Formation d'images

I Définitions

1 Système optique

Ensemble de milieux transparents séparés par des surface polies (dioptre, ...). La lumière s'y propage par réfraction

Si la luière traverse le syst optique de part en part, il est dit dioptrique

Si elle revient sur ses pas, il est dit catadioptrique

Si le syst optique possède un axe de révolution. On dit qu'il est centré et l'axe s'appelle l'axe optique

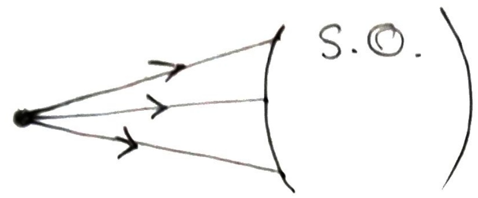
Un objet n'est visible par l'oeil que

- s'il est une source primaire
- s'il diffuse la lumière reçue (c'est une source secondaire)

On distingue les objets ponctuels et étendus

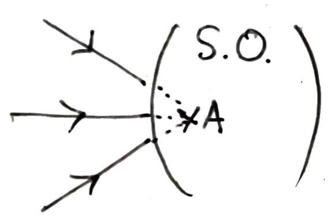
On distingue les objets

- réels



peut être $\begin{cases} \text{touché} \\ \text{déplacé} \end{cases}$

- virtuels



3 Notion d'image

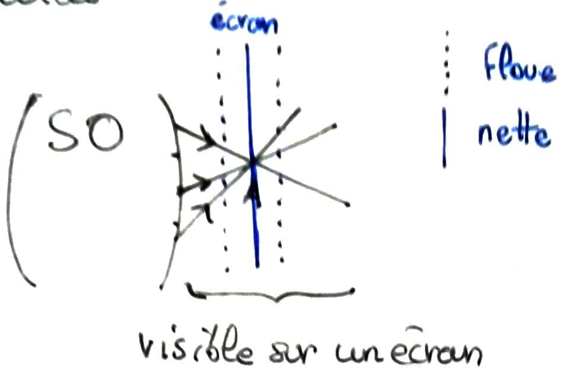
<u>def</u>

Intersection des rayons émergant du système optique

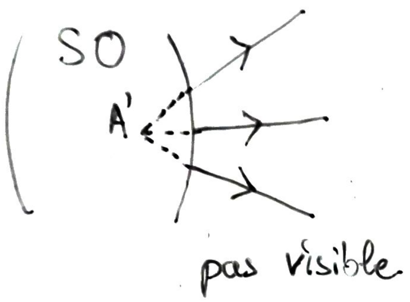
On distingue les images ponctuelles et étendues

On distingue les images

- réelles



- virtuelles



ex poisson

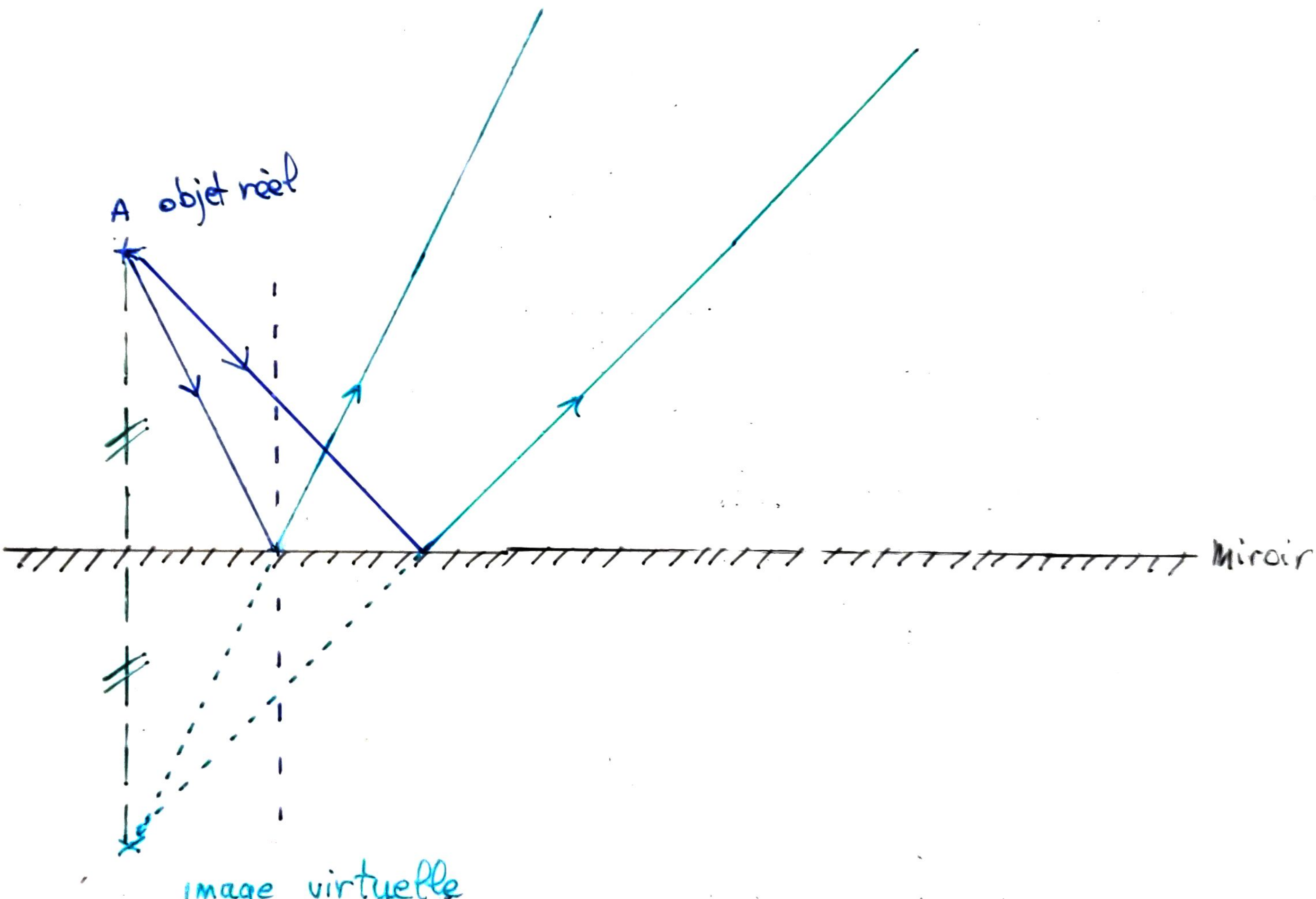
L'image virtuelle du poisson est plus proche de la surface, il est virtuellement plus proche de nous.

