الكلية المتعددة التخصصات - خريبكة -

Faculté Polydisciplinaire Khouribga

جامعة السلطان مولاي سليمان

Université Sultan Moulay Slimane

Cours d'Optique Géométrique

Filières_SMPC_S_2

Y . BAHOU

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2019-2020

Chapitre III

La réflexion de la Lumière- Miroirs plan et sphérique

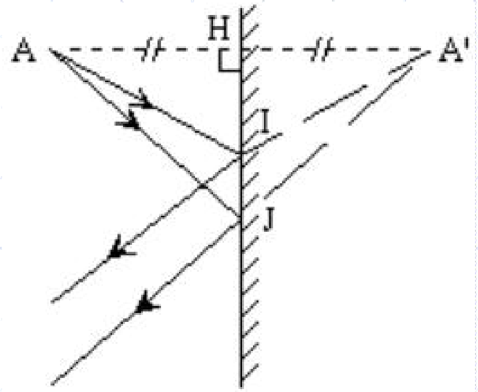
I- La réflexion plane :

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

1 – objet réel

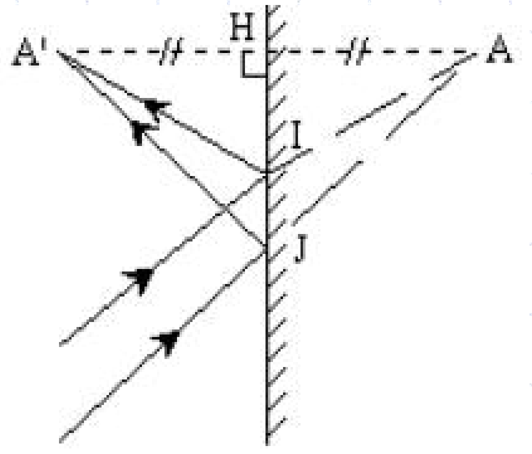
AH =HA′

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



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.

2 – objet virtuel



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‘.

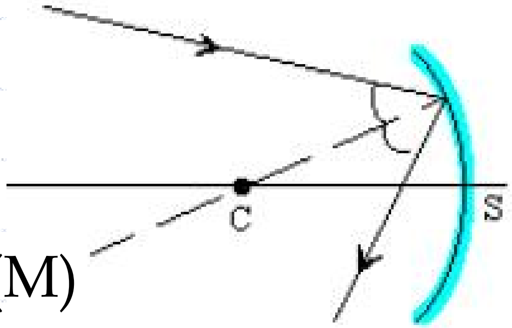
« Un miroir plan est stigmatique pour tout couple objet-image »

II- Le miroir sphérique :

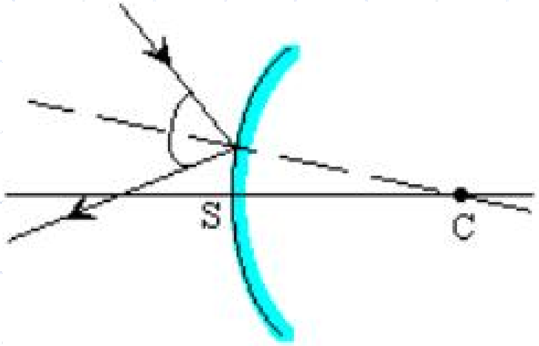
1 – Définitions :

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 points S.

- Un miroir sphérique concave, caractérisé par une face réfléchissante se trouvant du même coté du centre C et de (M)



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



2 – Recherche du stigmatisme :

Un miroir sphérique est évidemment stigmatisme pour tout point sur sa surface (Figure1), un faisceau convergent incident donnant simplement un faisceau réfléchi symétrique par rapport à la normale au point d’incidence.

