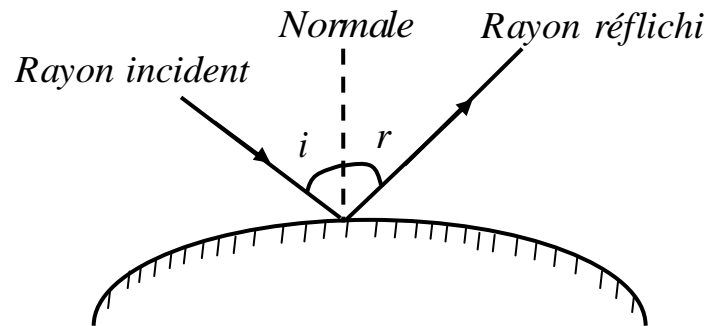


## Chapitre 2: Optique géométrique (Suite)

### II.2- Miroirs

Un miroir (plan, convexe ou concave) est une surface capable de réfléchir presque en totalité la lumière incidente.

Un rayon lumineux qui se réfléchit sur un miroir suit la 2<sup>ème</sup> loi de Descartes :  $i = r$

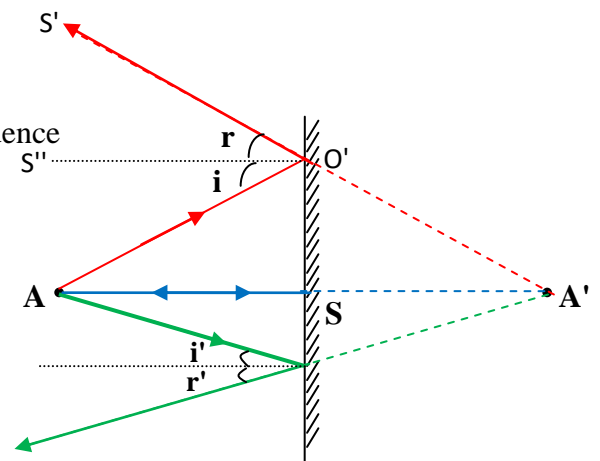


#### II.2-1 Miroirs plans

Formation d'une image par rapport au miroir plan

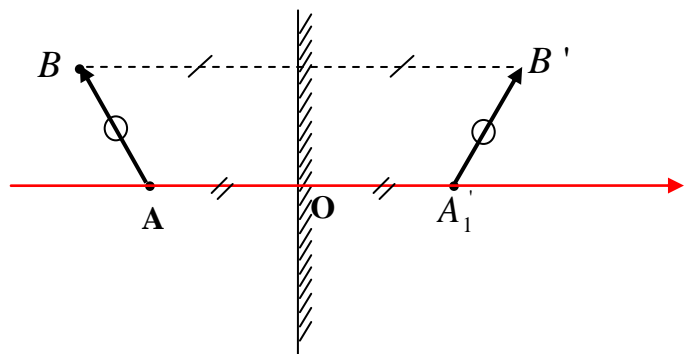
- ✓ A' est une image virtuelle de l'objet réel A
- ✓ L'image de A est indépendante de l'angle incidence
- ✓ La notion de stigmatisme est vérifiée

$$SA = SA' \quad \text{ou} \quad \overline{SA'} = -\overline{SA}$$



- ✓ Le point A' est le symétrique de A par rapport au miroir.

$$AB = A'B'$$



La longueur de l'image d'un segment par rapport au miroir plan est égale toujours la longueur de cet segment.

