

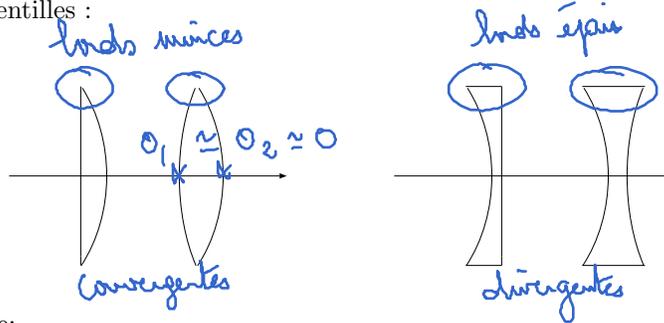
# Optique géométrique 3 : les lentilles minces

## Qu'est ce qu'une lentille?

Les lentilles sont des systèmes optiques qui possèdent :

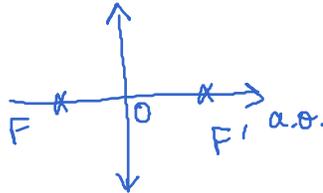
- un centre noté  $O$  (tout rayon passant par le centre n'est pas dévié)
- un axe de révolution appelé axe optique: c'est un axe qui passe par  $O$  et qui est orienté dans le sens de la lumière incidente
- des foyers objet et image, notés respectivement  $F$  et  $F'$ : ce sont deux points sur l'axe optique, symétriques l'un de l'autre par rapport à  $O$ . On note la distance focale image  $f' = \overline{OF'}$ .

Il existe deux types de lentilles :

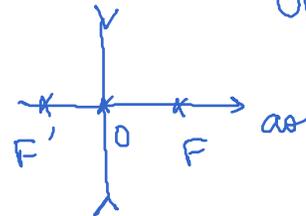


Représentation simplifiée:

$\vec{OF'}$  sens de l'axe  
 $f' = \overline{OF'} > 0$

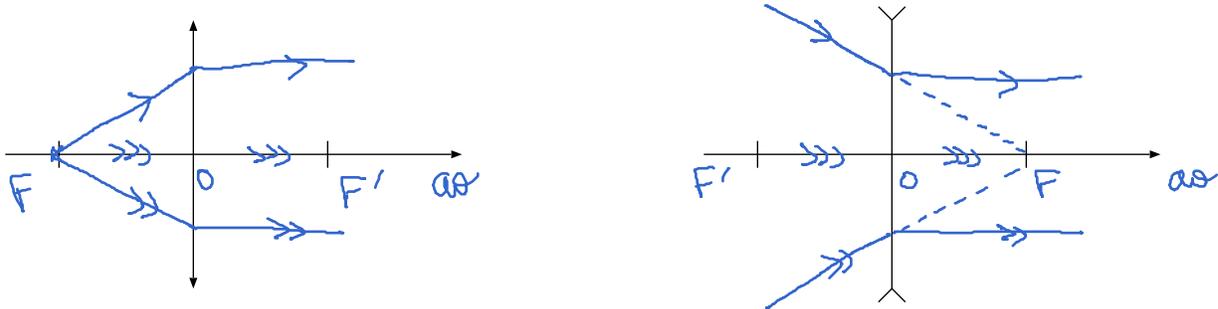


$\vec{OF'}$  sens opposé à l'axe  
 $f' = \overline{OF'} < 0$

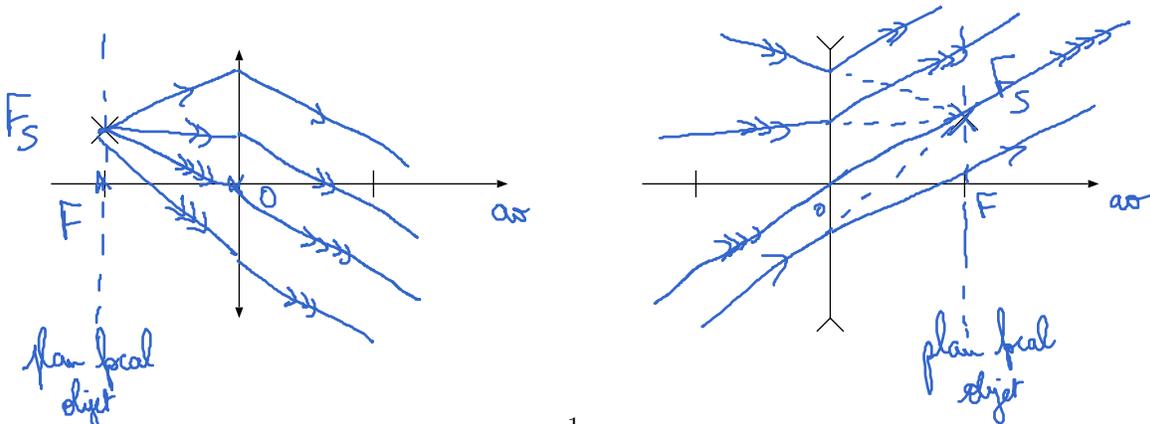


## ♥ Qu'est-ce qu'un foyer objet?

**B** // Le foyer objet noté  $F$  est l'objet de l'axe optique dont l'image est à l'infini sur l'axe optique. Conséquence : tout rayon incident passant par  $F$  ressort après traversée de la lentille parallèle à l'axe optique.

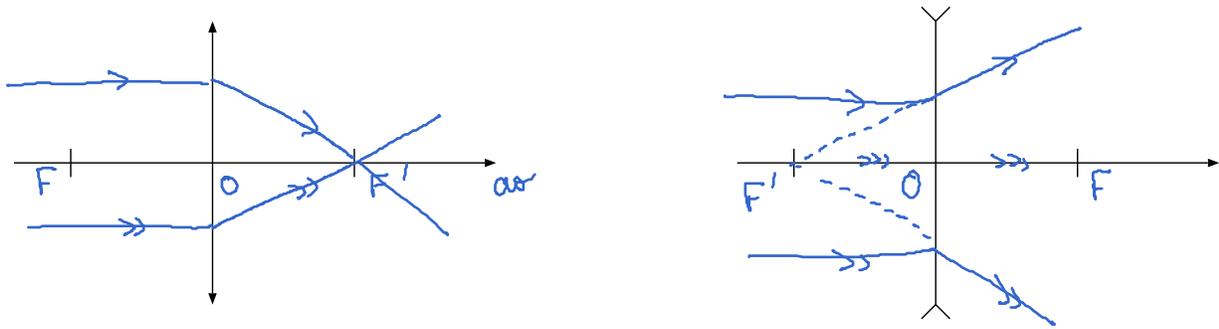


Dans le plan focal objet on trouve une infinité de foyers objets secondaires notés  $F_s$ . Un foyer objet secondaire a son image à l'infini en dehors de l'axe optique. Tous les rayons qui sont passés par  $F_s$  avant la lentille, sortent parallèles entre eux soit parallèles au rayon  $F_sO$  qui est passé par le centre et qui n'a pas été dévié.

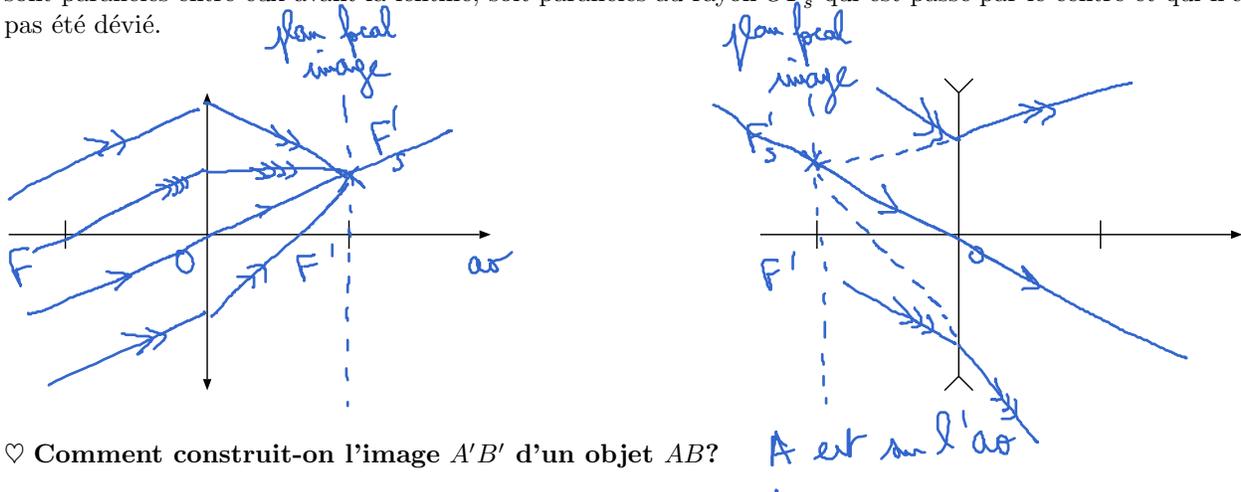


♡ Qu'est-ce qu'un foyer image?