II Miroir

def miroir plan

Surface réfléchissante plane

1 Stigmatisme rigoureux



Les rayons réfléchis semblent provenir du symétrique de

A par rapport au miroir appelé image virtuelle A

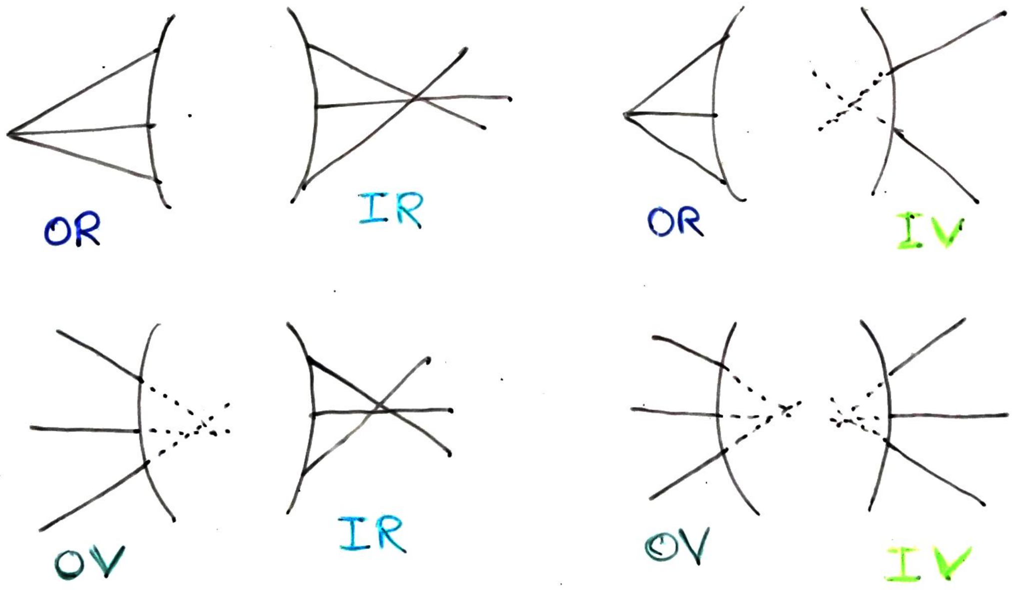
On ditque A et A' son <u>rigoureusenent stigmatiques</u> par rapport à leur image

Mon image dans un miroir se trouve virtuellement dèrrière le miroir

Pour observer une image virtuelle, il faut regarder **à travers** le mirroir

<u>def</u> caractère stigmatique rigoureux d'un SO

Un objet A a une image unique A'



2 Stigmatisme approché

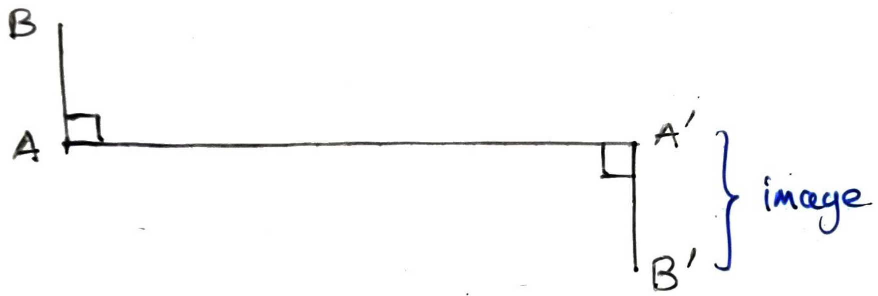
Le stigmatisme rigoureux est difficile à obtenir en pratique (les objets ne sont pas ponctuels).

On se contentera d'un stigmatisme approché : l'image d'un point sera une tâche très petite et non un point.

3 Aplanétisme

def

L'image d'un objet plan ⊥ axe optique est plane et ⊥ axe optique



III Condition de Gauss

Lorsqu'on étudie un SO, on souhaite qu'il possède les deux propriétés suivantes

- aplanétisme
- stigmatisme

def rayon paraxial

Rayon satisfaisant les conditions de Gauss

4 Points particuliers

- Centre optique O

$$O \xrightarrow{(L)} O$$

O est $\begin{cases} \text{sa propre image} \\ \text{son propre conjugué} \end{cases}$

Tout rayon passant par O ne sera pas dévié

- Foyer image F'

$$\infty_{axe} \xrightarrow{(L)} F'$$

C'est le conjugué ou l'image d'un point à l'infini sur l'axe.

conseil

Un rayon $\parallel$ axe optique émerge de la lentille en passant par F'

