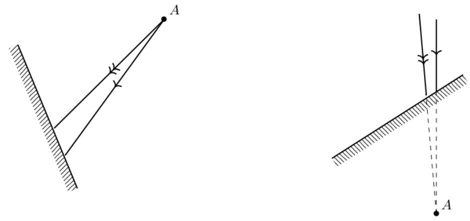
Ex. 1 Constructions d'images par un miroir plan ✎

Dans chacune des configuration ci-dessous, dessiner les deux rayons réfléchis et indiquer la position du point-image A'.
Le point A' est-il réel ou virtuel ? **Indication : commencer par positionner le point-image.**

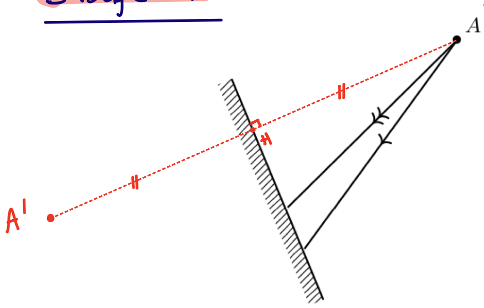


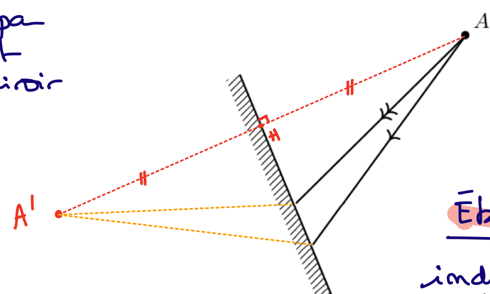
2 méthodes :

1) Tracer les rayons réfléchis et chercher leur point d'intersection. (Sans grille c'est forcément approx. il faudrait faire une construction à la règle et au compas)

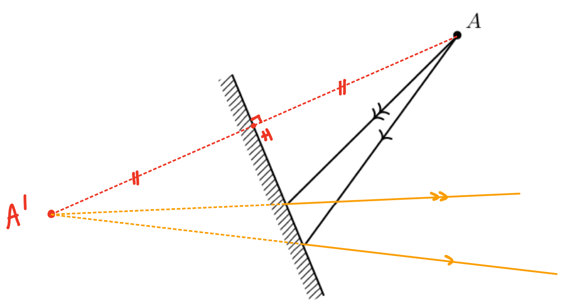
⇒ 2) Utiliser la propriété vue en cours : 2 points A et A' conjugués par le miroir plan sont symétriques par rapport au plan du miroir. On commence par placer A'.
Les rayons réfléchis se croisent en A' (en réalité on se sert de A' pour tracer les rayons réfléchis)

Étape 1 : Placer A' symétrique de A par rapport au miroir

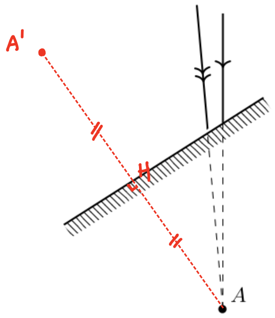




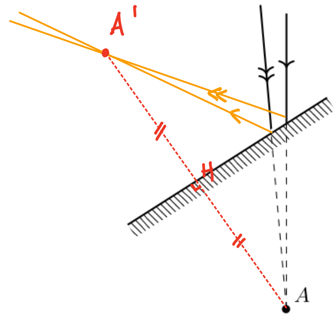
Étape 2 : indiquer la direction ------ des rayons réfléchis



Étape 3 : tracer les rayons réfléchis

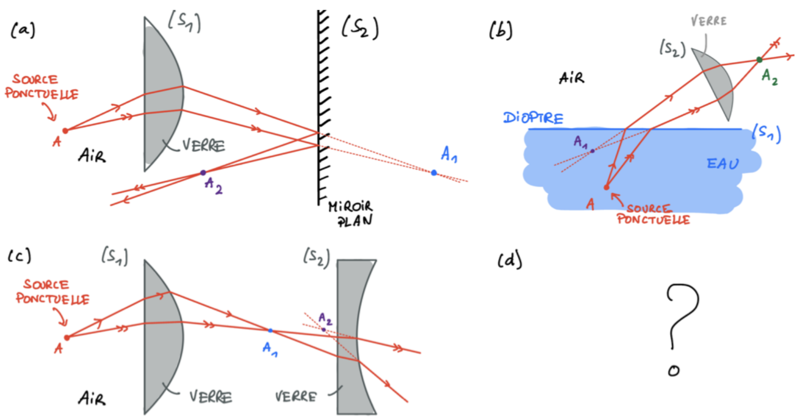


Étape 1



Étapes 2 et 3

Ex. 2 Objet, image ✎



⊛ Cas (a)

1) Le point A est le point d'intersection d'un faisceau de rayons incidents sur le système (S_1) : c'est un point objet.
Ce point objet se trouve avant la surface d'entrée :
⇒ c'est un point objet réel.