**Le grandissement**  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = 1$

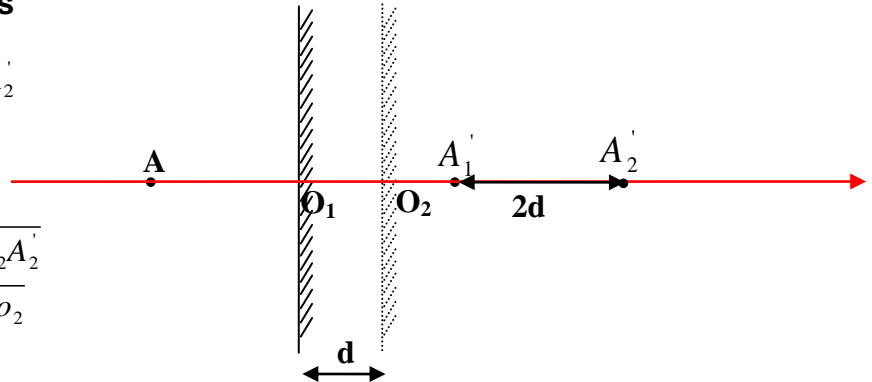
### a) Translation de miroirs plans

$$o_1 o_2 = d, \quad o_1 A = o_1 A_1', \quad o_2 A = o_2 A_2'$$

$$A_1' A_2' = ?$$

$$\begin{aligned} \overline{A_1' A_2'} &= \overline{A_1' o_1} + \overline{o_1 A_2'} = \overline{o_1 A} + \overline{o_1 o_2} + \overline{o_2 A_2'} \\ &= \overline{o_1 A} + \overline{o_1 o_2} + \overline{A o_2} = \overline{o_1 o_2} + \overline{o_1 o_2} \\ &= 2 \overline{o_1 o_2} \end{aligned}$$

$$\overline{A_1' A_2'} = 2 \overline{o_1 o_2} \Rightarrow \overline{A_1' A_2'} = 2d$$



Lorsque le miroir se déplace de  $d$ , l'image correspondante se déplace de  $2d$

### b) Rotation de miroirs plans

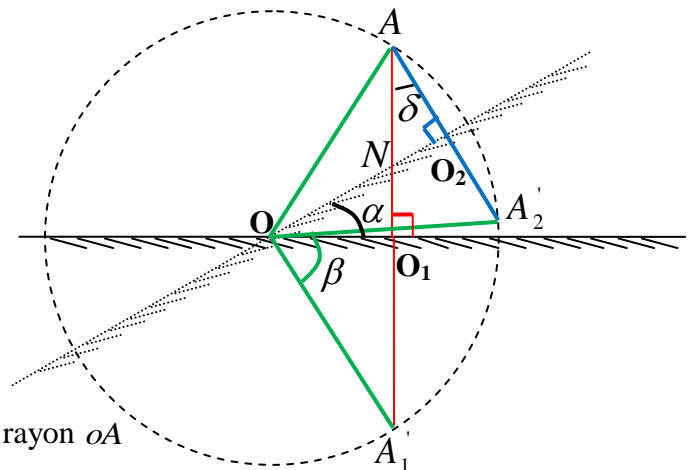
Dans le triangle  $0AA_2'$  on a  $oA = oA_2'$

Dans le triangle  $0AA_1'$  on a  $oA = oA_1'$

$$\Rightarrow oA = oA_1' = oA_2'$$

Donc, les points  $A, A_1'$  et  $A_2'$  appartiennent

à la circonférence du cercle de centre  $o$  et de rayon  $oA$



**L'angle au centre**  $A_2' o A_1'$  mesure le double de l'angle inscrit  $A_2' A A_1'$  interceptant le même arc  $A_1' A_2'$  :  $\Rightarrow \beta = 2\delta$

Les deux triangles  $NA o_2$  et  $No o_1$  sont égaux, donc  $\alpha = \delta \Rightarrow \beta = 2\alpha$

**Le miroir tourne d'un angle  $\alpha$ , l'image tourne dans le même sens de  $2\alpha$ .**

### c) Nombre d'images formées par deux miroirs:

Pour trouver le nombre d'images formées par deux miroirs plans, la formule suivante doit être utilisée:

$$\begin{cases} n = \frac{2\pi}{\alpha} - 1, & \alpha = \frac{2\pi}{k}, \quad k \in \mathbb{N}^* \\ n = \left[ \frac{2\pi}{\alpha} - 1 \right] + 1, & \alpha \neq \frac{2\pi}{k} \end{cases}$$

$n$  représente le nombre d'images formées

$\alpha$  : représente l'angle entre les miroirs

## II.2.2- Miroir sphérique

Un miroir sphérique est caractérisé par :

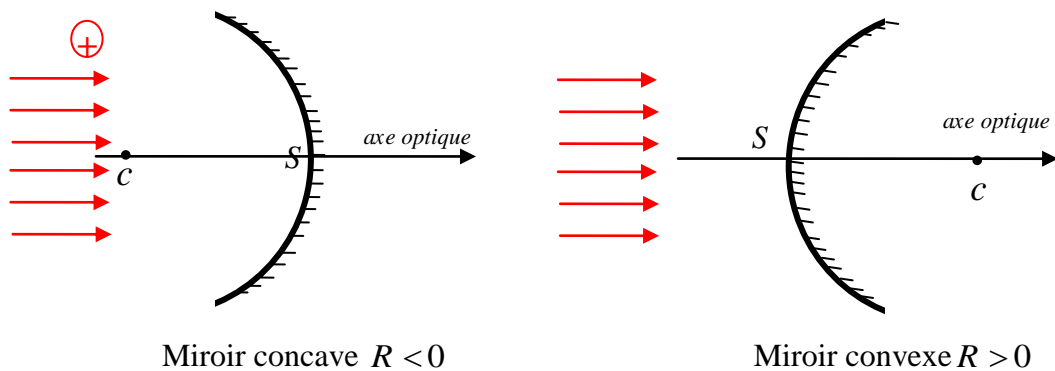
- Le centre  $C$  de la sphère appelé centre du miroir.
- Le point  $S$  appelé sommet du miroir.
- L'axe optique, qui est l'axe de symétrie de révolution du miroir, passant par les points  $C$  et  $S$ .
- Le rayon de la sphère  $R = \overline{SC}$ , appelé rayon de courbure du miroir, quantité algébrique qui est négative ( $R < 0$ ) pour un miroir concave et positive ( $R > 0$ ) pour un miroir Convexe.

**Remarque :** en optique géométrique, la mesure des distances est algébrisée. Le long de l'axe optique, on choisit comme sens positif le sens de propagation de la lumière (en général de la gauche vers la droite).

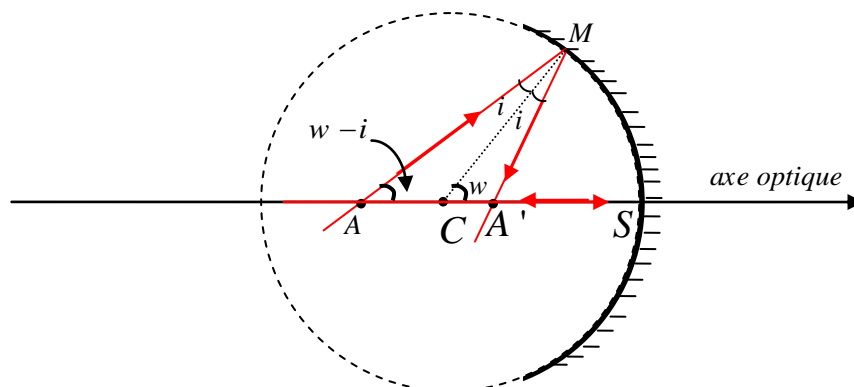
On peut distinguer deux types de miroir sphérique :

Miroir concave : la face réfléchissante est du côté du centre  $C$ .

Miroir convexe : la face réfléchissante est du côté opposé au centre  $C$ .



### a) Formule de conjugaison et grandissement



Dans le triangle: AMC on :

$$\frac{AC}{\sin i} = \frac{CM}{\sin(w-i)} \quad (1) \Rightarrow \frac{\overline{AC}}{\sin i} = \frac{\overline{CS}}{\sin(w-i)} \quad (1)'$$

Dans le triangle: MCA' on :

$$\frac{A'C}{\sin i} = \frac{CM}{\sin(180^\circ - w - i)} \quad (2) \Rightarrow \frac{\overline{A'C}}{\sin i} = \frac{-\overline{CS}}{\sin(180^\circ - w - i)}$$

De (1)' et (2)'

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{\overline{AC}} = \frac{\sin(w-i)}{\sin i} \frac{1}{\overline{CS}} \\ \frac{1}{\overline{A'C}} = \frac{-\sin(w+i)}{\sin i} \frac{1}{\overline{CS}} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{\overline{AC}} + \frac{1}{\overline{A'C}} = \frac{1}{\overline{CS} \sin i} [\sin(w-i) - \sin(w+i)]$$

$$\sin(w-i) - \sin(w+i) = -2 \sin i \cos w$$

$$\frac{1}{\overline{AC}} + \frac{1}{\overline{A'C}} = \frac{-2 \cos w}{\overline{CS}}$$

La notion de stigmatisme est non vérifiée (dépendant de l'angle w).