- Foyer objet F

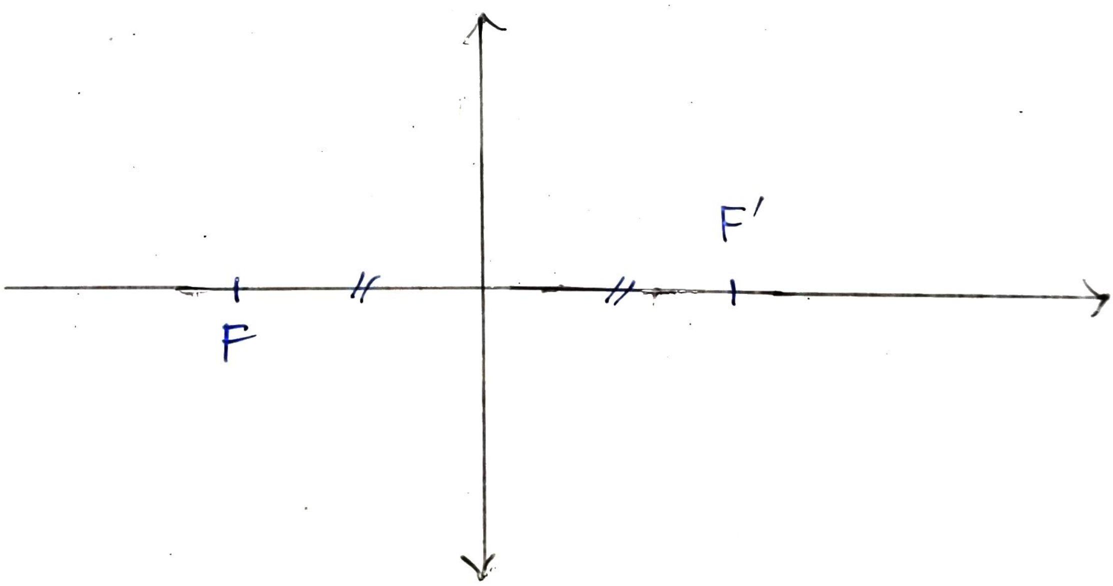
$$F \xrightarrow{(L)} \infty_{axe}$$

L'image de F est un point à l'∞ sur l'axe

Tout rayon incident passant par F sort // axe optique

remq

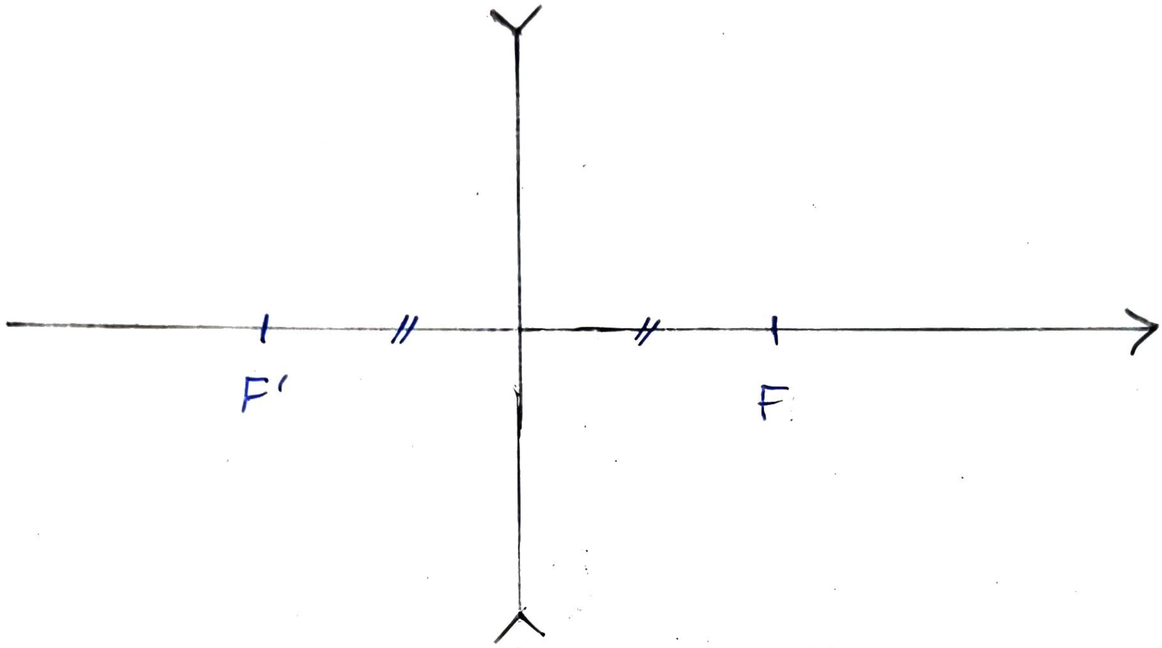
Ces définitions sont valables pour toutes les lentilles (convergentes & divergentes)



convergente

foyers réels

$f', V > 0$



divergente

foyers virtuels

$f', V < 0$

def distances focales

distance focale...

- $\boxed{\text{image :} \quad f' := \overline{OF'}}$
- objet : $\quad f := \overline{OF} \qquad (f' = -f)$

def vergence V

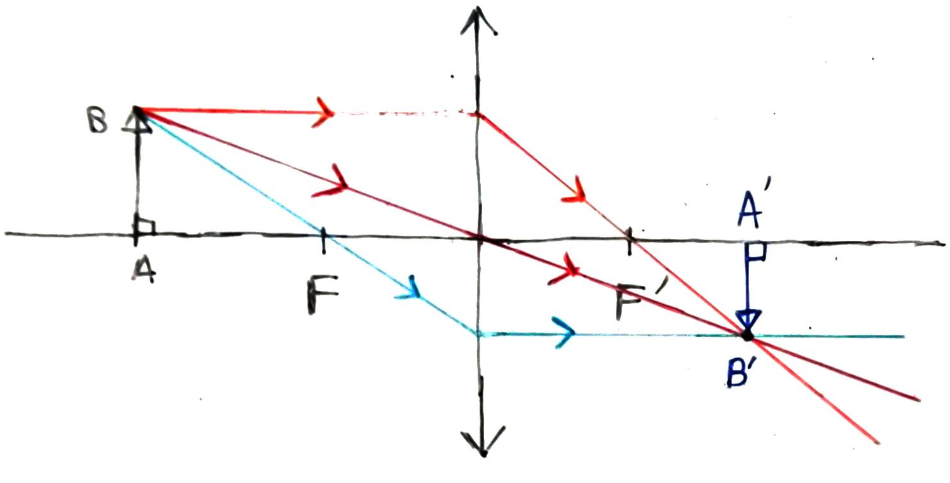
$$\boxed{\underset{\delta \text{ dioptrie}}{V} = \frac{1}{\underset{m}{f}}}$$

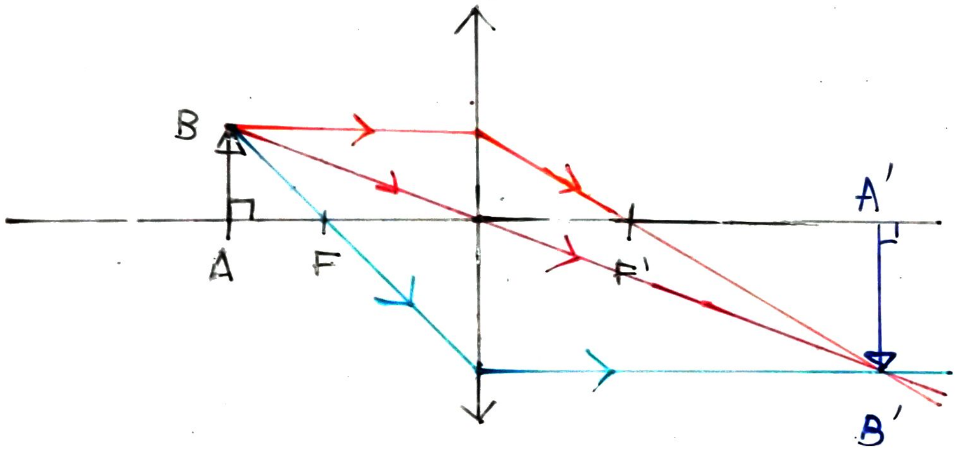
remq

C'est la forme de la lentille qui détermine la {con, di} vergence

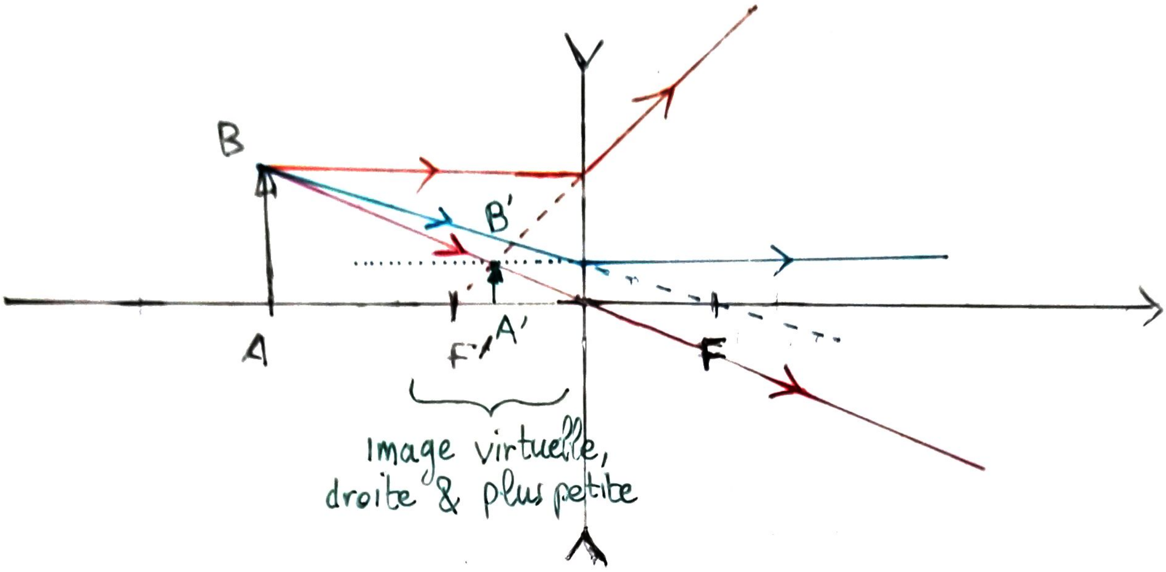
II Constructions géométriques

1 Construction de l'image d'un objet





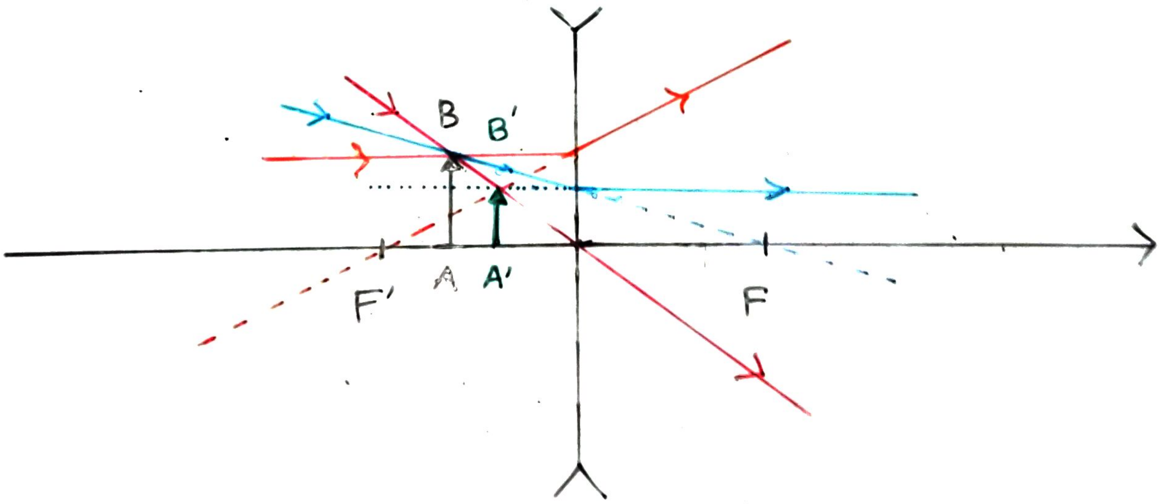
Elle est plus grande, renversée et s'éloigne

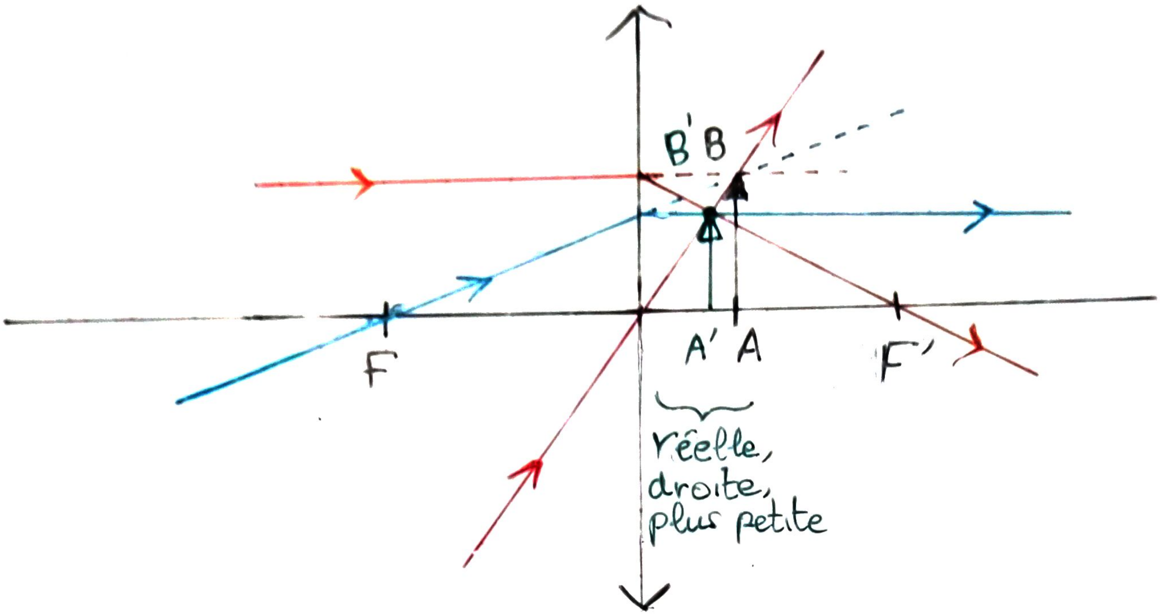


— Le rayon semble provenir de F'