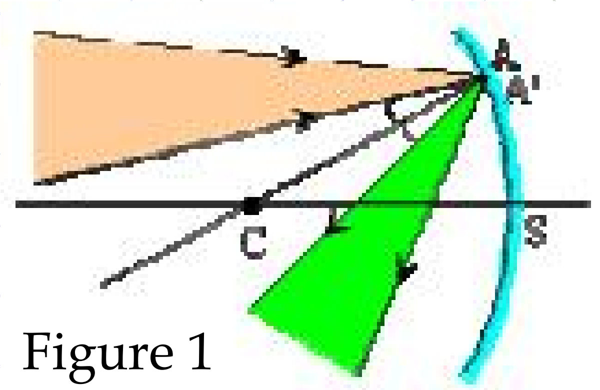


Figure 1

Il est aussi stigmatisme pour son centre qui est à lui-même son image (Figure 2 et figure 3)

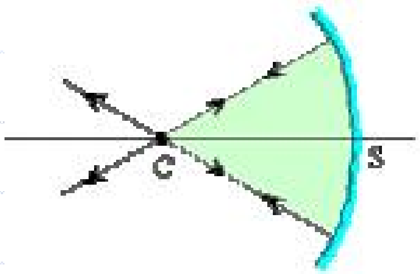


Figure 2

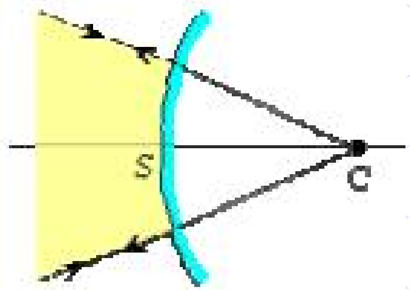
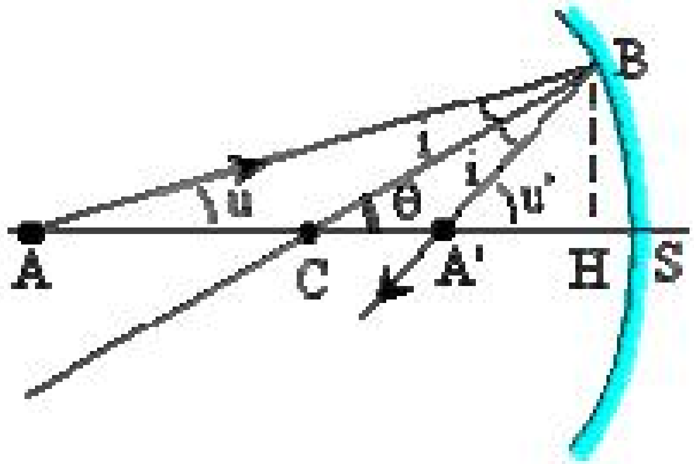


Figure 3

3 – Construction géométrique :

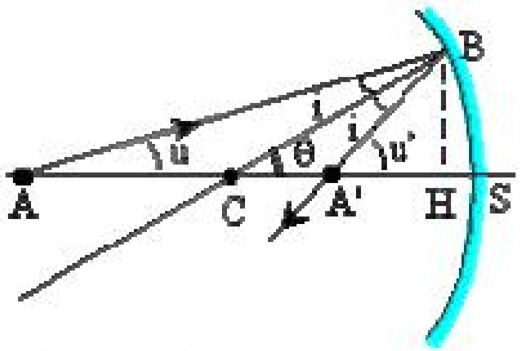
En dehors de ces deux cas particuliers de stigmatisme cités plus haut, soient A un point lumineux sur l’axe principal et AB un rayon incident qui se réfléchit sur le miroir selon BA′ symétrique de AB par rapport à la normale (CB), selon une incidence i par rapport à la normale N support de (CB). Le rayon réfléchit passe par A′ se trouvant sur l’axe du miroir M.



Si on envoi 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.

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 :

$$\circledR - \Theta + u + i = \circledR \quad et \quad \circledR - u' + \Theta + i = \circledR$$

$$2\Theta = u + u'$$

$$tg(u) = \overline{HB} / \overline{AH} \approx u \quad et \quad tg(u') = \overline{HB} / \overline{A'H} \approx u'$$

$$et \quad tg(\Theta) = \overline{HB} / \overline{CH} \approx \Theta$$

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

$$2\overline{HB} / \overline{CH} = \overline{HB} / \overline{AH} + \overline{HB} / \overline{A'H}$$

$$\frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}}$$

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.

