OA'}}{\overline{OF'}}} \quad (1)$$

$\frac{\overline{OA'}}{OA} = 1 - \frac{\overline{OA'}}{\overline{OF'}}$ donc en remplaçant dans la relation (1) elle devient : $\frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{OA}$, et d'après la relation de grandissement on a :

c'est la relation de conjugaison. $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ $\Rightarrow \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OF'}}$ on a : $\overline{OA'}$ en divisant le tout par

- Si l'objet est réel : $\overline{OA} > 0$ et si l'objet est virtuel : $\overline{OA} < 0$
- Si l'image est réelle : $\overline{OA'} < 0$ et si l'image est virtuelle : $\overline{OA'} > 0$

3) Vergence d'une lentille :

La vergence d'une lentille convergente est : C . δ son unité est la dioptrie (symbolisée par $C = \frac{1}{\overline{OF'}}$)

Est exprimée en mètre (m). $\overline{OF'}$ Remarque : dans la relation précédente de la vergence, la distance focale

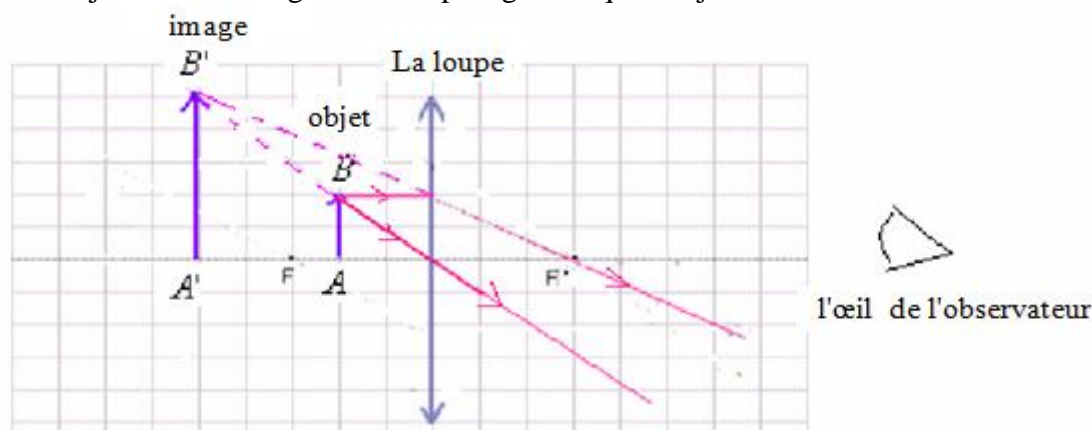
V-La loupe :

1) Définition:

La loupe est une lentille mince convergente de faible distance focale (de l'ordre de quelques centimètres), dans la vie courante on utilise une loupe pour observer les objets de petites dimensions.

2) Construction de l'image donnée par une loupe :

La loupe donne d'un objet réel une image virtuelle plus grande que l'objet.

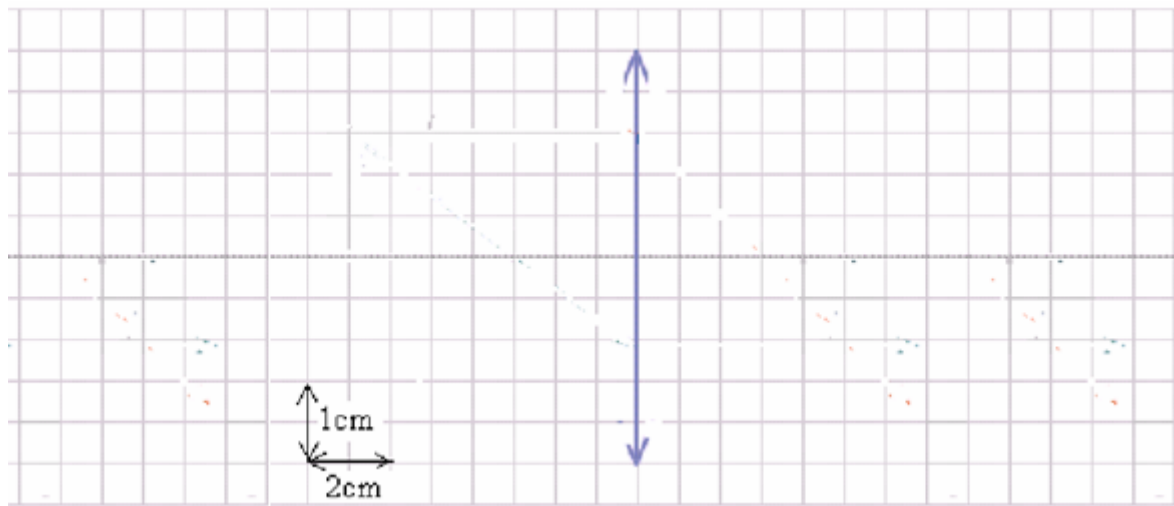


3) Exercice d'application:

, de centre optique O. 20δ On considère une lentille mince convergente de vergence

- 1) Déterminer la distance focale image de la lentille.
- 2) Concéderons un objet AB droit (non renversé) placé devant la lentille (dans l'espace objet) perpendiculairement à l'axe optique de la lentille sa longueur 1cm qui se trouve à une distance 15cm de O, le point A appartient à l'axe optique principal.
 - a) Représenter sur la figure suivante en utilisant l'échelle indiquée les foyers F et F' de la lentille puis l'objet AB.
 - b) Déterminer la valeur de : \overline{OA}
 - c) En utilisant la relation de conjugaison déterminer la valeur de $\overline{OA'}$
 - d) Déterminer le grandissement de la lentille puis en déduire la longueur de l'image et sa nature.

e) Faire la construction graphique de l'image A'B'.



-----réponse-----

1) On a $C = \frac{1}{OF'}$ $\Rightarrow \overline{OF'} = \frac{1}{C} = \frac{1}{20} = 0,05m = 5cm$.

2) a) voir figure.

$\overline{OA} < 0$ On a : $\overline{OA} = -15cm$ b)

L'objet est réel (il se trouve dans l'espace objet)

c) $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ $\Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}}$ $\Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{\overline{OA} + \overline{OF'}}{\overline{OF'} \times \overline{OA}}$ $\Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OF'} \times \overline{OA}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$

A.N: $\overline{OF'} = 5cm ; \overline{OA} = -15cm$ $\overline{OA'} = \frac{5 \times (-15)}{(-15) + 5} = 7,5cm$

d) relation de grandissement: $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{7,5}{-15} = -0,5$

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -0,5$ $\overline{A'B'} = -0,5 \cdot \overline{AB} = -0,5 \times 1cm = -0,5cm$

$\overline{OA'} > 0$ L'image est réelle (elle se trouve dans l'espace image)

donc l'image est plus petite que l'objet. $|\lambda| < 1$ donc l'image est renversée et $\gamma < 0$

Donc l'image est réelle renversée plus petite que l'objet.

e) Construction graphique:

