

Chapitre 3 La réflexion de la lumière : Miroirs plan et sphérique

I – La réflexion plane : miroir plan

- I-1- Définition
- I-2- Objet réel
- I-3- Objet virtuel
- I-4- Champ d'un miroir
- I-5- Propriétés

II – La réflexion sphérique : miroir sphérique

- II-1- Définitions
- II-2- Construction géométrique
- II-3- Stigmatisme du miroir sphérique
- II-4- Formules de conjugaison
- II-5- Points et plans focaux
- II-6- Agrandissement
- II-7- Miroir convergent et divergent

III – Représentation dans les conditions de Gauss

IV – Construction de l'image d'un objet

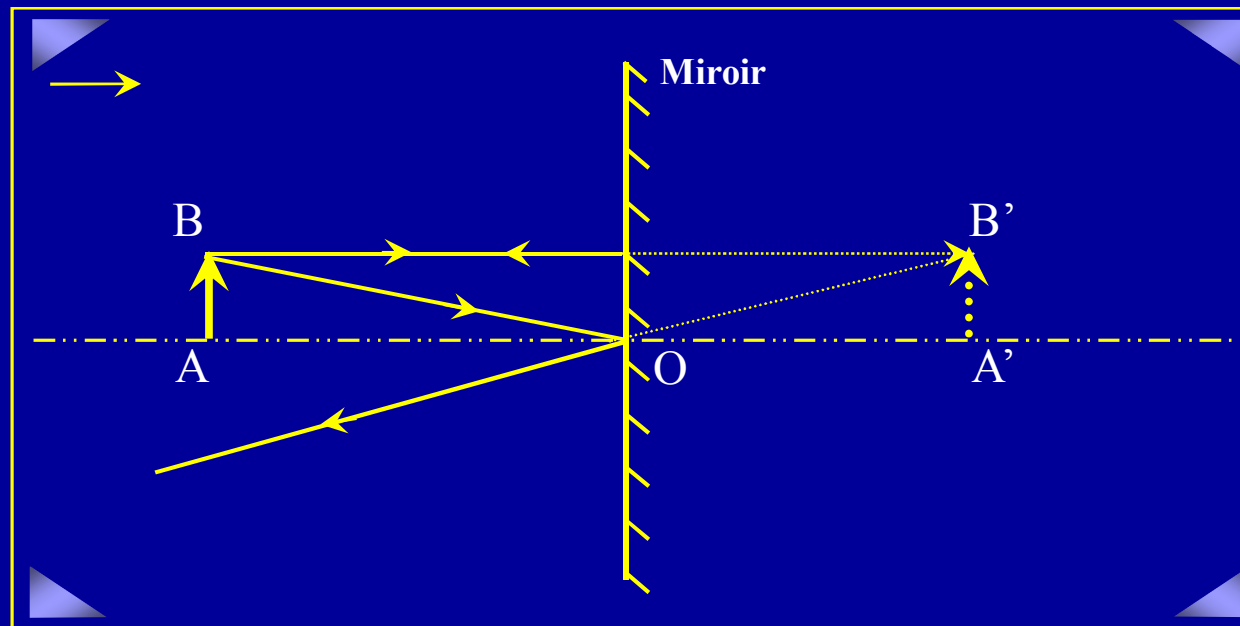


I – Le miroir plan

I-1- Définition

Un miroir plan est une surface plane capable de réfléchir la lumière presque en totalité. Le miroir plan est rigoureusement stigmatique.

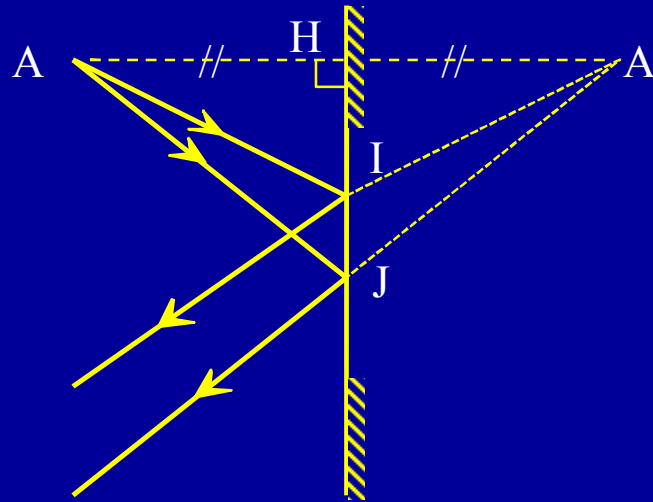
I-2- Objet réel - Construction géométrique



i- $\overline{AO} = \overline{OA'}$

ii- A'B' est une image virtuelle. Pour le miroir plan l'objet et l'image sont toujours de nature opposée.

I-2- Objet réel - Construction géométrique

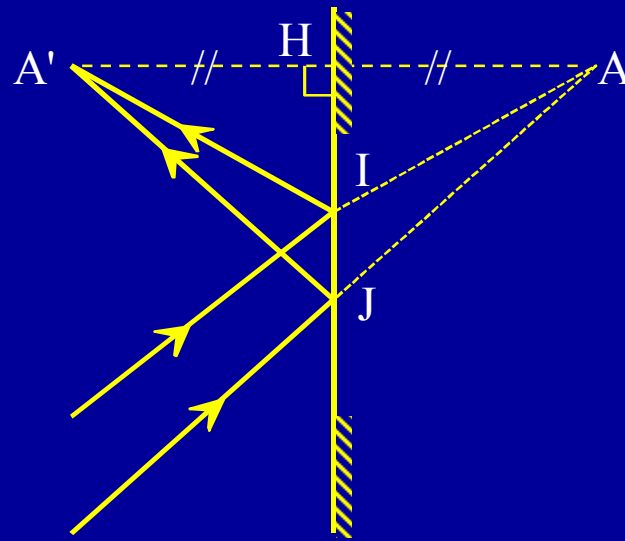


Quand les rayons arrivant sur un système optique divergent à partir d'un point, existant réellement ou non, ce point joue le rôle d'objet réel pour le système optique.

Tout rayon incident issu du point A donne un rayon réfléchi dont le prolongement "derrière" le miroir est symétrique du rayon incident par rapport au plan du miroir.

Tous les rayons réfléchis forment donc un faisceau divergent et semblent provenir du symétrique A' de A par rapport au miroir.

I-3- Objet virtuel - Construction géométrique



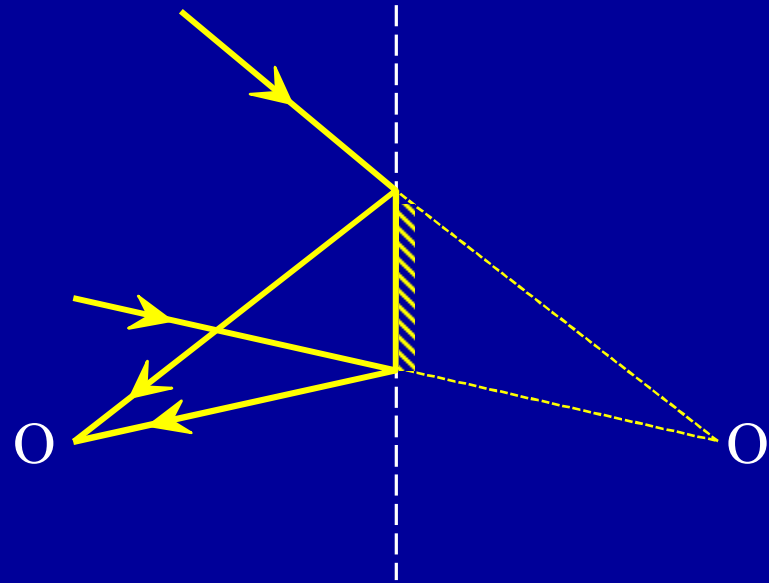
Quand les rayons arrivant sur un système optique convergent vers un point, ce point joue le rôle d'objet virtuel pour le système.

Tous les rayons réfléchis convergent vers le point A' symétrique de A par rapport au miroir : A' est l'image réelle de A.

Un système optique est dit stigmatique pour un couple de points A et A' (points conjugués) si tout rayon passant par le point A émerge du système en passant par le point A'.

Un miroir plan est stigmatique pour tout couple objet image.

I-4- Champ d'un miroir

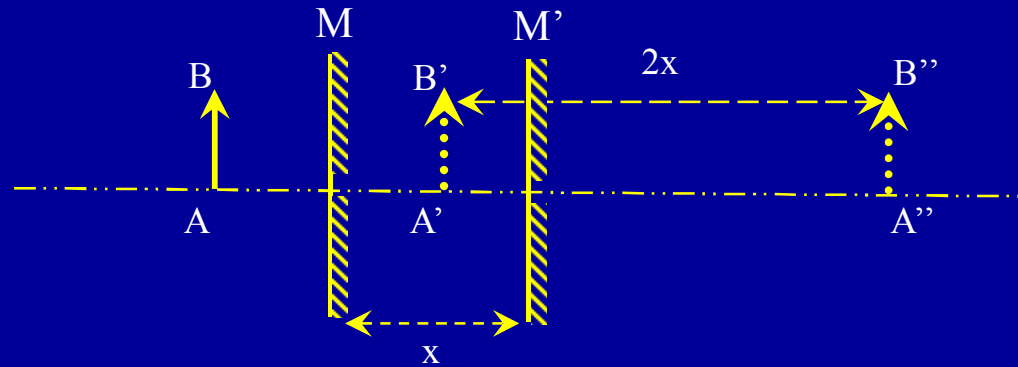


Pour un observateur dont l'œil est placé en O, le champ du miroir est l'ensemble des points visibles par réflexion sur le miroir.

Ce champ est donc la portion d'espace limitée par le miroir et les demi-droites passant par O' (image virtuelle de O donnée par le miroir) et un point du bord du miroir.

I-5- Propriétés

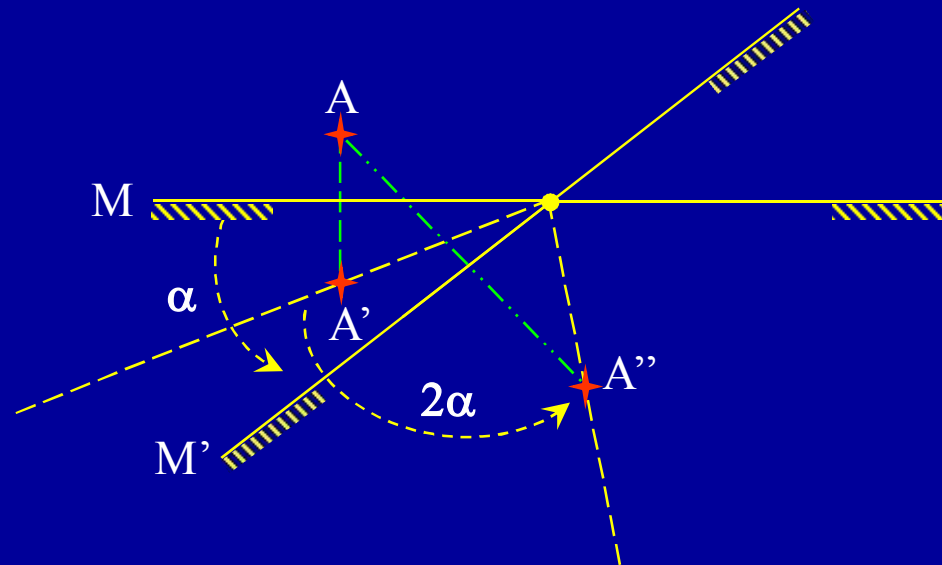
i) Translation



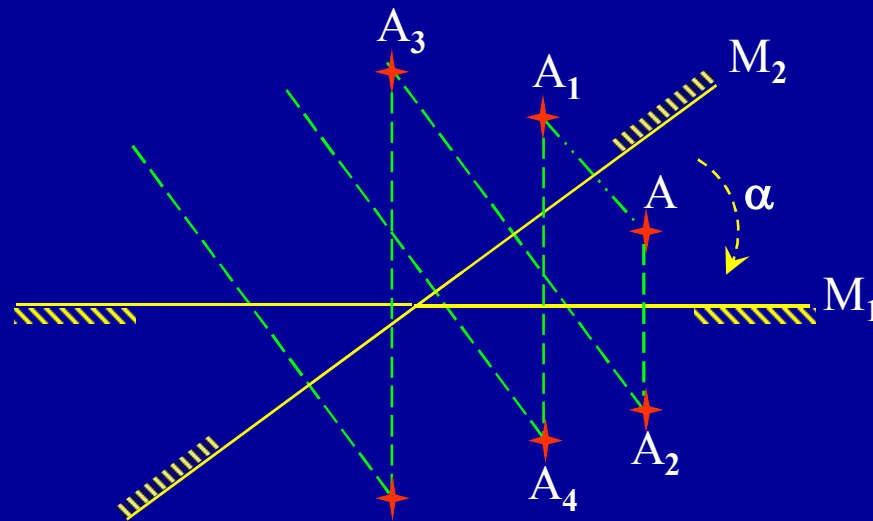
A'B' est une image virtuelle de AB à travers M. Si le miroir M se déplace de x alors A'B' de AB se déplacera alors de $2x$.

2i) Rotation

Si un miroir M plan effectue une rotation d'un angle α alors l'image A' d'un objet A tournera d'un angle 2α , comme on peut le voir sur la figure ci-dessous :



3i) Association de miroirs



Considérons 2 miroirs plans M_1 et M_2 formants un angle α entre eux. Plaçons un point objet A réel entre les deux faces réfléchissantes des miroirs (voir figure ci-dessus).

Si on suppose que l'angle α entre les deux miroirs s'écrit comme $\alpha = \pi/p$, on peut montrer que le nombre d'images obtenues est alors $(2p-1)$.

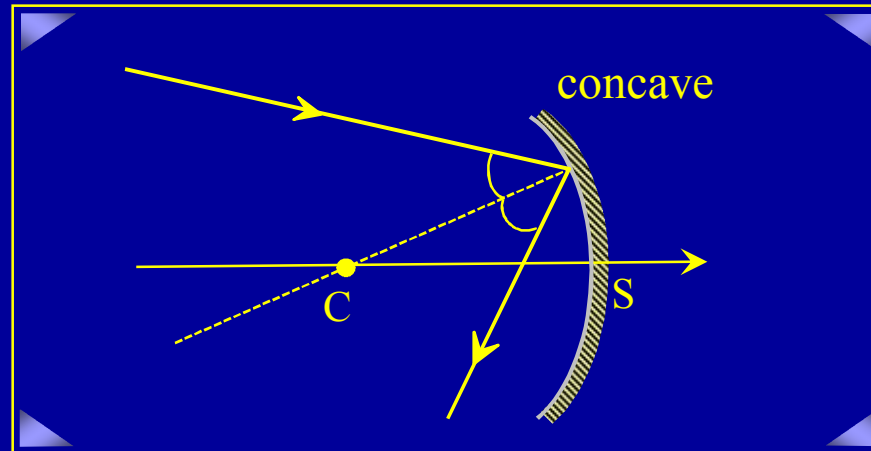
I – Le miroir sphérique

I-1- Définition

Un miroir sphérique est une portion de sphère dont l'une des faces est réfléchissante. En général c'est une calotte sphérique de sommet S dont le rayon du cercle de base est le rayon d'ouverture du miroir.

L'axe principale du miroir est perpendiculaire au plan tangent au sommet de base et rencontre le miroir M au point S.

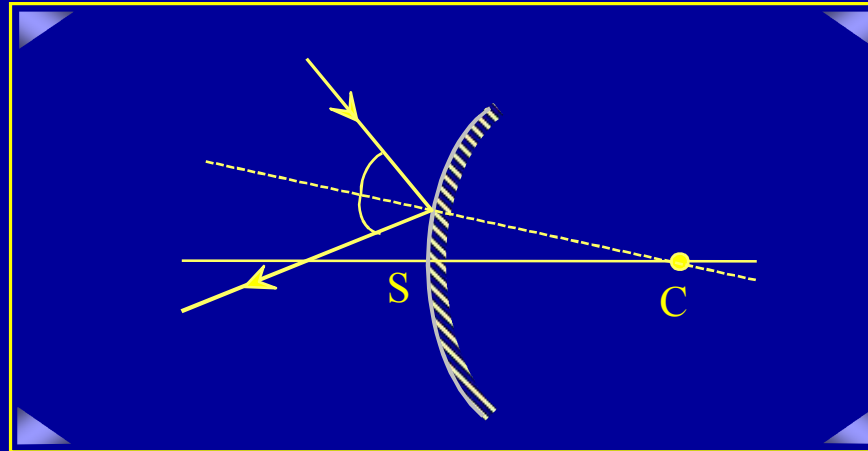
On distingue le miroir sphérique concave et le miroir sphérique convexe



Animation, cliquez !

Un miroir sphérique concave, caractérisé par une face réfléchissante se trouvant du même côté du centre C de M.

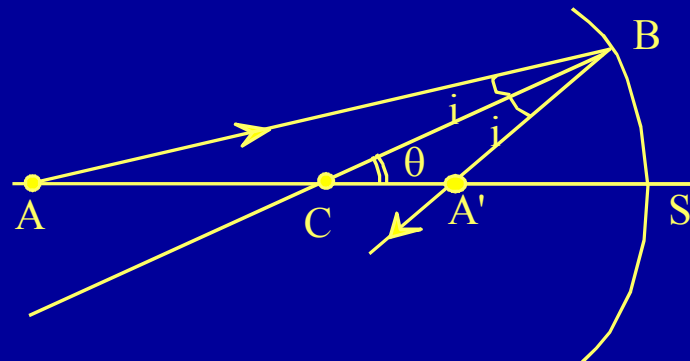
Un miroir sphérique convexe, caractérisé par une face réfléchissante se trouvant de l'autre côté du centre C de M .



Animation, cliquez !

II-2- Construction géométrique :

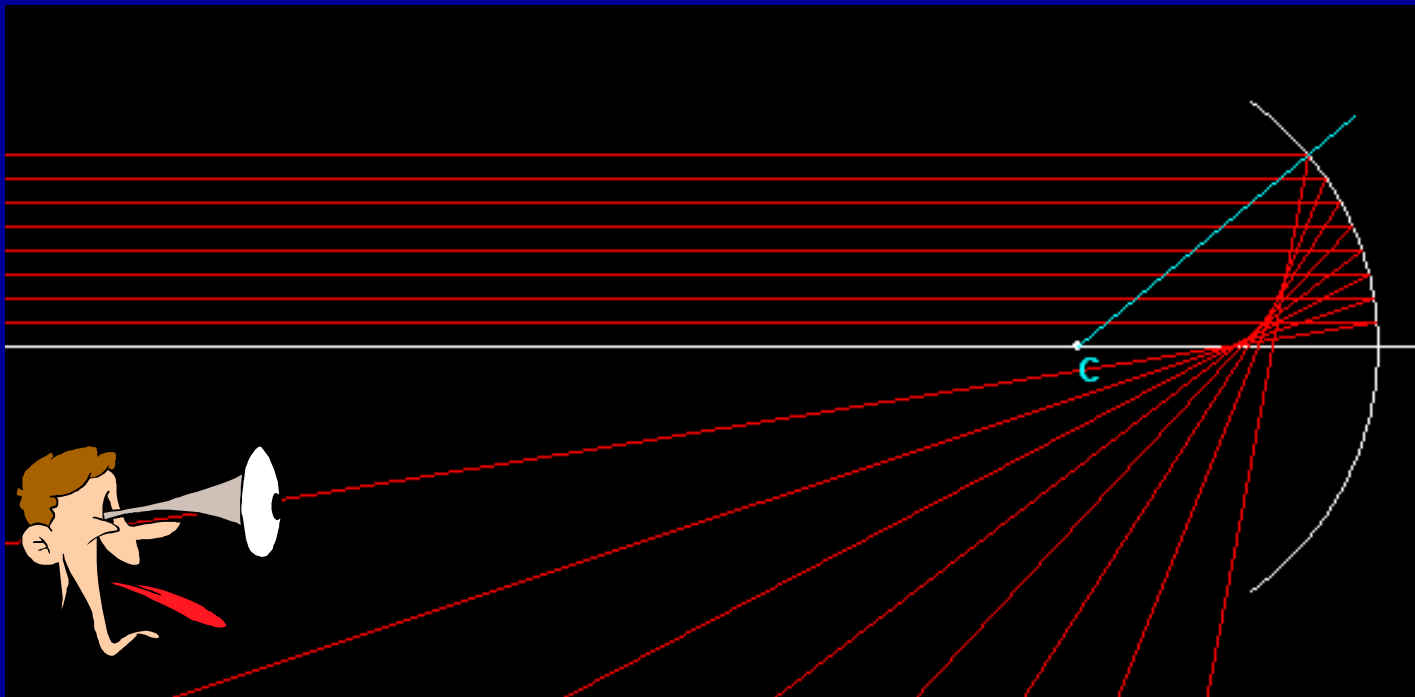
Un objet A lumineux est placé sur l'axe principale du miroir M sphérique devant la face réfléchissante. A envoie un rayon lumineux AB sur le miroir M selon une incidence i par rapport à la normale N support de (CB) . Le rayon réfléchi passe par A' se trouvant sur l'axe du miroir.



II-3- Stigmatisme du miroir sphérique

Si on envoie maintenant un autre rayon lumineux suivant une autre incidence autre que i alors l'image obtenue ne sera plus au même endroit, et on ne peut pas parler de stigmatisme rigoureux pour le miroir sphérique.

Alors que pour le centre C du miroir le stigmatisme parfait est réalisé ainsi que pour tous les points de la surface réfléchissante du miroir M .



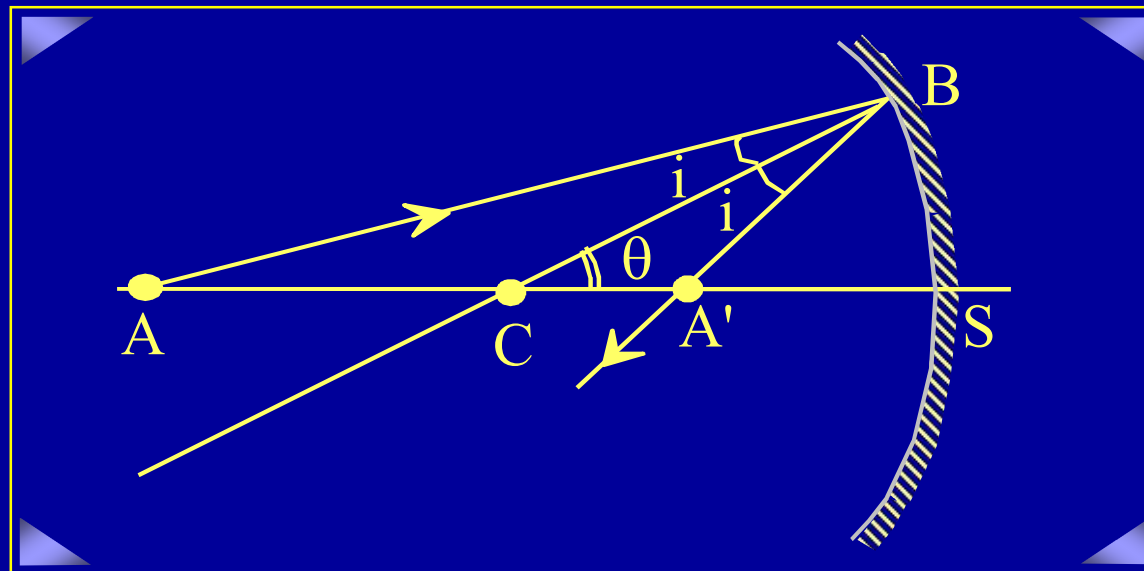
Stigmatisme – Animation, cliquez !

II-4- Formules de conjugaison

Dans les conditions de stigmatisme approché et particulièrement dans les conditions d'approximation de Gauss (rayons paraxiaux et angles très petits), nous pouvons établir la formule de conjugaison d'un miroir sphérique.

On considère les triangles (ABC) et (BA'C).

On écrit alors :



$$\pi - \theta + u + i = \pi \text{ et } \pi - \theta + u' + i = \pi$$

$$2\theta = u + u'$$

$$\text{tg } u = \text{HB/AH} \# u \text{ et } \text{tg } u' = \text{BH/A'H} \# u' \text{ et } \text{tg } \theta = \text{HB/CH} \# \theta$$

Le miroir étant de faible ouverture alors H est confondu avec S

$$2 \text{ HB/CH} = \text{HB/AH} + \text{BH/A'H} \quad \text{☞} \quad 2 / \text{SC} = 1/\text{SA} + 1/\text{SA}'$$

$$\mathbf{2 /SC = 1/SA + 1/SA'}$$

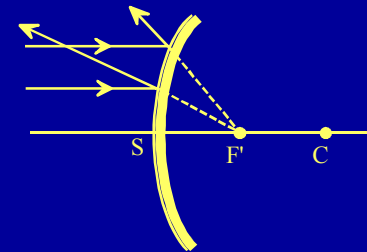
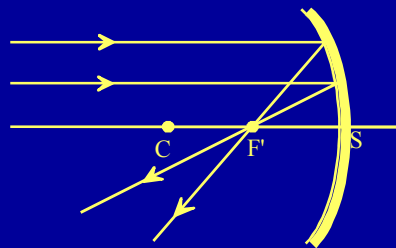
C'est la formule de conjugaison d'un miroir sphérique convexe ou concave, avec origine au sommet S, dans les conditions d'approximation de Gauss. On peut facilement montrer une autre formule avec origine au centre C donnée par :