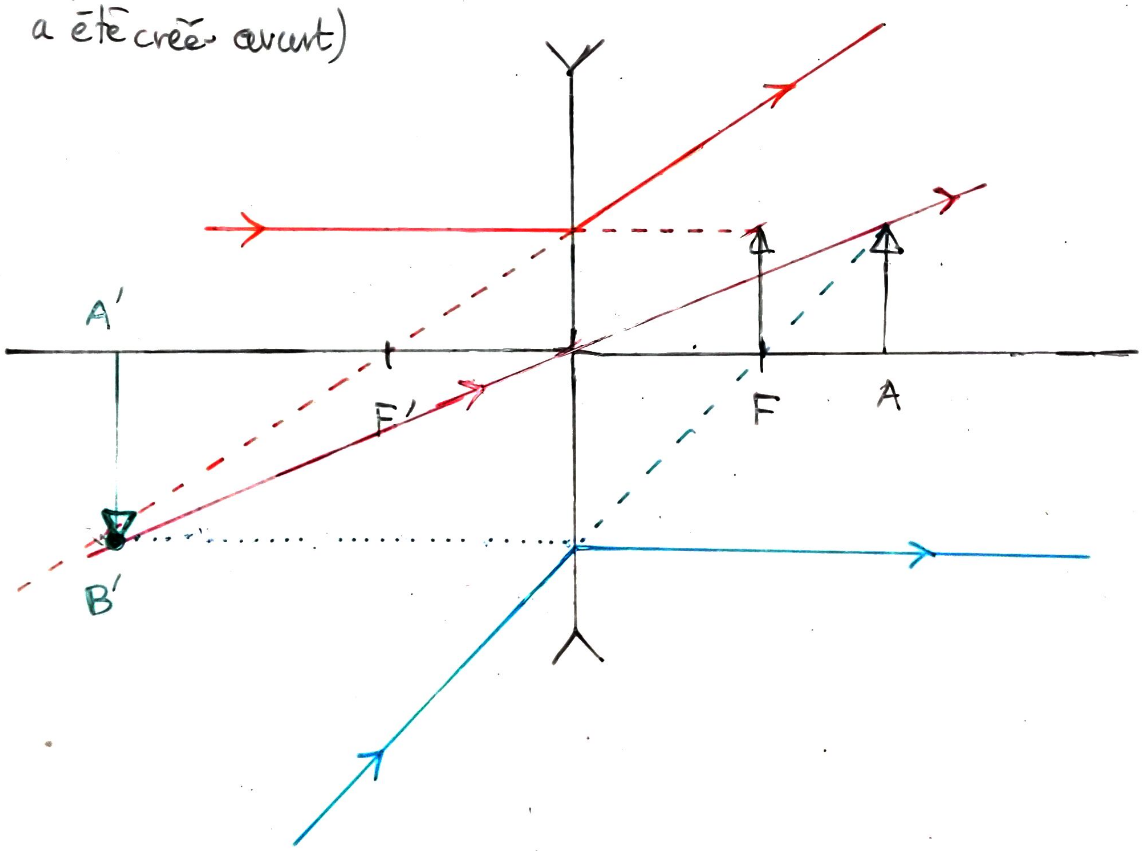
— Le rayon passant par B est en direction de F émerge parallèlement à l'axe optique

On trouve l'image de B à l'∩ des rayons émergents de la lentille

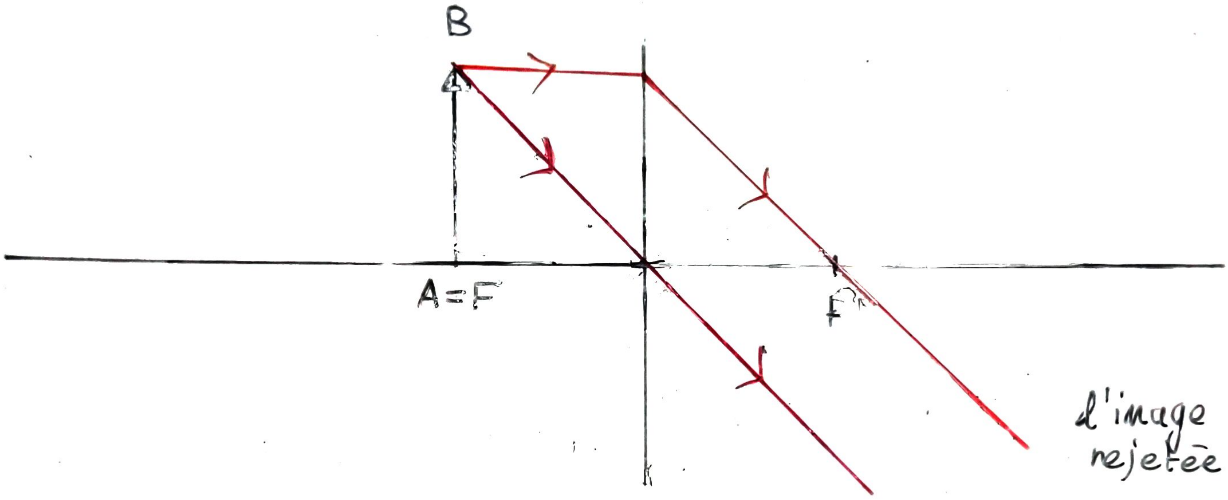




OV
=
(après la lentille,
a été créé avant)

