

EXOS TECHNIQUES N°5 – Construction d'images – Lentilles

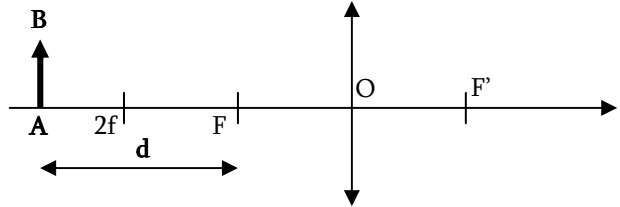
Objectifs : → Trouver l'image d'un objet quelconque par une lentille, et calculer le grandissement
 → Savoir démontrer les relations de conjugaison

A travailler : → Vitesse d'exécution (les refaire des dizaines de fois pour accélérer)

Exo 1 : Image par une lentille CONVERGENTE d'un objet HORS de l'axe optique

Enoncé :

- a) Trouver l'image de AB par la lentille
 (Laisser les traits de construction des trois rayons particuliers)
- b) Exprimer le grandissement γ_t en fonction de d et de la distance focale f ou f' .
- c) Compléter le tableau dans le cas recherché :



OBJET (donné)		IMAGE (à compléter)				
Position	Réel ou Virtuel	Position ?	Réelle ou virtuelle ?	Droite ou Renversée ?	Expression de γ (gamma)	Intervalle possible pour γ
$-\infty < \overline{OA} < 2f$	Réel	?	?	?	?	?

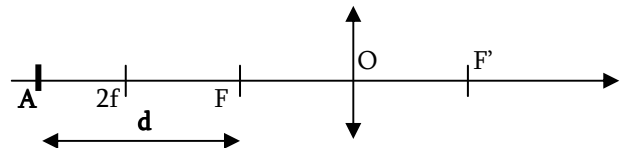
Solutions :

- Tracer les 3 rayons particuliers :
 - 1. Celui qui passe par le centre → n'est pas dévié
 - 2. Celui qui passe par le foyer objet F → ressort parallèle à l'axe
 - 3. Celui qui arrive parallèle à l'axe → ressort par le foyer image F'
- Voir la feuille annexe : Constructions Lentilles Convergentes et Lentilles Divergentes

Exo 2 : Image par une lentille CONVERGENTE d'un objet A SUR l'axe optique

Enoncé :

→ Même travail avec le point A

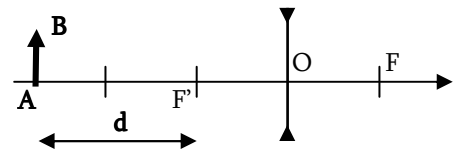


Solutions :

Les 3 rayons particuliers sont confondus, donc on ne peut pas trouver l'image (intersection des rayons émergents)
 On utilise l'APLANÉTISME de la lentille dans les conditions de Gauss :
 → On prend un point B dans le plan transversal de A
 → On cherche son image (Au moins 2 rayons particuliers distincts → intersection possible)
 → A', l'image de A est le projeté de B' sur l'axe optique
 (Car l'image d'un plan AB transversal par la lentille est un autre plan transversal : A'B')

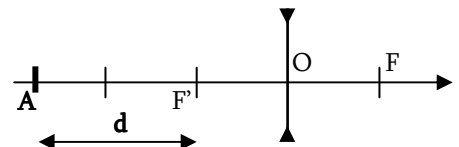
Exo 3 : Image par une lentille DIVERGENTE d'un objet HORS de l'axe optique

- Même questions que pour la lentille convergente
- Voir la feuille annexe de constructions – lentille divergente



Exo 4 : Image par une lentille DIVERGENTE d'un objet SUR de l'axe optique

- Même méthode que pour la lentille convergente...
- Voir la feuille annexe de constructions – lentille divergente



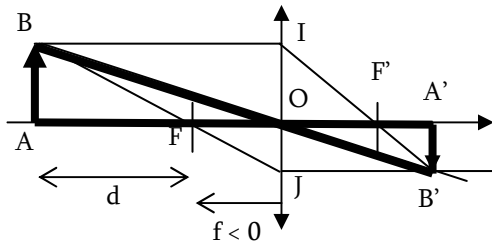
Exo 5 : Démonstration des relations de conjugaison

Enoncé :

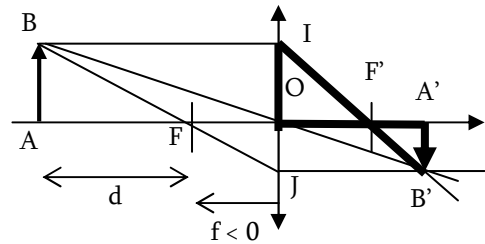
1. Démontrer la relation de conjugaison au sommet d'une lentille convergente (appelée relation de Descartes)
2. Que devient la relation de conjugaison pour une lentille divergente ?
3. Démontrer la relation de conjugaison au foyer d'une lentille convergente (appelée relation de Newton)