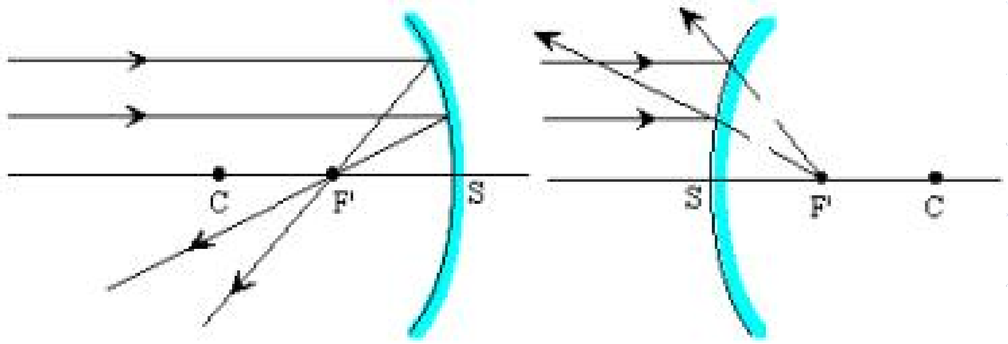
On peut facilement montrer une autre formule avec origine au centre C donnée par :

$$\frac{2}{\overline{CS}} = \frac{1}{\overline{CA}} + \frac{1}{\overline{CA'}}$$

Points et plans focaux :

- Un point 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, dans la formule de conjugaison par :

$$\boxed{\overline{SF'} = f' = \overline{SC}/2} \quad \text{(Distance focale)}$$



- Un point focal objet F est définit comme l'image située à l'infini. C'est-à-dire **F=A** pour A′ (infini) ce qui se traduit, dans la formule de conjugaison par :

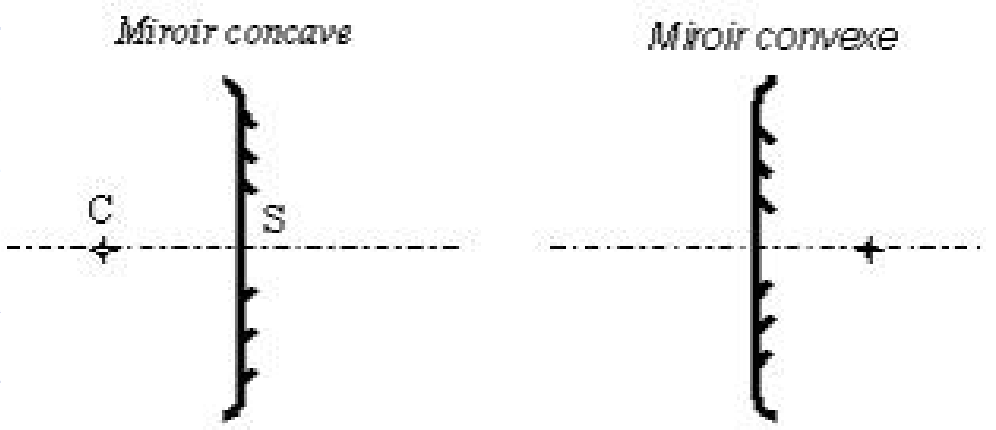
$$\boxed{\overline{SF} = f = \overline{SC}/2}$$

- Un plan focal image est un plan $P_{F'}$ perpendiculaire à l'axe principal (CS) et passant par le point focal image F'.
- Un plan focal objet est un plan P_F perpendiculaire à l'axe principal (CS) et passant par le point focal objet F.

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 (CS) et passant par F et F' (ils sont confondus)

