

STIGMATISME

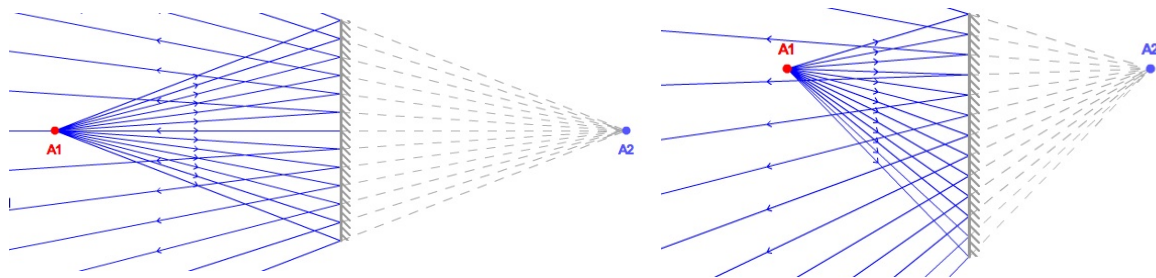
DÉFINITION : Stigmatisme

Le point A' est le conjugué du point A par un système optique si tous les rayons issus du point A convergent en A' . On dit alors que le système optique est **rigoureusement stigmatique** pour le couple (AA') .

Si tous les points d'un objet ont chacun leur conjugué, ces derniers vont former ensemble l'image de l'objet par le système optique. Mais la plupart des systèmes optiques ne sont pas rigoureusement stigmatiques, ou seulement pour très peu de points.

Il est néanmoins possible, en sélectionnant *certaines rayons* passant par le point objet A de faire en sorte que ceux-ci passent tous dans un voisinage très proche d'un point A' qui sera le conjugué de A . On parle alors de **stigmatisme approché**. Les conditions imposées sur les rayons s'appellent les **conditions de Gauss**. Nous allons voir sur des exemples quelles sont ces conditions et pourquoi on les impose. Nous verrons aussi comment on peut en pratique réaliser ces conditions.

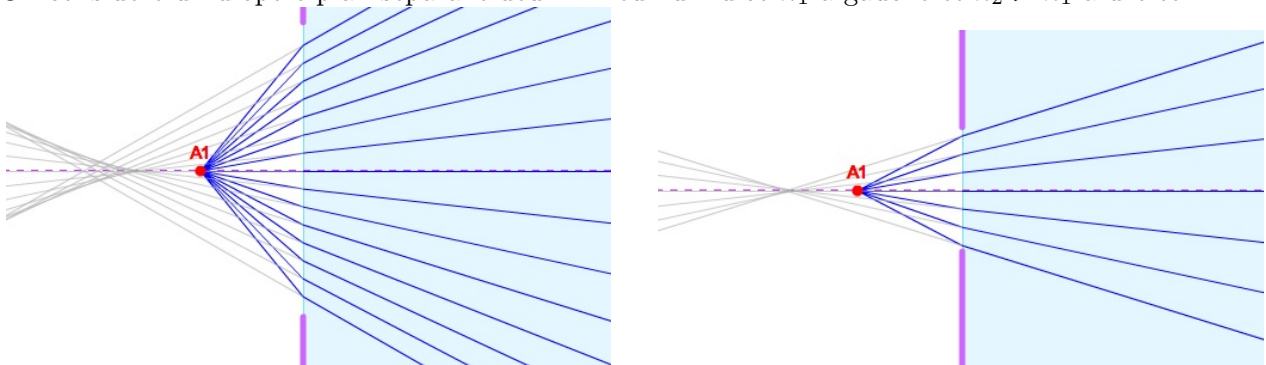
I. Un exemple de stigmatisme rigoureux : le miroir plan



Comme l'indiquent ces figures, le miroir plan est rigoureusement stigmatique pour tout point. On note que l'image d'un objet réel est virtuelle, alors que l'image d'un objet virtuel est réelle.

II. Stigmatisme approché du dioptre plan : 1ère condition de Gauss

On considère un dioptre plan séparant deux milieux d'indice n_1 à gauche et $n_2 > n_1$ à droite.