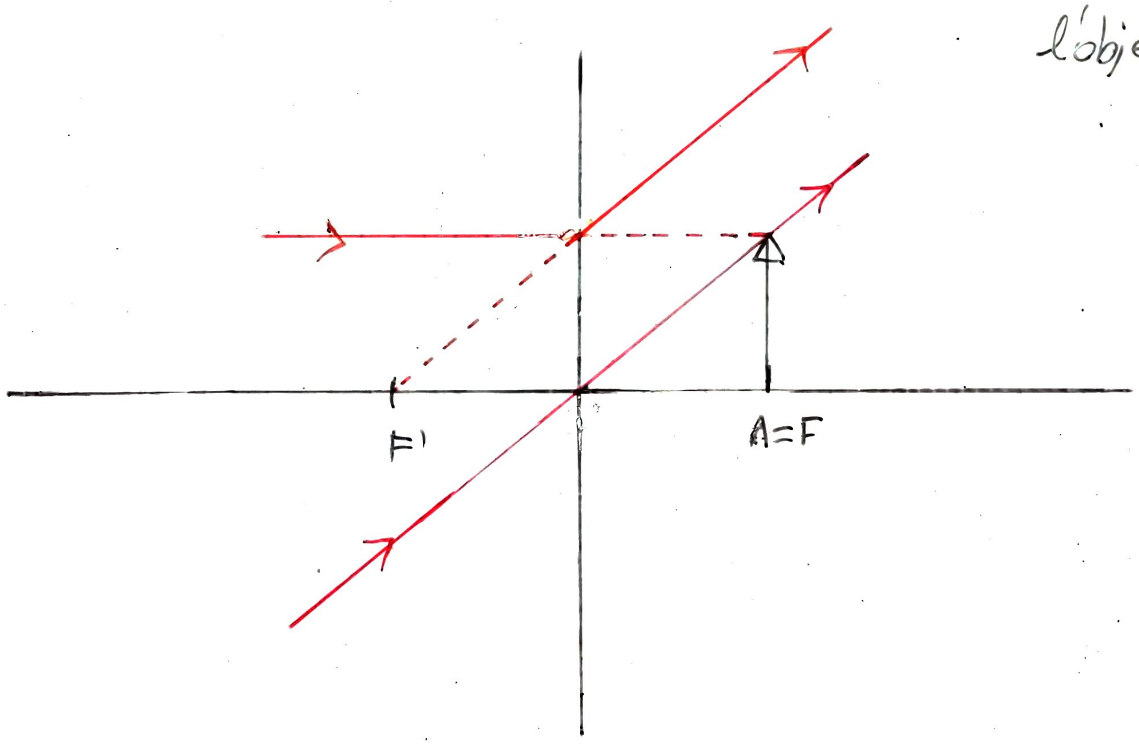


- Cas particulier $A = F$

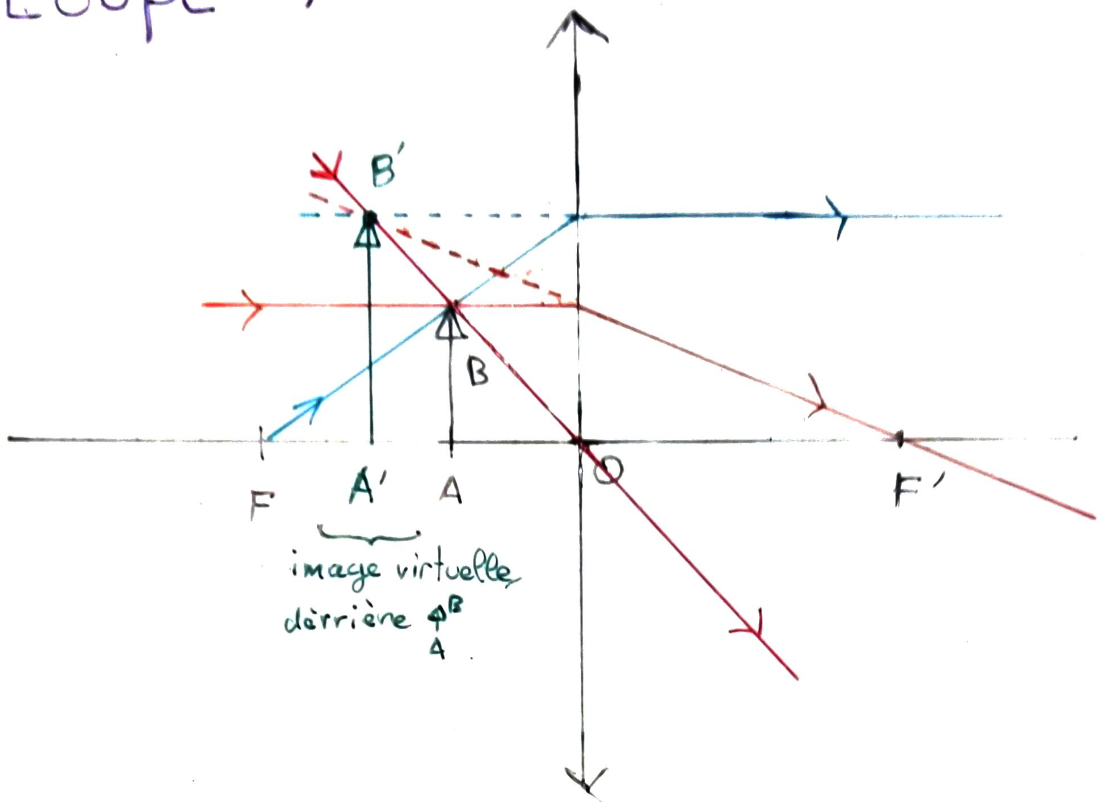


l'image est
rejetée à l'∞

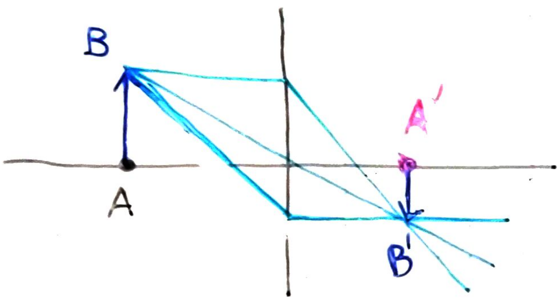
l'objet



- Loupe



2 Construction de l'image d'un point de l'axe



On associe à A un point B, on construit l'image B' et par aplanétisme, on trouve A'