III- représentations dans les conditions de Gauss

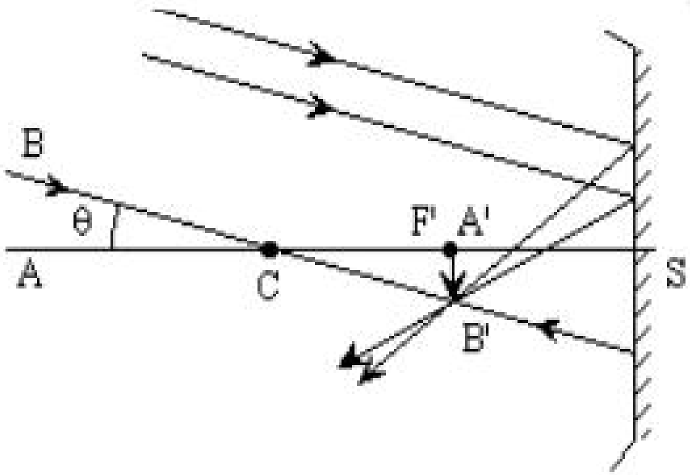
Elle porte sur les miroirs de faibles ouvertures, des objets de petites dimensions perpendiculaires à l'axe, et caractérise une correspondance de plan à plan. En construction paraxiale, le miroir sera représenté par le plan tangent à son sommet S.

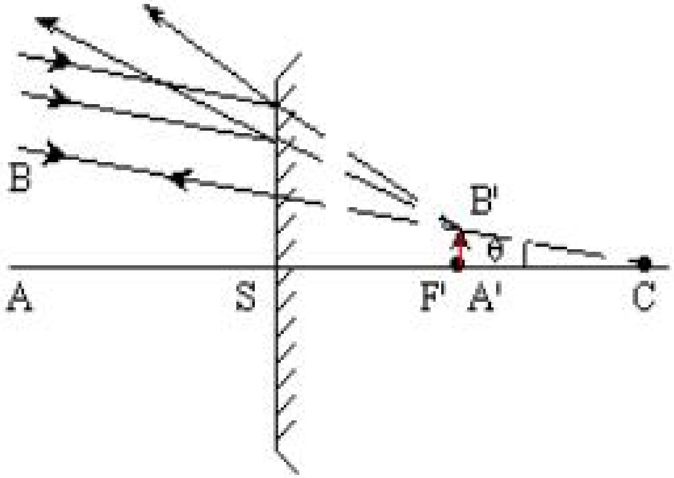


IV- construction de l'image d'un objet

Objet infini :

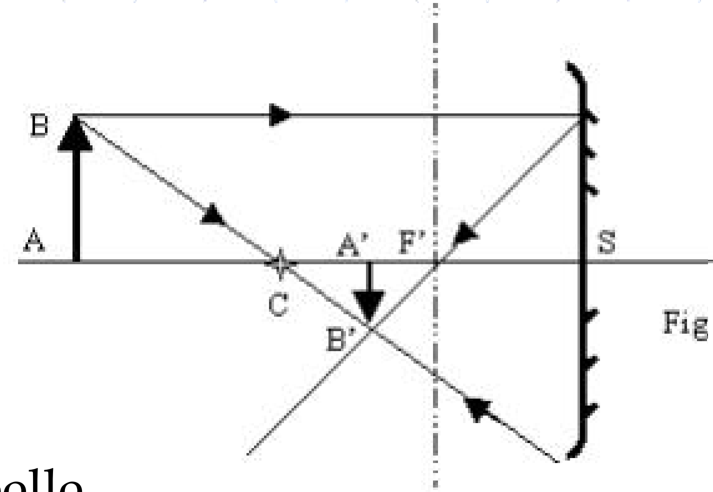
L'image est dans le plan focal, réelle et renversée si le miroir est concave, virtuelle et droite s'il est convexe.



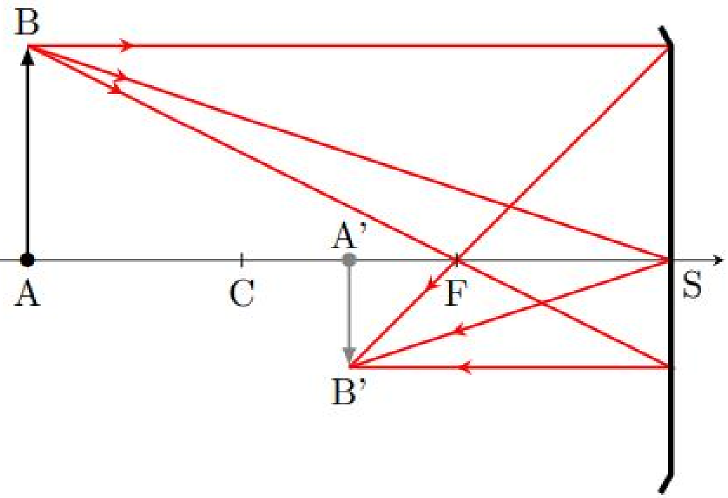


- Un miroir sphérique concave est un miroir convergent.
- Un miroir sphérique convexe est un miroir divergent.