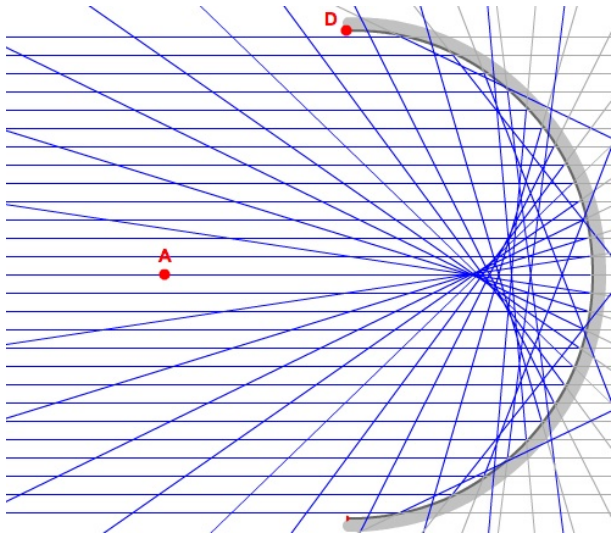
On observe que les rayons issus du point $A1$ et ne se coupent pas tous en un même point après réfraction par le dioptre. Il n'y a donc pas stigmatisme rigoureux. L'image du point est une surface appelée **caustique**. On remarque que la densité d'intersections est plus grande à la pointe de cette caustique, et que ce sont les rayons les plus inclinés qui s'écartent le plus de cet endroit.

En diaphragmant, on empêche les rayons trop inclinés de passer. Les rayons restant concourent presque en un même point, qui peut alors être considéré comme le conjugué du point $A1$. On parle de **stigmatisme approché**, car les rayons ne concourent pas rigoureusement et il faut les sélectionner.

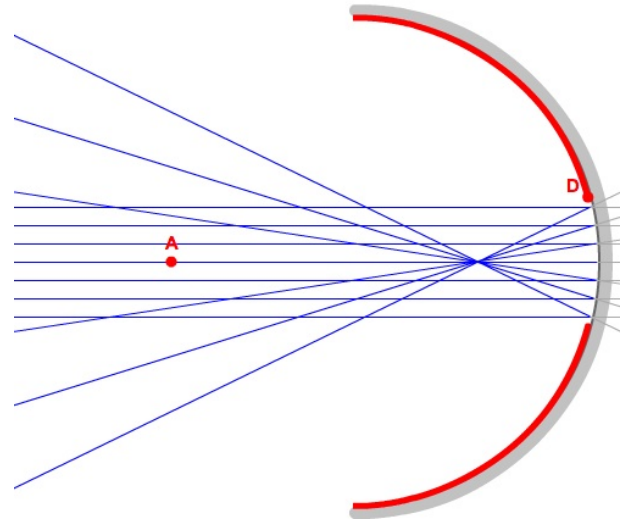
Ainsi, on obtient une image à peu près nette en sélectionnant les **rayons peu inclinés par rapport à l'axe optique**, ce qui constitue la **première des conditions de Gauss**.

III. Le miroir sphérique

1. Un objet à l'infini

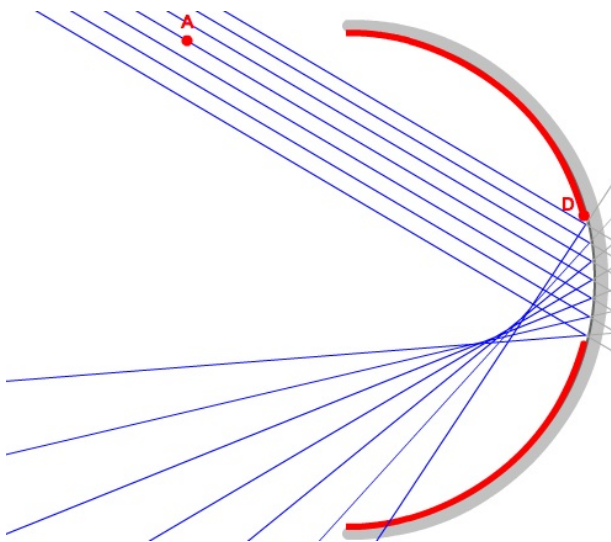


Le miroir sphérique n'est pas non plus stigmatique. Un objet à l'infini a pour image une caustique. On observe que la densité d'intersections est plus forte au sommet de la caustique, là où convergent les rayons réfléchis proches de l'axe optique.