2) A_1 est le point d'intersection des rayons émergents de (S_1)
c'est un point image. Il est situé après la surface de sortie
⇒ point image réel

3) A_1 est aussi le point d'intersection des rayons incidents sur (S_2). Il est situé après la surface d'entrée de (S_2)

$\Rightarrow$ A_1 est un point objet virtuel pour (S_2).

4) A_2 est le point d'intersection des rayons émergents de (S_2) et il est situé après la surface de sortie.

$\Rightarrow$ A_2 est un point image réel pour (S_2)

Finalement :

$$A \xrightarrow{(S_1)} A_1 \xrightarrow{(S_2)} A_2$$

A : objet réel

A_1 : image réelle, objet virtuel

A_2 : image réelle.

5) Cas (b). On tient le même raisonnement.

$$A \xrightarrow{(S_1)} A_1 \xrightarrow{(S_2)} A_2$$

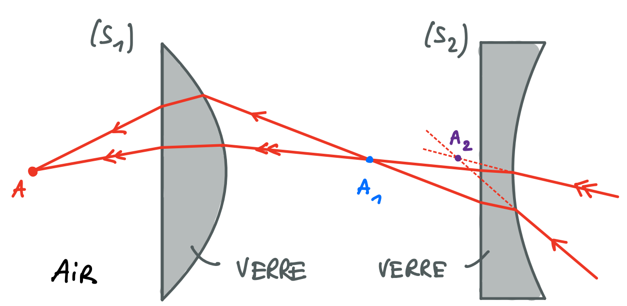
A : objet réel

A_1 : image réelle, objet réel

A_2 : image virtuelle.

6) On crée un cas (d) à partir de (c) en inversant le sens des rayons lumineux. D'après le principe de retour inverse de la lumière le trajet des rayons lumineux est le même à travers (S_2) puis (S_1).

(d)