Solutions :

1. → On se rappelle ce que l'on cherche : Relation entre les positions OA, OA' et les distances focales f ou f'.
→ On prend le cas le plus simple et on exprime les grandissements dans les bons triangles avec Thalès



$$\rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$



$$\rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OI}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{F'A'}}{-f'}$$

On regroupe et on élimine ce qui nous dérange :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{F'A'}}{-f'} = \frac{\overline{F'O} + \overline{OA'}}{-f'} = \frac{-f' + \overline{OA'}}{-f'} = 1 - \frac{\overline{OA'}}{f'} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

On passe de l'autre coté :

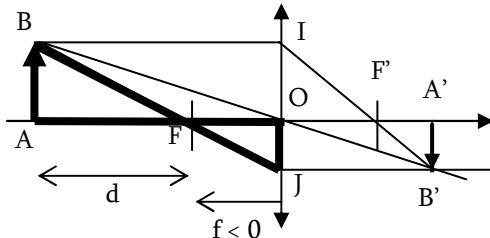
$$\overline{OA'} \left(\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'} \right) = 1$$

Ainsi : Relation de conjugaison au sommet : $\boxed{\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}}$

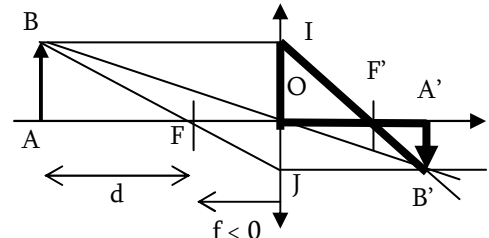
→ UTILITE : Obtenir directement les coordonnées de l'image à partir de celle de l'objet

2. → La relation est la même pour une lentille divergente, à part que f' est négative cette fois.

3. → Relation au foyer :



$$\rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OJ}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}} = \frac{f'}{\overline{FA}}$$



$$\rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OI}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{F'A'}}{-f'}$$

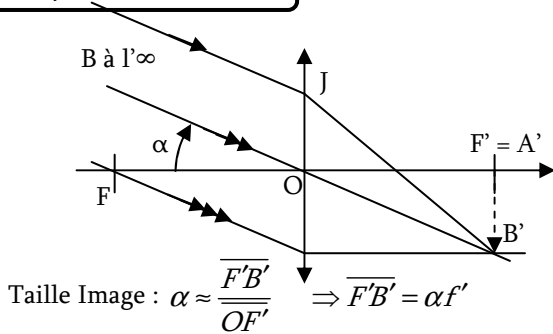
On regroupe : $\boxed{\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2}$ (moins utilisée que l'autre au sommet)

Lentilles Convergentes - Constructions

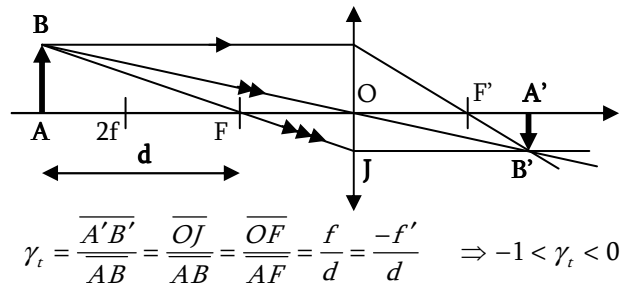
Lentille Convergente : $f < 0$ et $f' > 0$

OBJET	REEL					VIRTUEL
	$A \text{ à } l'∞$	$-\infty < \overline{OA} < 2f$	$2f < \overline{OA} < f$	$\overline{OA} = f$	$f < \overline{OA} < 0$	$\overline{OA} > 0$
IMAGE	En F' Réelle Renversée $\overline{A'B'} = \alpha f' < 0$	Entre f' et $2f'$ Réelle Renversée $-1 < \gamma < 0$	Entre $2f'$ et $l'∞$ Réelle Renversée $\gamma < -1$	$A \text{ à } l'∞$ Virtuelle Droite $\alpha = \frac{\overline{AB}}{-f'} < 0$	Même coté Virtuelle Droite $\gamma > 1$	Entre O et F' Réelle Droite $0 < \gamma < 1$
Cas	a)	b)	d)	e)	f) et g)	h)