Dans la pratique w est très petit, donc  $w \rightarrow 0$  (conditions de Gauss)

$$\frac{1}{\overline{CA}} + \frac{1}{\overline{CA'}} = \frac{2}{\overline{CS}} \quad \text{Relation de Gauss pour les miroirs sphériques}$$

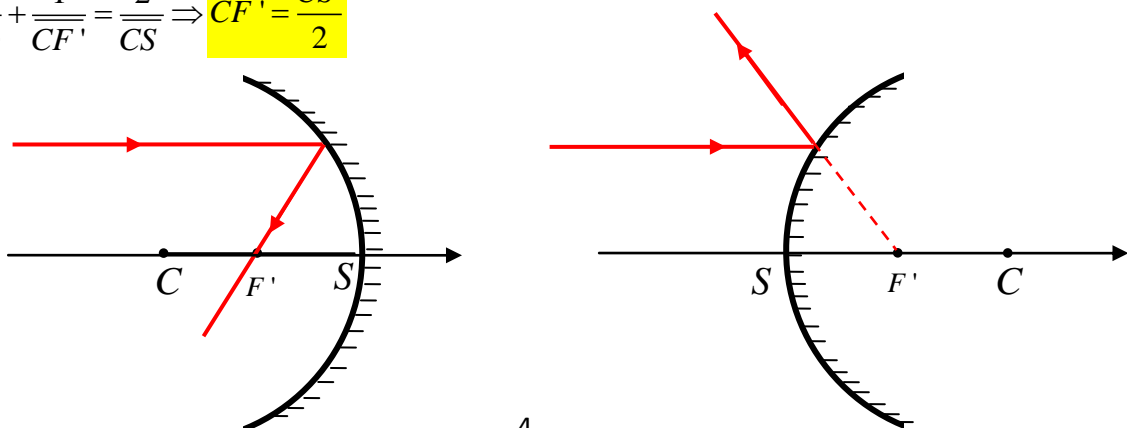
La notion de stigmatisme est approximativement vérifiée (indépendant de l'angle w).

$$\begin{cases} \overline{CA} = \overline{CS} + \overline{SA} \\ \overline{CA'} = \overline{CS} + \overline{SA'} \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

## b) Foyers, distance focale

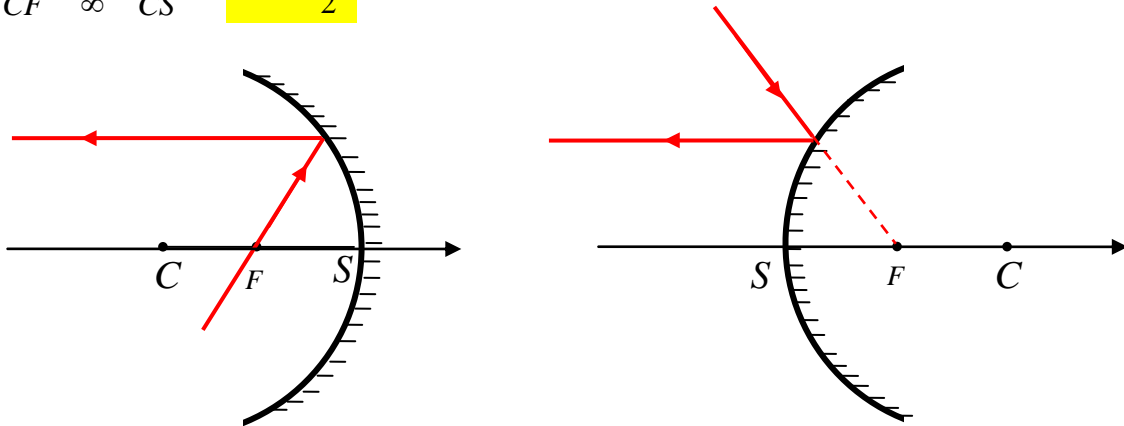
**Foyer image F'**: Position de l'image si l'objet est à l'infini ( $\overline{CA} \rightarrow \infty$ ),

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{\overline{CF'}} = \frac{2}{\overline{CS}} \Rightarrow \overline{CF'} = \frac{\overline{CS}}{2}$$



**Foyer objet F:** Position de l'objet si l'image est à l'infini ( $\overline{CA'} \rightarrow \infty$ ),

$$\frac{1}{\overline{CF}} + \frac{1}{\infty} = \frac{2}{\overline{CS}} \Rightarrow \overline{CF} = \frac{\overline{CS}}{2}$$



Le foyer image est confondu avec le foyer objet  $F' \equiv F$  pour les miroirs sphériques

**Distance focale:**  $f = f' = \overline{SF} = \overline{SF'}$   $\rightarrow \begin{cases} f < 0 & \text{miroir concave} \\ f > 0 & \text{miroir convexe} \end{cases}$

$$\begin{cases} \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}} \\ \overline{SA} = \overline{SF} + \overline{FA} \\ \overline{SA'} = \overline{SF} + \overline{FA'} \\ \overline{SC} = 2\overline{SF} \end{cases} \rightarrow \overline{SF}^2 = f^2 = \overline{FA} \times \overline{FA'} \quad \text{Relation de Newton}$$

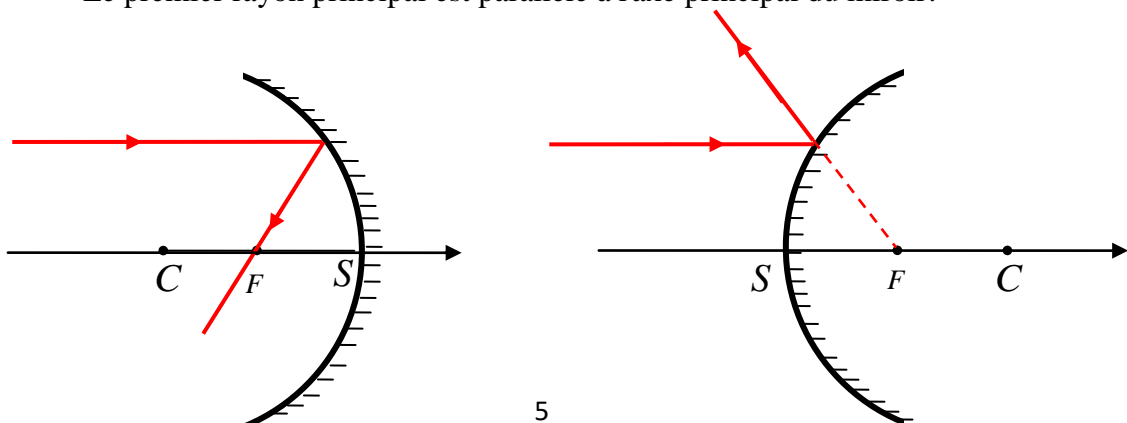
Grandissement:

### c) Construction d'images dans un miroir

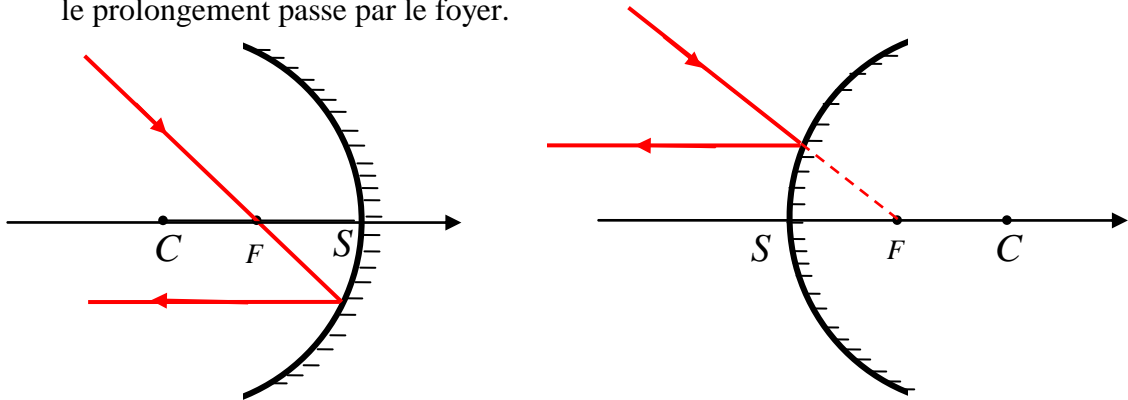
#### Rayons principaux:

Les rayons principaux sont les rayons de lumière dont on peut facilement prédire le comportement après une réflexion à la surface d'un miroir sphérique. Ces rayons, au nombre de trois, sont très pratiques pour déterminer rapidement la position de l'image formée par le miroir.