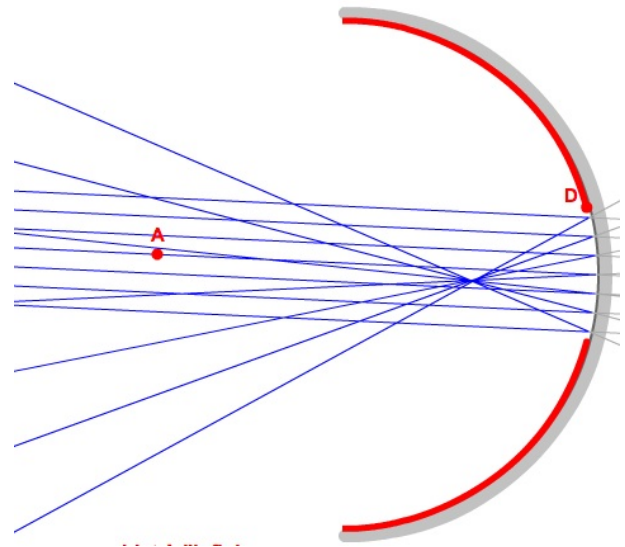


Si on diaphragme le miroir (ou la source) pour ne laisser passer que les rayons les plus proches de l'axe optique, on obtient alors une image quasiment ponctuelle que l'on peut définir expérimentalement comme le **foyer principal image**.

Ainsi, la deuxième condition de Gauss est que les rayons atteignent le système optique près de l'axe optique.



Toutefois, si les rayons arrivant de l'infini sont très inclinés par rapport à l'axe optique, il n'y a pas convergence des rayons malgré le diaphragme et donc pas de stigmatisme, même approché.



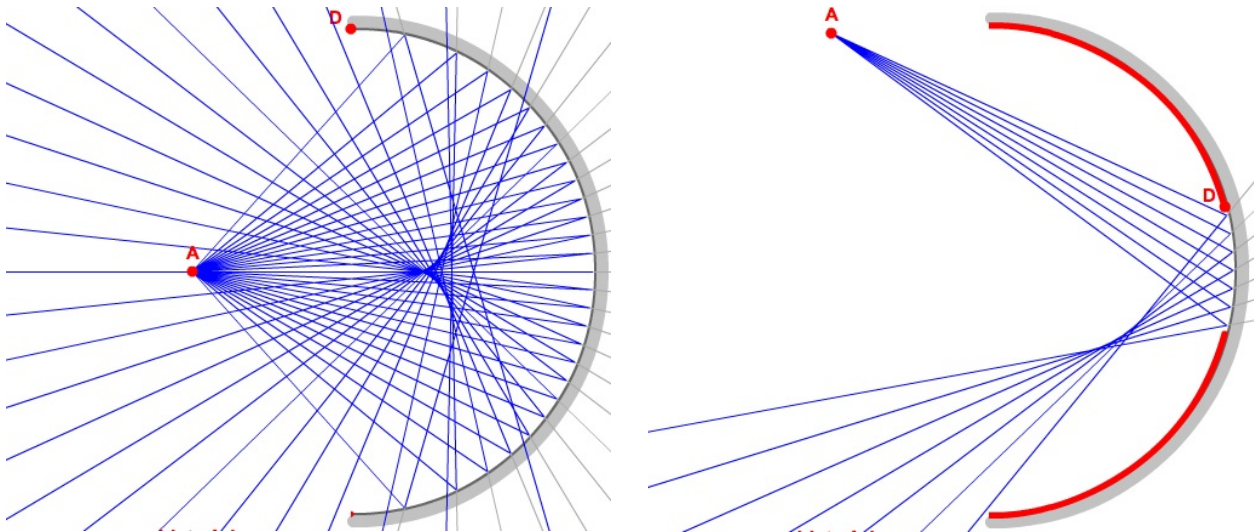
On retrouve là la première condition de Gauss qui exige que les rayons incidents soient peu inclinés pour obtenir un stigmatisme approché.