Le foyer image noté  $F'$  est un point de l'axe optique dont l'objet est à l'infini sur l'axe optique. Conséquence : tout rayon incident parallèle à l'axe optique passe par  $F'$  après traversée de la lentille.



Dans le plan focal image il existe une infinité de foyers images secondaires notés  $F'_s$ . Un foyer image secondaire a son objet à l'infini en dehors de l'axe optique. Tous les rayons qui sortent de la lentille en passant par  $F'_s$  sont parallèles entre eux avant la lentille, soit parallèles au rayon  $OF'_s$  qui est passé par le centre et qui n'a pas été dévié.



♡ Comment construit-on l'image  $A'B'$  d'un objet  $AB$ ?

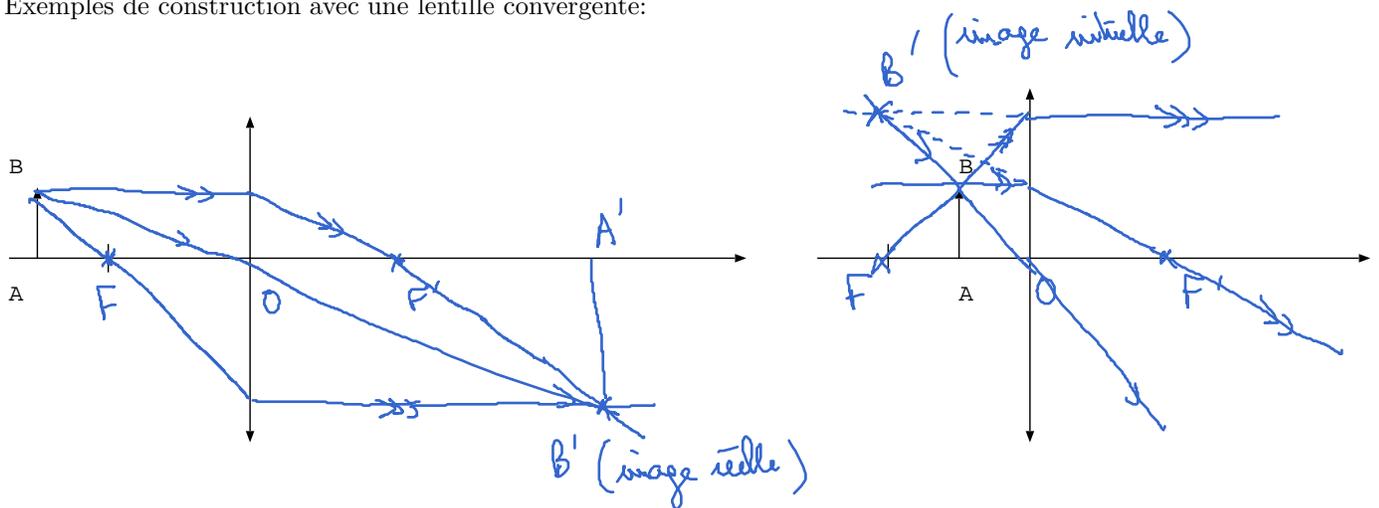
Soit  $B$  un objet en dehors de l'axe optique. On construit:

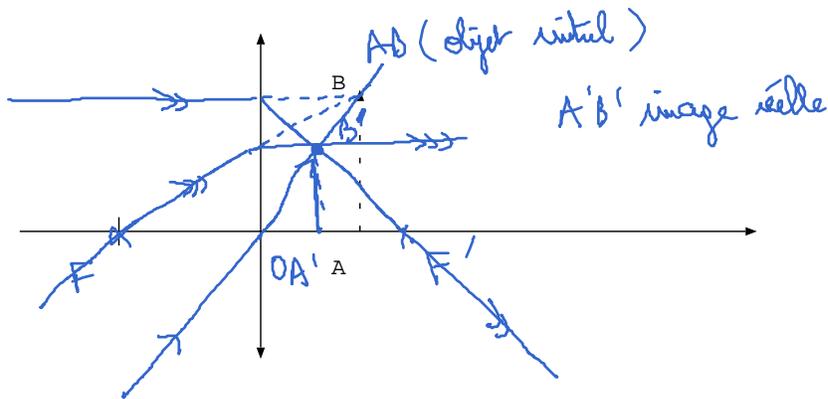
- le rayon incident passant par  $B$  et  $O$  (rayon  $\rightarrow$ ): il n'est pas dévié
- le rayon incident passant par  $B$  et parallèle à l'axe optique (rayon  $\rightarrow\rightarrow$ ): il ressort de la lentille en passant par  $F'$
- le rayon incident passant par  $B$  et  $F$  (rayon  $\rightarrow\rightarrow\rightarrow$ ): il ressort de la lentille parallèle à l'axe optique

L'image  $B'$  de  $B$  se trouve à l'intersection des 3 rayons sortants.