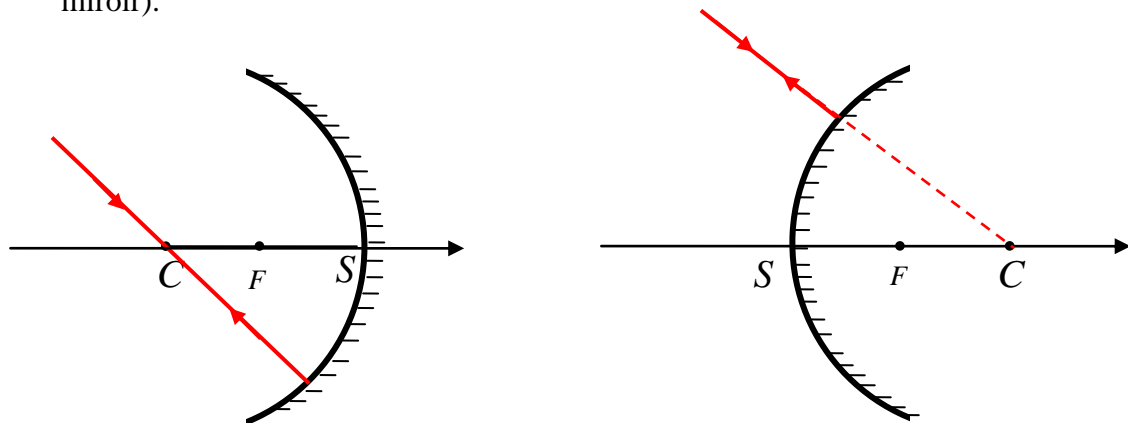
- ✓ Le premier rayon principal est parallèle à l'axe principal du miroir.



- ✓ Le deuxième rayon principal est celui qui passe par le foyer du miroir ou dont le prolongement passe par le foyer.



- ✓ Le troisième rayon principal est dirigé vers le centre de courbure du miroir (le rayon lui-même ou son prolongement passe par le centre de courbure du miroir).



### Exemple:

AB objet réel

Image réelle renversé

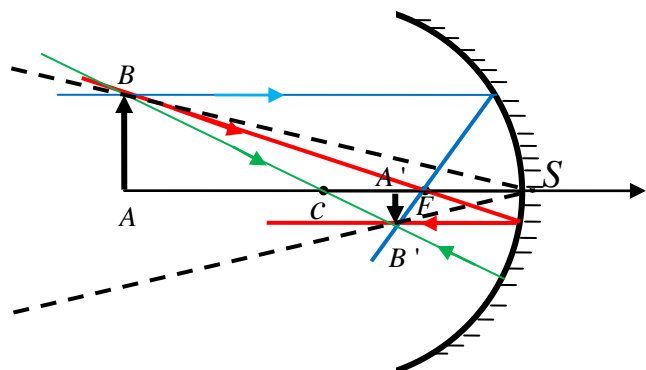
Grandissement:

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

$$\text{tg } \hat{C} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{CA'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{CA}} \Rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CB}}$$

$$\text{tg } \hat{BSA} = \frac{\overline{AB}}{\overline{SA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A'S}} = -\frac{\overline{A'B'}}{\overline{SA'}} \Rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} \rightarrow \begin{cases} \gamma < 0 \rightarrow \text{image renversée} \\ \gamma > 0 \rightarrow \text{image droite} \end{cases}$$

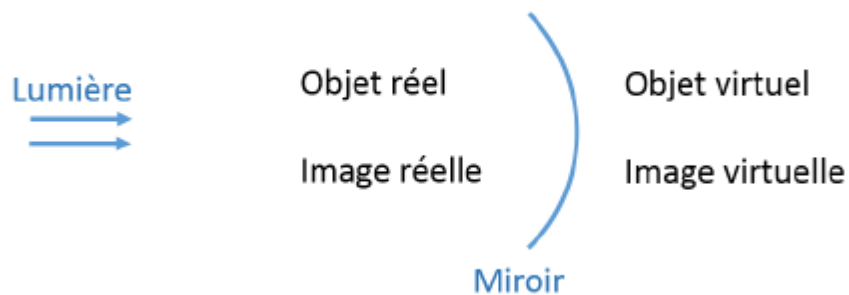


$|\gamma| > 1$ : Image agrandie (image plus grande que l'objet).

$|\gamma| < 1$ : Image réduite (image plus petite que l'objet).

$|\gamma| = 1 \rightarrow$  La taille de l'image égale la taille de l'objet

**Remarques:** 1) Pour un miroir, l'image et l'objet peuvent être défini par :



2) Pour indiquer que seule la portion voisine de l'axe d'un miroir sphérique est utilisée dans les conditions de stigmatisme approché, le miroir peut être représenté par une partie rectiligne perpendiculaire à l'axe optique, comme indiqué sur la figure ci-après :