De façon générale, pour obtenir un stigmatisme approché on se place dans les **conditions de Gauss**, à savoir :

- les rayons lumineux atteignent le système optique près de l'axe optique.
- les rayons lumineux ne sont pas trop inclinés par rapport à l'axe optique.

De tels rayons sont dits **paraxiaux**.

2. Cas d'un objet à une distance finie



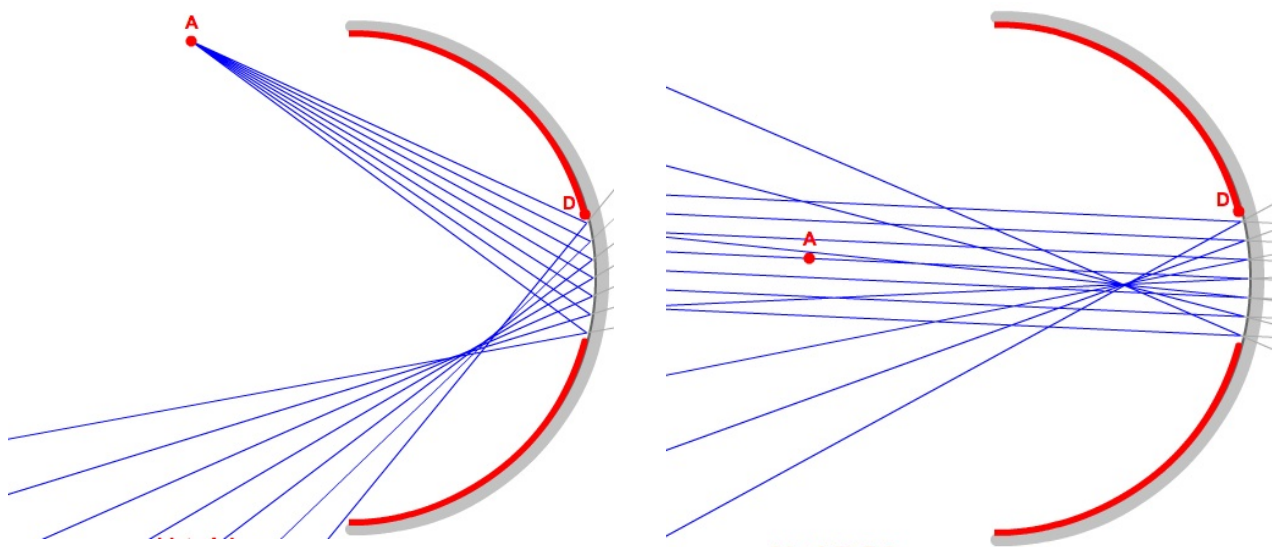
L'étude du trajet des rayons lumineux issus d'un objet situé à une distance finie permettent de retrouver les mêmes conditions de Gauss que précédemment. On peut même généraliser :

Les conditions de Gauss permettant d'obtenir un stigmatisme approché sont les mêmes quelques soient les systèmes optiques centrés étudiés : dioptré plan, miroir sphérique, lentilles minces....

En pratique :

- Pour éviter d'obtenir des rayons éloignés de l'axe passant par le système optique, on peut **diaphragmer** les lentilles. Seuls les rayons proches de l'axe optique passeront. L'ouverture du diaphragme se détermine expérimentalement.
- Pour éviter les rayons trop inclinés, on prendra des objets de petites taille devant les grandeurs des lentilles, les distances... On raisonne souvent en angle : l'angle sous lequel on voit l'objet depuis la lentille ou le miroir.

REMARQUE : En TP, les conditions de Gauss ne sont pas toujours pleinement respectées, notamment celle sur la taille des objets. On observe dans ce cas des aberrations dites "géométriques". Il s'agit principalement de déformations des images (surtout sur les bords où les rayons sont les plus inclinés) et d'impressions de flou.



Cas d'un objet à une distance finie : on retrouve bien les conditions de Gauss pour obtenir un stigmatisme approché.