$$A_2 \xrightarrow{(S_2)} A_1 \xrightarrow{(S_1)} A$$

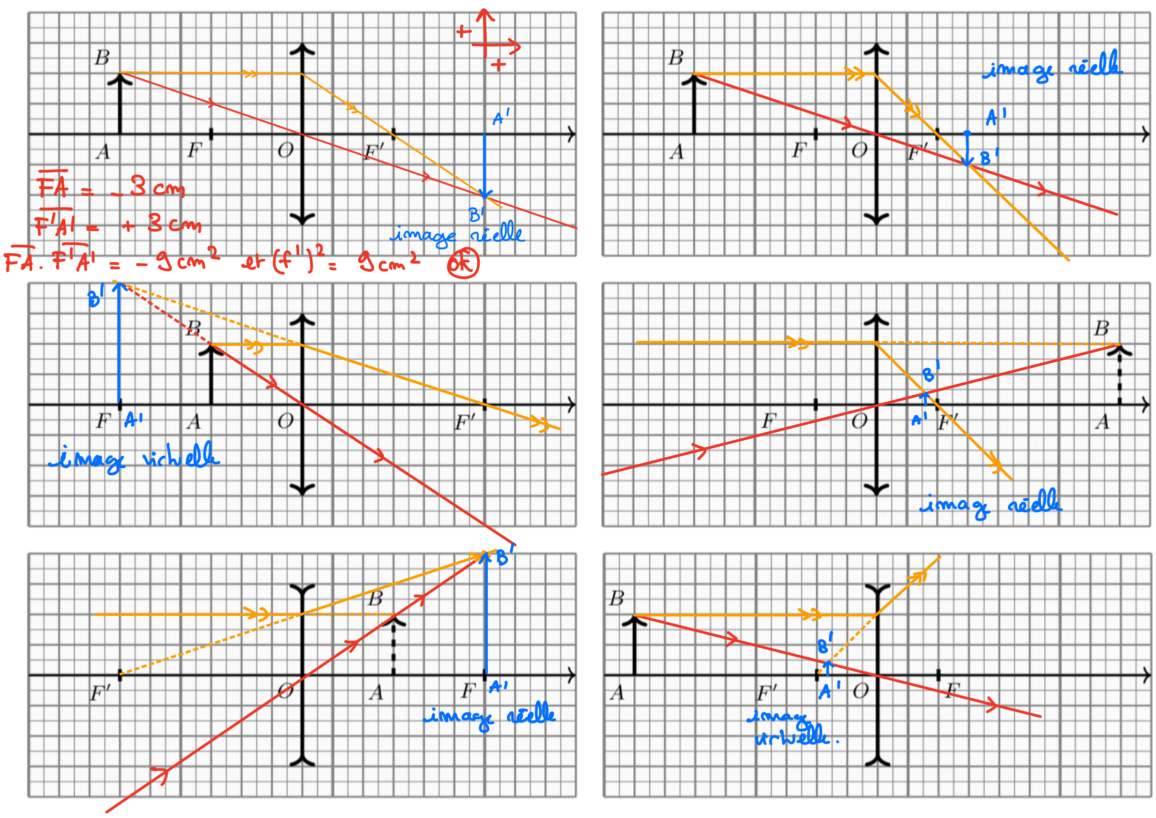
A_2 : objet virtuel

A_1 : image réelle, objet réel

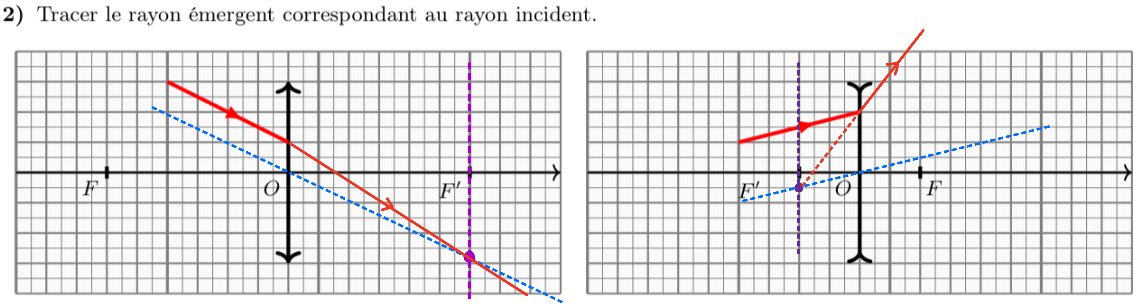
A : image réelle

Ex. 5 Constructions d'images ✎

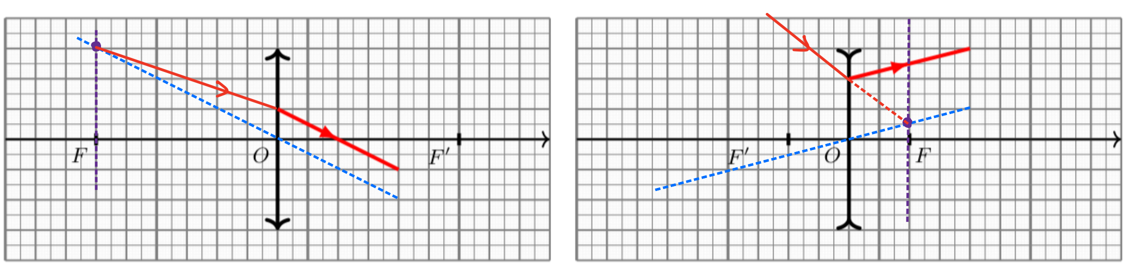
1) Pour chaque cas, construire l'image $\overrightarrow{A'B'}$ de l'objet $\overrightarrow{AB}$. Préciser la nature (réelle ou virtuelle) de l'image obtenue. Vérifier la position et la taille de l'image à l'aide des formules de conjugaison.