Objet réel AB situé à une distance finie (miroir concave) :



Fig



L'objet AB est réel

- L'image A'B' est réelle
- A'B' est renversée, plus petite que l'objet

L'objet peut aussi être situer entre le C entre le foyer F', entre le foyer F' et le sommet S et entre le sommet S et l'infini. La nature des images obtenues dépendra alors des différentes positions des objets.

Objet réel AB situé à une distance finie (miroir convexe) :

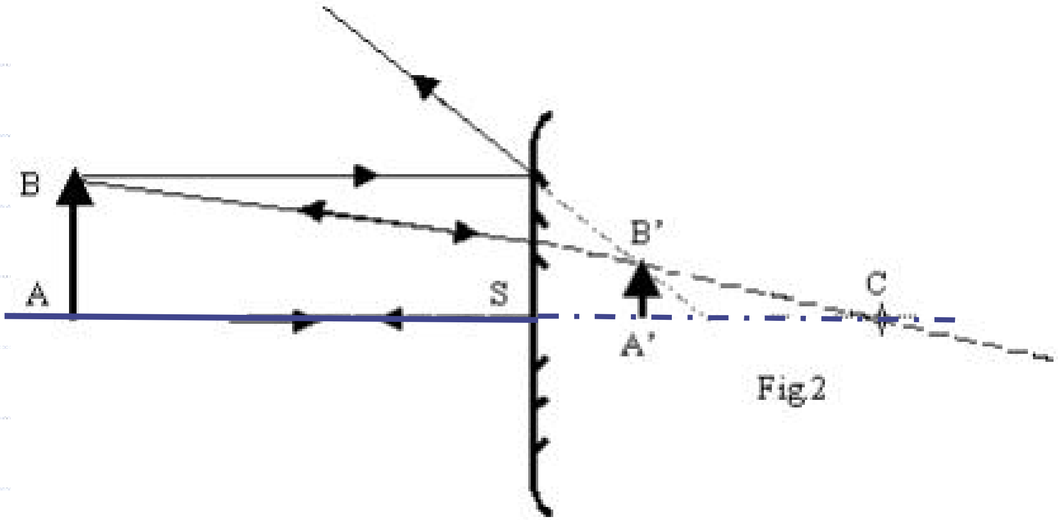


Fig 2

L'objet AB est réel

- L'image A'B' est Virtuelle
- A'B' est droite, plus petite que l'objet

Agrandissement :

Si on considère un objet AB réel, placé sur l'axe principal d'un miroir sphérique M concave (voir Fig). Le grandissement Γ d'un miroir sphérique est donné par : $\Gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}$

Démonstration :

On considère les triangles semblables (ABC) et (CA'B') nous avons :

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{CA'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{CA}} \quad \text{d' où} \quad \Gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}$$

à l'aide de la formule de Thales, $\Gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = \dfrac{\overline{FS}}{\overline{FA}} = \dfrac{\overline{FA'}}{\overline{FS}}$

Le grandissement peut se mettre sous les formules suivantes :

a. $\Gamma = -\overline{SA'}/\overline{SA}$

b. $\Gamma = -f/\overline{FA} = -\overline{F'A'}/f$

On pose $f' = \overline{SF'}$ et $f = \overline{SF}$. Bien sûr ici, f=f'. Les formules du grandissement permettent d'obtenir deux relations :

Relation avec origine aux foyers

$$\overline{FA}.\overline{F'A'} = f.f' \ (relation\ de\ Newton)$$

En développant $\overline{FA} = \overline{FS} + \overline{SA}$ et $\overline{FA'} = \overline{FS} + \overline{FA'}$

On obtient la relation avec origine au sommet :

$$\frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{f} = \frac{1}{f'}$$