3 Construction de l'image d'un point quelconque

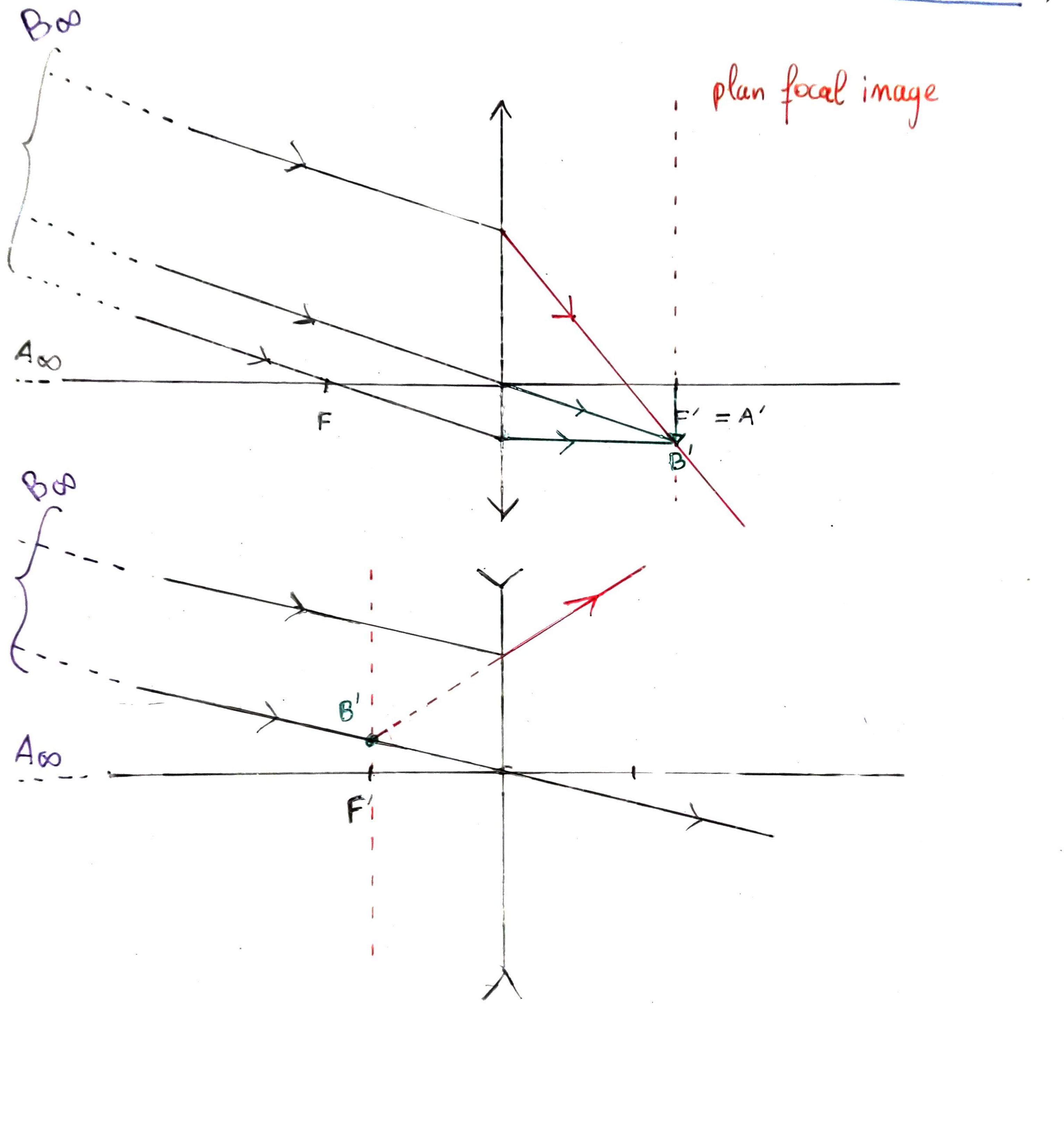
On suppose que le rayon provient d'un point B à l'∞ hors de l'axe. On lui associe A à l'∞ sur l'axe tq AB (∞ grand & loin) $\perp$ axe.

L'image de $A_{\infty_{axe}}$ est F'.

Par aplanétisme, l'image B' de B se trouve dans le plan focal image.

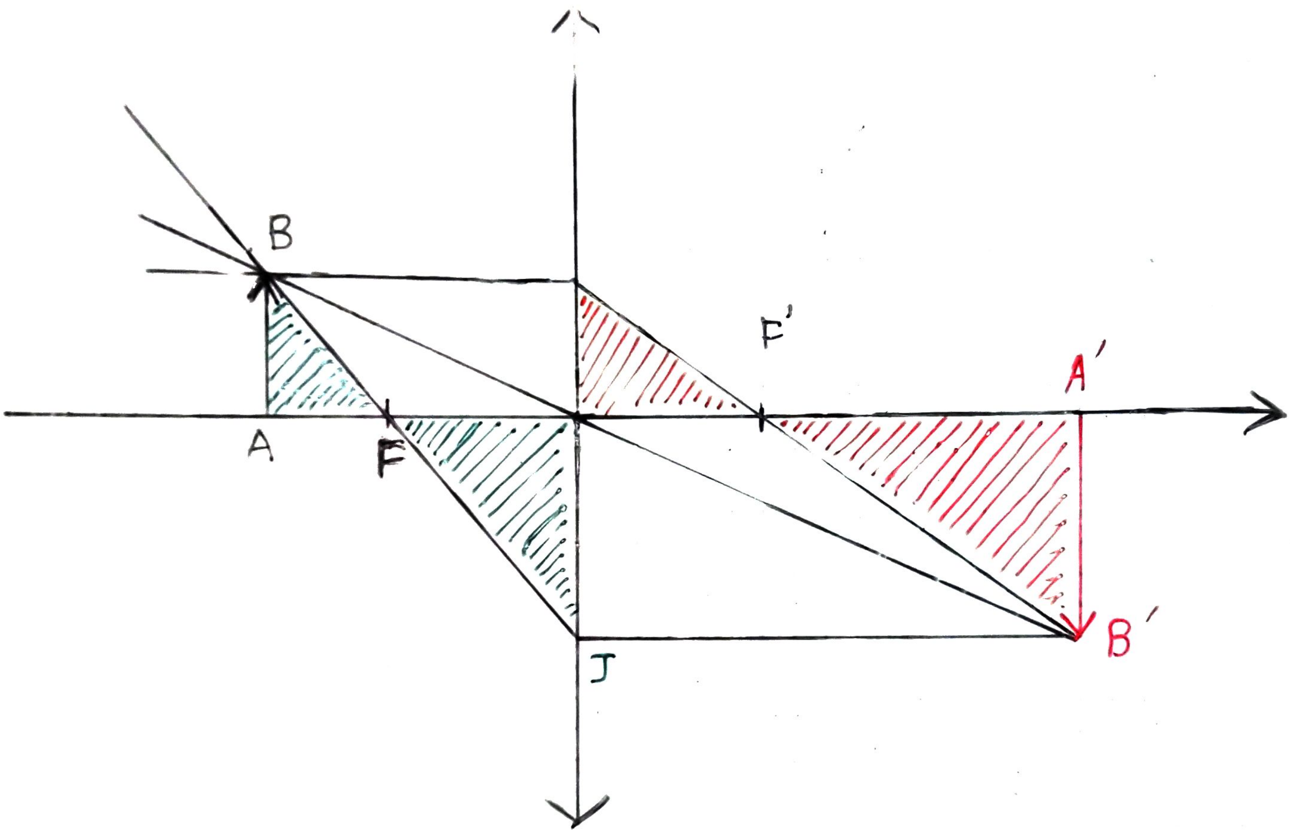
Si on prend un rayon particulier passant par O ou par F provenant du même point B, son ∩ donne B'