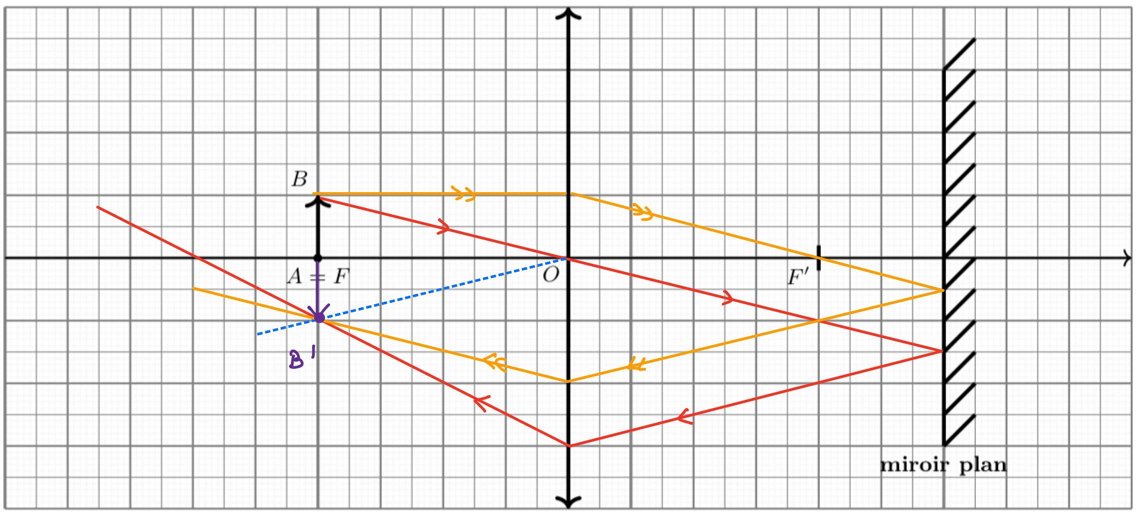
2) Tracer le rayon émergent correspondant au rayon incident.



3) Tracer le rayon incident correspondant au rayon émergent.



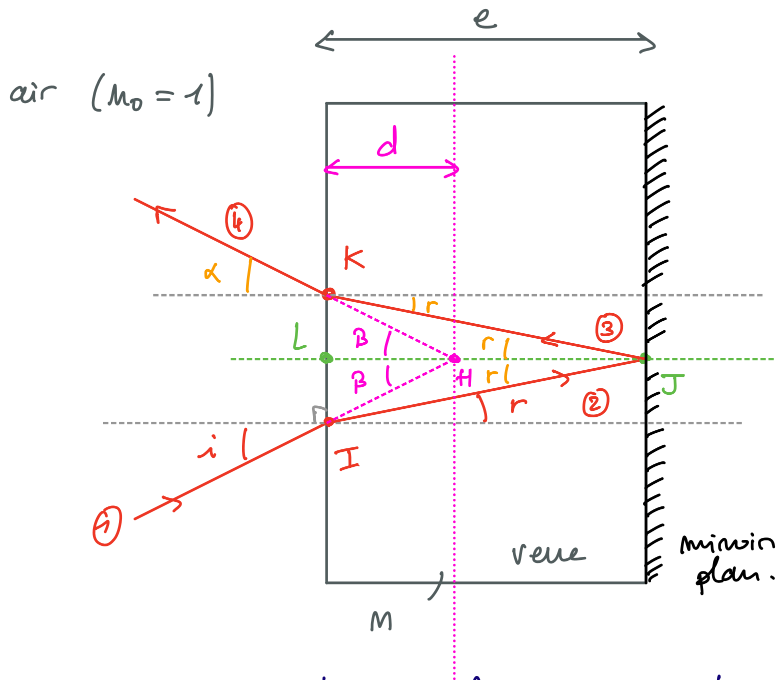
4) Construire l'image $\overrightarrow{A'B'}$ de l'objet $\overrightarrow{AB}$. **Le point A est confondu avec le foyer principal objet F de la lentille.** Préciser la nature (réelle ou virtuelle) de l'image, si elle est retournée ou droite, et sa taille. Cette construction correspond à la **méthode de l'autocollimation** que vous verrez dans le TP 2 et utiliserez dans les TP 3 & 4 ! ✌



L'image $\overrightarrow{A'B'}$ est réelle : on peut la recueillir sur un écran ($\overrightarrow{A'B'}$ est après la surface de sortie du système optique ; attention, le sens des rayons lumineux a changé après réflexion sur le miroir). Elle est renversée et de même taille que l'objet $\overrightarrow{AB}$.

Ex. 3 Miroir domestique.

Avant toute chose : faire un schéma (grand, beau, détaillé !)



① Rayon incident sur la face d'entrée de la lame de verre. (angle d'incidence i, au point I).

② Rayon réfracté, angle de réfraction r avec

$$n_0 \sin(i) = n \sin(r). \qquad (1)$$

③ Réflexion en J sur le miroir plan. Angle d'incidence r au point J (propriété des angles alternes-internes)
Angle de réflexion r (loi de Snell-Descartes pour la réflexion).