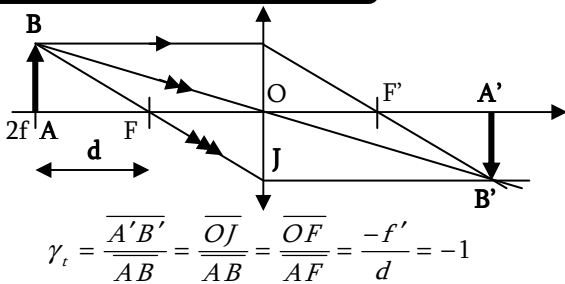
a) Objet REEL à l'infini



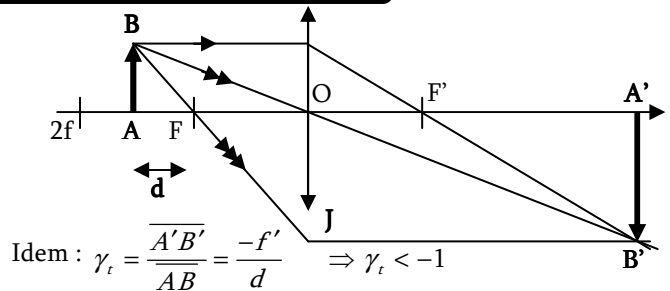
b) Objet REEL entre $-\infty$ et $2f$ ($d > f$)



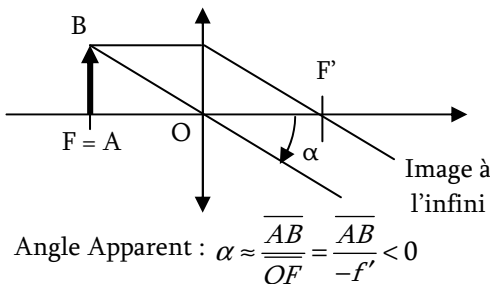
c) Objet entre $2f$ et f ($d = f$)



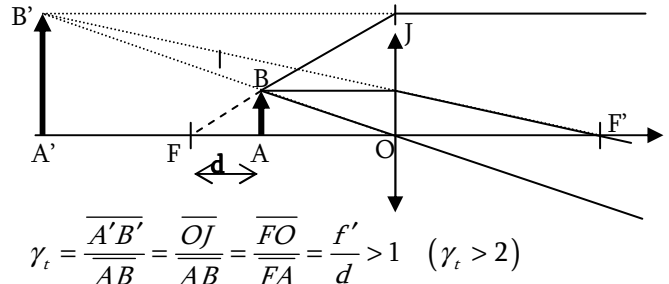
d) Objet entre $2f$ et f ($d < f$)



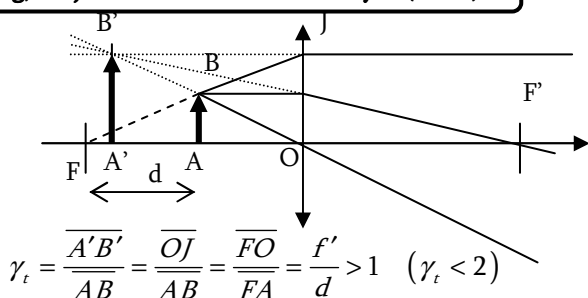
e) Objet REEL au foyer objet



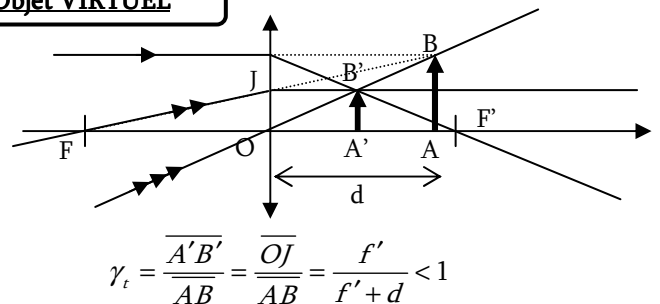
f) Objet entre la lentille et le foyer ($d < f/2$)



g) Objet entre la lentille et le foyer ($d > f/2$)



h) Objet VIRTUEL

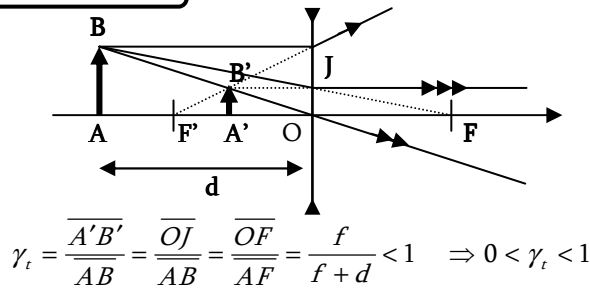


Lentilles Divergentes - Constructions

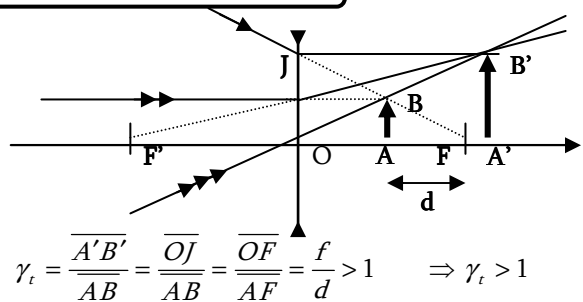
Lentille Divergente : $f > 0$ et $f' < 0$