Son rayon émergent passe par B' (appelé foyer image secondaire)



III Relations de conjuguaison

1 Grandissement



def grandissement algébrique

$$\gamma := \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{d'après Thalès}$$

remq

$\gamma > 0 \Leftrightarrow$ image renversée
$\gamma < 0 \Leftrightarrow$ droite

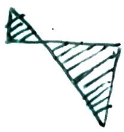
$|\gamma| > 1 \Leftrightarrow$ grande
$|\gamma| < 1 \Leftrightarrow$ petite

2 Relation de Newton ou de conjuguaison avec origine aux foyers

Dans $\triangle F'A'B'$, $\triangle F'OI$:

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

$$= \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}$$



remq

$$\overline{F'O} = -\overline{OF'} = -f'$$

$$\overline{FO} = f'$$

d'où

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'} = \frac{f'}{\overline{FA}}}$$

$$\boxed{\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2}$$

3 Relation de Descartes : Relation de conjugaison avec origine au centre optique

$$\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = -f'^2$$

ie $\left(\overline{FO} + \overline{OA}\right) \cdot \left(\overline{F'O} + \overline{OA'}\right) = -f'^2$

ie $\left(f' + \overline{OA}\right) \cdot \left(-f' + \overline{OA'}\right) = -f'^2$

ie $\cancel{-f'^2} + f'\overline{OA'} - f'\overline{OA} + \overline{OA}\,\overline{OA'} = \cancel{-f'^2}$

ie $f'\overline{OA'} - f'\overline{OA} + \overline{OA}\,\overline{OA'} = 0$

ie $\boxed{\dfrac{1}{\overline{OA}} - \dfrac{1}{\overline{OA'}} + \dfrac{1}{f'} = 0}$ en multipliant par $\dfrac{1}{\overline{OA}\,\overline{OA'}\,f'}$

Rel. de Descartes

Un pose parfois $\begin{cases} p = \overline{OA} \\ p' = \overline{OA'} \end{cases}$

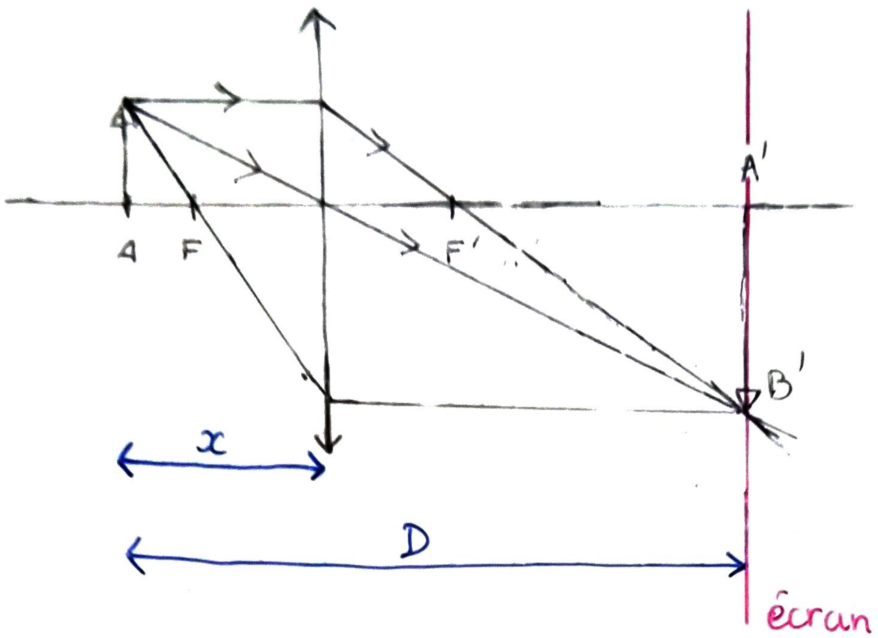
remq

$$\overline{OA} \xrightarrow[A \to \infty_{axe}]{} -\infty \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA}} + 0 = \frac{1}{f'}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\infty_{axe} \longrightarrow F'}$$

preuve !

IV Obtention d'une image



On pose

$D := \overline{AA'}$ objet — écran

$x := \overline{AO}$ objet — lentille

On a

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

Or $\begin{cases} \overline{OA'} = D - x \\ \overline{OA} = -x \end{cases}$

Donc $\dfrac{1}{D-x} - \dfrac{1}{-x} = \dfrac{1}{f'}$ ie $\dfrac{x + D - x}{(D-x)\,x} = \dfrac{1}{f'}$

ie $-x^2 + Dx = Df'$

ie $x^2 - Dx + Df' = 0$

Cette équation a deux solutions

$\Delta = D^2 - 4Df' > 0$ ie $D(D - 4f') > 0$

ie $\underline{\underline{D > 4f'}}$

$\boxed{D - 4f' \Rightarrow \text{on peut former l'image de } A \text{ sur l'écran}}$

rem

Pour une valeur D, il existe deux positions x de la lentille formant une image (cf. TP)