④ Rayon réfracté (= rayon émergent) en K. Angle d'incidence r au point K (angles alternes-internes). Angle de réfraction α avec $\quad n \sin(r) = n_0 \sin(\alpha) \quad (2)$

D'après (1) $\Rightarrow$ $\underline{\alpha = i}$ //

1) les prolongements virtuels du rayon incident et du rayon émergent (en ....) se croisent au point H. Ces 2 rayons sont symétriques par rapport à la droite (LH.) Tout se passe "comme si" le rayon incident était réfléchi sur la surface passant par H et orthogonale à (LH).

On travaille dans les triangles LJK et LHK.

$\tan(r) = \dfrac{LK}{LJ}$ et $\tan(\beta) = \dfrac{LK}{LH}$

or $LJ = e$; $LH = d$; $\beta = i$

donc $LK = e\tan(r)$ et $LK = d\tan(i)$

donc $e\tan(r) = d\tan(i) \Rightarrow d = e\dfrac{\tan(r)}{\tan(i)}$

2) Approx. des petits angles : $i \ll 1$ rad.

or $r < i$ donc $r \ll 1$ rad.

Ainsi: $\tan(i) \simeq i$ et $\tan(r) \simeq r$ donc $d \simeq e\dfrac{r}{i}$

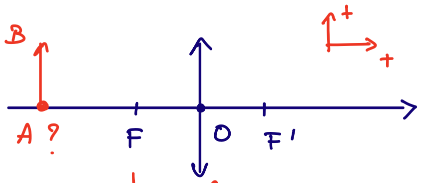
De plus $n\sin(r) = n_0\sin(i)$

$\Rightarrow nr \simeq n_0 i \Rightarrow \dfrac{r}{i} \simeq \dfrac{n_0}{n} \Rightarrow d \simeq e\dfrac{n_0}{n}$

Ainsi dans l'approx. des petits angles la distance d est indépendante de l'angle d'incidence i, ce qui garantit le stigmatisme approché du dispositif.

Ex. 6

1) Lentille convergente de distance focale image $f' = 50$ mm.



Om cherche où placer l'objet $\vec{AB}$ pour obtenir une image $\vec{A'B'}$, 2 fois plus grande, droite ou renversée, càd un grandissement $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ tq. $\gamma = \pm 2$.

On a orienté les axes pour pouvoir définir les distances algébriques.

- La grandeur inconnue est (par exemple) $\overline{OA}$.
- L'autre ———— est $\overline{OA'}$.
- Il faut écrire 2 équations : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ (1)

et $\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \gamma$ (2)

- Ainsi $\overline{OA'} = \gamma\,\overline{OA}$ et on réinjecte dans (1) : $\frac{1}{\gamma\,\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{\gamma} - 1\right)\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

$$\Rightarrow \frac{1-\gamma}{\gamma}\,\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

$$\Rightarrow \overline{OA} = f'\,\frac{1-\gamma}{\gamma}$$

⚠ Remarquez que je fais tous les calculs sous forme littérale. Il ne reste plus qu'à faire l'A.N. pour les 2 cas $\gamma = \pm 2$.

Mais l'expression obtenue est valable pour toute valeur de γ !

A.N. $\gamma = 2$ $\quad \overline{OA} = f'\,\frac{1-2}{2} = -\frac{1}{2}f' \Rightarrow \overline{OA} = -25$ mm

objet réel. (entre F et O)

$(\Rightarrow \overline{OA'} = 2\,\overline{OA} = -50$ mm$)$.

image virtuelle.

$\gamma = -2$ $\quad \overline{OA} = \frac{f'(1+2)}{-2} = -\frac{3}{2}f' \Rightarrow \overline{OA} = -75$ mm

objet réel avant F

$(\Rightarrow \overline{OA'} = -2\,\overline{OA} = +3f' \Rightarrow \overline{OA'} = +150$ mm

image réelle.

2) Question pour vous : pour aboutir à la relation obtenue dans la question 1) : $\overline{OA} = \frac{1-\gamma}{\gamma} f'$, a-t-on fait une hypothèse sur la nature (convergente ou divergente) de la lentille ?

... et bien non !

Il suffit donc de faire les A.N. avec $f' = -50$ mm (le signe − indiquant que la lentille est divergente !)