$$\mathbf{2 /CS = 1/CA + 1/CA'}$$

II-5- Points et plans focaux

Un points focal image F' est définit comme l'image d'un point objet situé à l'infini, c'est à dire pour A (infini) lui correspond F'= A' ce qui se traduit par :

$$\mathbf{SF' = f' = SC/2}$$



Un points focal objet F est défini comme l'objet d'une image située à l'infini. C'est à dire $F = A$ pour A' (infini) ce qui se traduit, dans la formule de conjugaison par :

$$SF = f = SC/2$$

On remarque que pour un miroir sphérique, F et F' sont confondus. Pour le plan focal objet et le plan focal image, ce sont deux plans perpendiculaires à l'axe (SC) et passants par F et F' (ils sont confondus).

II-6- Agrandissement Γ

Si on considère un objet AB réel, placé sur l'axe principal d'un miroir sphérique M. Le grandissement Γ d'un miroir sphérique est donné par :

$$\Gamma = A'B' / AB = CA' / CA$$

et

$$\Gamma = - SA'/SA = - f/FA = - F'A'/f'$$



$$f.f' - FA.F'A' = 0$$

Formule de Newton

II-7- Miroir convergent et miroir divergent

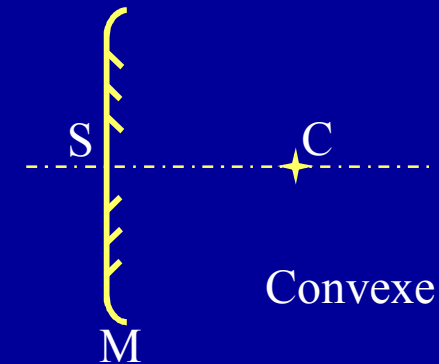
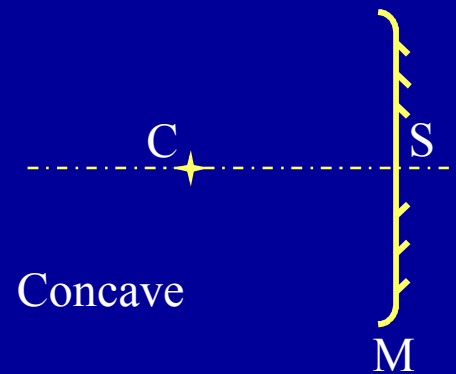
Un miroir sphérique concave est un miroir convergent

Un miroir sphérique convexe est un miroir divergent

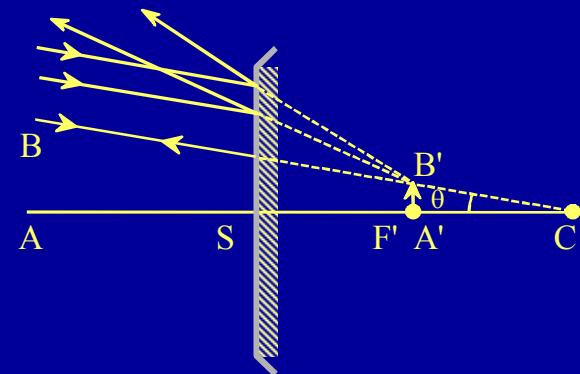
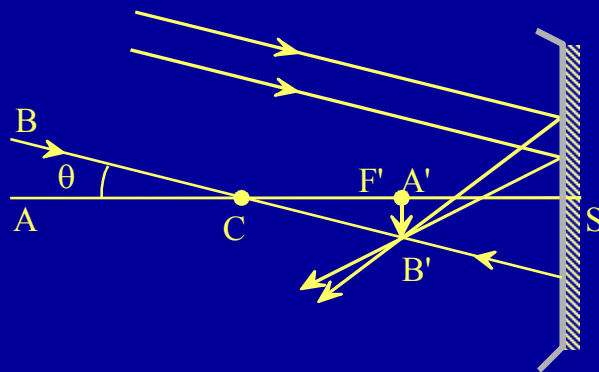
III – Représentations dans les conditions de Gauss

Elle porte sur des miroirs de faibles ouvertures, des objets de petites dimensions perpendiculaires à l'axe, et caractérise une correspondance de plan à plan.

En construction paraxiale, le miroir sera représenté par le plan tangent à son sommet S.



IV – Construction de l'image d'un objet



Construction d'image – Animation, cliquez !