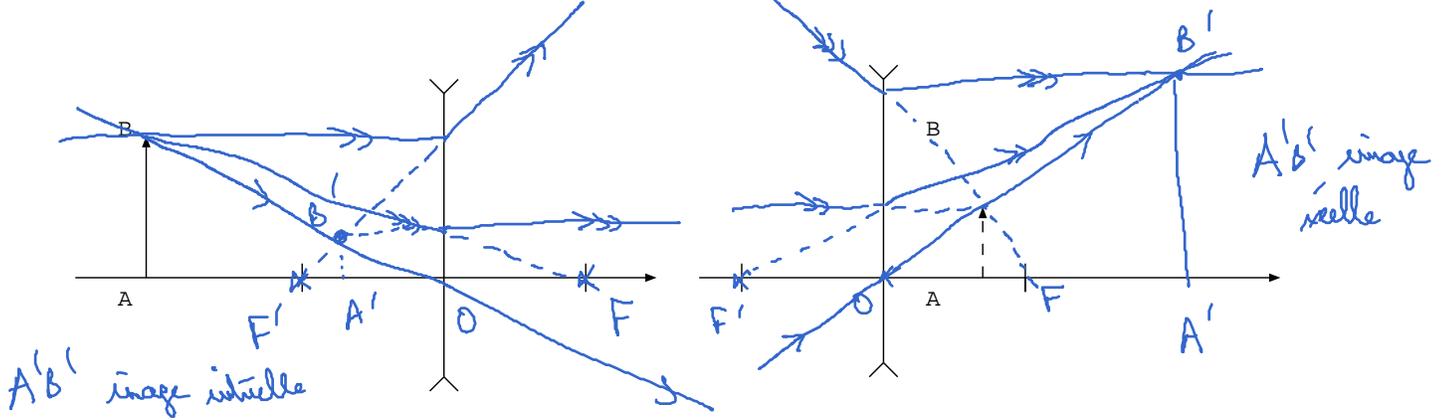
Soit  $A$  un point objet sur l'axe optique à la verticale de  $B$ .  $A'$  se trouve à la verticale de  $B'$  sur l'axe optique.

Exemples de construction avec une lentille convergente:





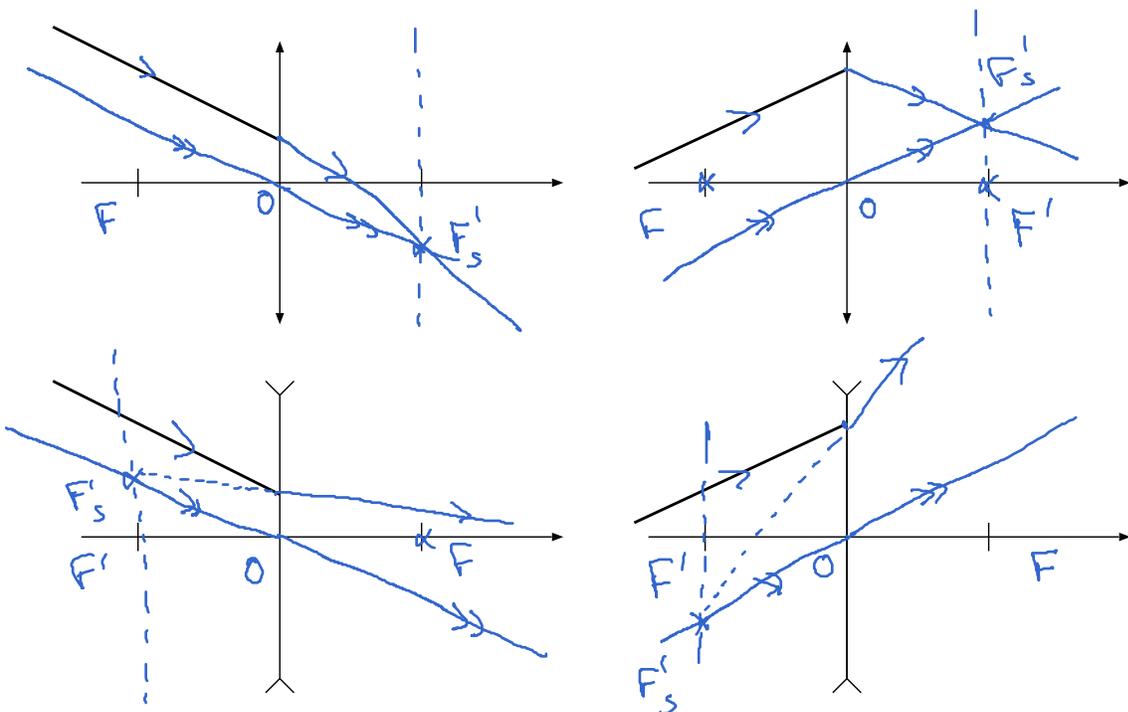
Exemples de construction avec une lentille divergente:



♡♡♡ Construction du rayon émergent d'un rayon incident quelconque (très important!!) :

Dans de nombreux exercices d'optique, on est amené à tracer les rayons émergents d'un rayon incident quelconque (ce rayon ne passe pas par  $O$ , il n'est pas parallèle à l'axe optique et ne passe pas par  $F$ , on l'appelle incident quelconque : il ne passe pas par  $F$ , il ne passe pas par  $O$  et il n'est pas parallèle à l'axe optique).

♡ Méthode de construction : Dans un premier temps on trace le rayon auxiliaire parallèle au rayon incident quelconque et passant par  $O$  (nous l'appellerons entre nous le rayon magique!). On trace ensuite le plan focal image passant par  $F'$ . A l'intersection du rayon auxiliaire et du plan focal image se trouve le foyer secondaire  $F'_s$ . Le rayon émergent associé au rayon incident donné sort de la lentille en passant par  $F'_s$ .



## ♡ Qu'est-ce que les conditions de Gauss?

Pour qu'une image optique soit nette il faut que :

- L'image d'un point soit un point (et non une tache) : on dit alors qu'il y a stigmatisme
- L'image d'un objet plan perpendiculaire à l'axe optique est plane et contenue dans un plan perpendiculaire à l'axe optique : on dit qu'il y a aplanétisme

Pour que les lentilles donnent une image nette il faut se placer dans les conditions de Gauss à savoir:

- les rayons lumineux frappent les dioptries au voisinage de l'axe optique
- les rayons sont peu inclinés par rapport à l'axe optique (les angles sont donc petits et on a  $\sin \alpha = \alpha$  ou  $\tan \alpha = \alpha$  avec  $\alpha$  en radian)!

Les lentilles possèdent un stigmatisme et un aplanétisme approchés uniquement lorsqu'on se place dans les conditions de Gauss.

## Relations de conjugaison:

Soit un objet  $A$  sur l'axe optique et son image  $A'$  sur l'axe optique également. Les relations de de conjugaison (qui ne sont pas à connaître mais à savoir utiliser) sont les relations mathématiques qui permettent de trouver la position de  $A'$  connaissant la position de  $A$  ou réciproquement.

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \text{ et } \overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = -f'^2$$

Soit  $B$  un objet en dehors de l'axe optique et  $B'$  son image en dehors de l'axe optique également. Les relations de grandissement permettent de trouver la position de  $B'$ :

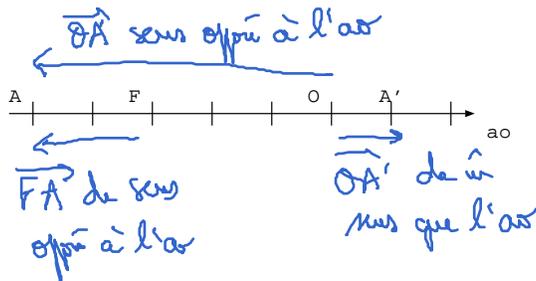
$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}$$

♡ Attention: dans ces relations  $\overline{OA}$  désigne une distance algébrique soit une distance  $> 0$  si  $\overline{OA}$  est dans le sens de l'axe optique et  $< 0$  si  $\overline{OA}$  est dans le sens opposé à l'axe optique

Exemple:

$$\overline{OA} = -5 \text{ cm}$$

$$\overline{OA'} = +2 \text{ cm}$$



$$\overline{FA} = -2 \text{ cm}$$

## A savoir faire sur les lentilles:

- Savoir tracer l'image d'un objet
- Savoir tracer le rayon émergent d'un rayon incident quelconque
- Savoir utiliser les relations de conjugaison et de grandissement