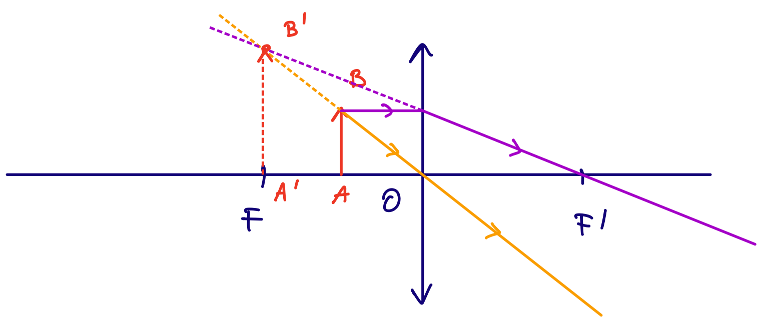
$\gamma = +2$ $\quad \overline{OA} = -\frac{1}{2} f' \Rightarrow \overline{OA} = +25$ mm //
objet virtuel

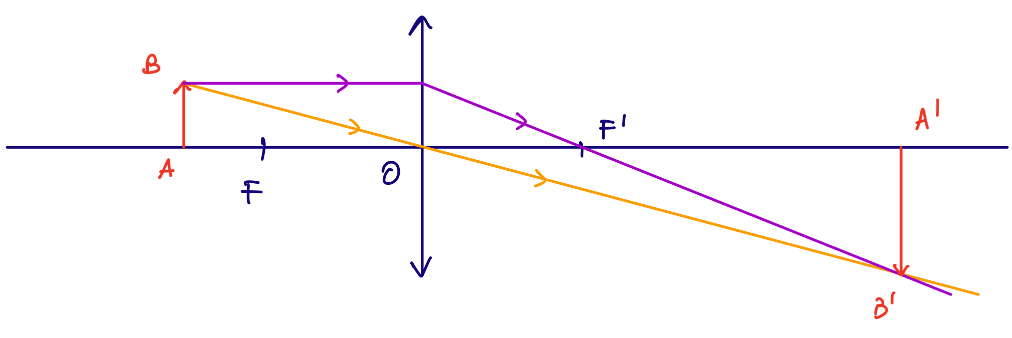
$(\overline{OA'} = 2\,\overline{OA} \Rightarrow \overline{OA'} = 50$ mm$)$
image réelle.

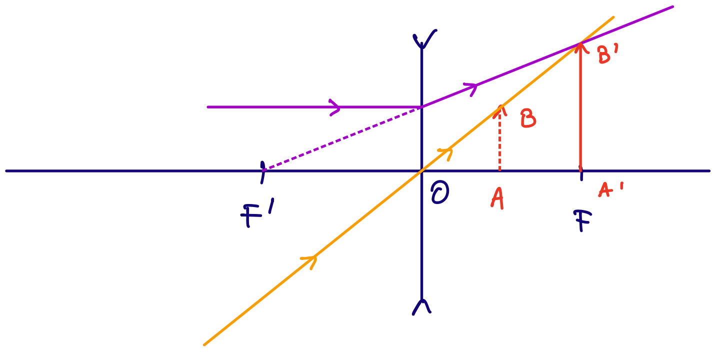
$\gamma = -2$ $\quad \overline{OA} = -\frac{3}{2} f' \Rightarrow \overline{OA} = +75$ mm
objet virtuel.

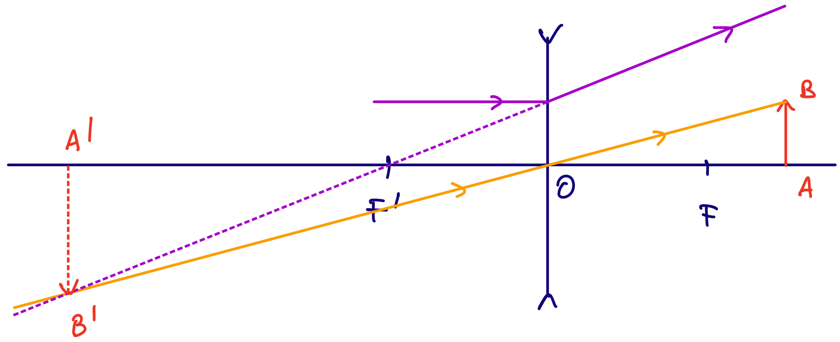
$(\overline{OA'} = -2\,\overline{OA} \Rightarrow \overline{OA'} = -150$ mm$)$
image virtuelle.

3) Construction échelle 10 mm ⟷






B'
B
O
A
A'
F'
F


B
A'
O
A
F'
F
B'