OBJET	REEL	VIRTUEL				
	$\overline{OA} < 0$	$0 < \overline{OA} < f$	$\overline{OA} = f$	$f < \overline{OA} < 2f$	$2f < \overline{OA} < +\infty$	$A \text{ à } l'∞$
IMAGE	Entre O et F' Virtuelle Droite $0 < \gamma < 1$	Même coté Réelle Droite $\gamma > 1$	A l'∞ Virtuelle Renversée $\alpha = \overline{AB}/f$	Entre 2f et l'∞ Virtuelle Renversée $\gamma < -1$	Entre f et 2f Virtuelle Renversée $-1 < \gamma < 0$	En F' Virtuelle Droite $A'B' = \alpha f$
Cas	a)	b)	c)	d)	f)	g)

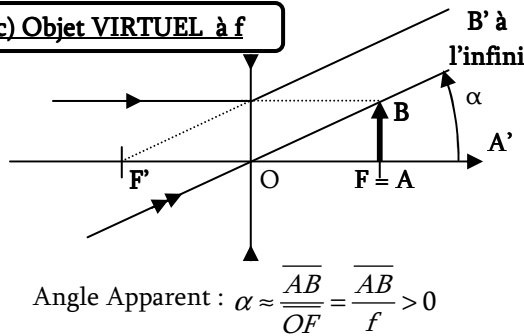
a) Objet REEL



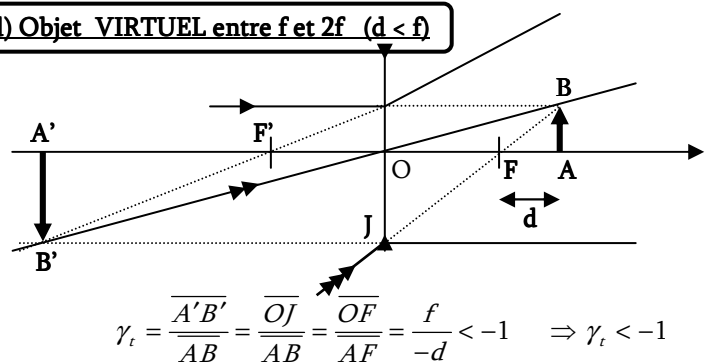
b) Objet VIRTUEL entre 0 et f



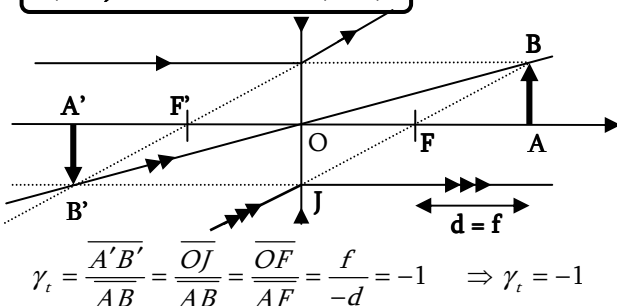
c) Objet VIRTUEL à f



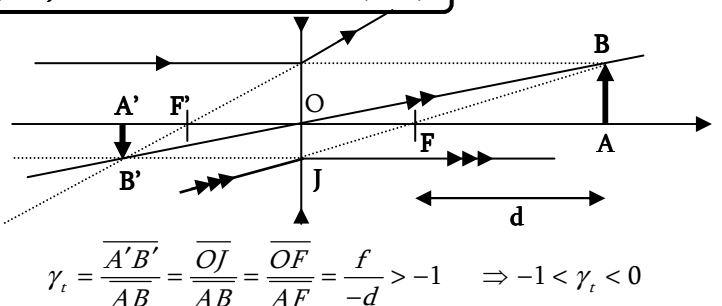
d) Objet VIRTUEL entre f et 2f (d < f)



e) Objet VIRTUEL à 2f (d = f)



f) Objet VIRTUEL 2f et +∞ (d > f)



g) Objet VIRTUEL à l'infini

(peut aussi être vu comme un objet réel à l'infini...)

Taille Image :

$$\alpha \approx \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OF'}} \Rightarrow \overline{A'B'} = -\alpha f > 0$$

