

Formation des images en optique géométrique

L'optique géométrique est l'étude d'instruments optiques dont les dimensions sont suffisamment grandes par rapport à la longueur d'onde afin de pouvoir négliger la diffraction. Ainsi nous pouvons limiter l'analyse à la propagation des rayons lumineux supposée rectiligne dans un milieu homogène et isotrope, et soumise à une suite de réflexions et de réfractions sur des surfaces séparant deux milieux différents.

I- Notion d'objet et d'image

Un objet lumineux ou éclairé, est composé d'une multitude de points sources diffuseurs d'ondes lumineuses se propageant dans toutes les directions. Lorsque l'œil regarde cet objet, il reçoit des rayons provenant de cet objet : figure 1.

L'interposition d'un instrument optique modifie la direction des rayons lumineux. L'œil regardant à travers cet instrument optique, voit une image à l'intersection des rayons lumineux issus de l'instrument : figure 2.

Le cerveau interprète la localisation de l'image, sa grosseur, sa forme, en fonction des rayons lumineux qui pénètrent dans son œil.

Nous définissons :

- **L'objet** : la source de lumière qui éclaire l'instrument optique, est composée d'une multitude de points sources où se croisent les faisceaux de rayons incidents. L'intersection des rayons incidents désignent un point objet.

- **L'image** : l'instrument optique dévie les rayons lumineux. Ceux-ci atteignent l'œil en donnant la même information concernant la forme, mais une information différente sur la localisation et la grosseur. Le point où se coupent les rayons issus de l'instrument optique est la source d'où semblent provenir les rayons pour l'œil.

L'œil ne voit un objet (ou une image) que s'il reçoit des rayons lumineux issus de cet objet ou de cette image ; l'œil est sensible à la direction des rayons qui l'atteignent. L'œil voit une image située au point d'intersection des rayons qui l'atteignent.

II- Conjugaison d'objet et d'image

- Pour que l'image donnée par un instrument optique donne la même information de forme que l'objet, il faut que les rayons issus du point objet, se croisent en un point unique d'où ils sembleront provenir pour l'œil.

Les instruments optiques sont fabriqués et utilisés de telle manière à vérifier cette condition.

Nous dirons que l'instrument vérifie **la condition de stigmatisme**. Le point objet et le point image correspondant sont dits **conjugués**.

Remarque : dans les faits, cette condition n'est vérifiée que pour de rares instruments dont le miroir plan. Néanmoins, sous certaines conditions d'utilisation, les instruments composés d'éléments de base comme les miroirs sphériques ou les lentilles, fonctionnent dans des conditions de stigmatisme approché, suffisantes pour obtenir des images satisfaisantes.

- Les instruments sont la plupart du temps caractérisés par un axe de symétrie. Les images données par des instruments optiques sont observées dans un plan perpendiculaire à l'axe de symétrie : rétine, écran, plaque photographique... Pour que l'image ne soit pas déformée, il faut qu'à un objet situé dans un plan perpendiculaire à l'axe optique, corresponde une image également perpendiculaire à l'axe optique. On dit alors que l'instrument optique vérifie la condition d'aplanétisme.

III- Objet et image avec un miroir plan

Figure 4 : B désigne un point objet. De B nous traçons les rayons incidents et qui éclairent le miroir. Les lois de la réflexion nous permettent d'en déduire le tracé des rayons réfléchis. L'analyse géométrique simple des tracés montre que ces rayons semblent tous provenir d'un point unique B', symétrique de B par rapport au miroir.

Le miroir plan vérifie la condition de stigmatisme rigoureux. A un point objet, correspond un point image conjugué ; l'image et l'objet sont symétriques par rapport au plan du miroir.

Remarque : dans le cas de la figure, l'image ne peut pas être matérialisée par un écran. Les rayons réfléchis semblent provenir d'un point mais ne se coupent pas en fait. L'image est qualifiée de « virtuelle ».

Les positions B et B' de l'objet et de l'image sont repérés sur un axe orienté. O est la position du miroir plan sur cet axe. Nous avons la relation suivante :

$$\overline{OB} + \overline{OB'} = 0$$

Cette relation est appelée relation de conjugaison du miroir plan.

IV- Formation des images avec un dioptre plan

Lorsqu'une onde rencontre un milieu différent, on observe le phénomène de réfraction :

- l'onde incidente est en partie réfléchi, en partie transmise ;
- la direction de propagation incidente (le rayon incident), la normale à la surface séparant le premier milieu et le second, la direction de propagation de l'onde réfléchi (le rayon réfléchi) et enfin, la direction de propagation de l'onde transmise (le rayon réfracté ou transmis), forment un même plan (le plan d'incidence) ;
- l'angle incident (angle que forment le rayon incident et la normale) est égal à l'angle de réflexion ;
- l'angle de réfraction et l'angle d'incidence sont reliés par l'expression (loi de Snell-Descartes) :

$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2) \text{ avec } n : \text{l'indice du milieu } n = \frac{\text{célérité de la lumière dans le vide}}{\text{célérité de la lumière dans le milieu}} = \frac{c}{v}$
--

Figure 1 : chaque point de la bougie, de la feuille de papier éclairée, peuvent être vu par l'œil.

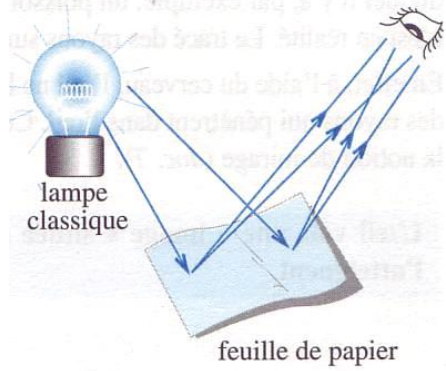
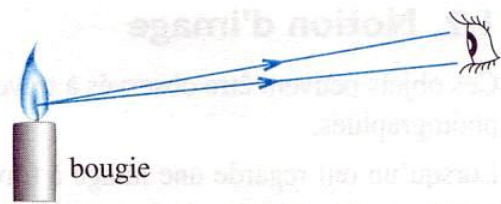


Figure 2 : l'œil n'est sensible qu'à la direction des rayons qui l'atteignent

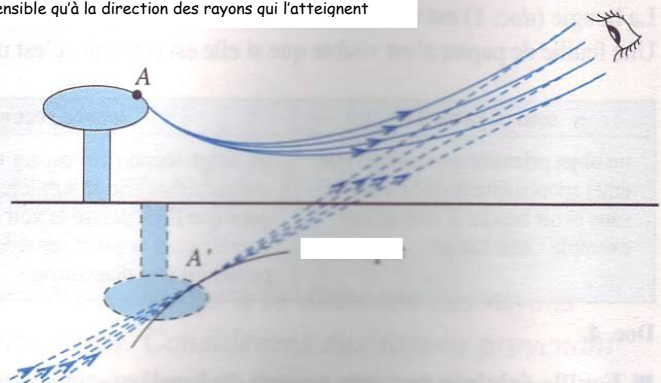
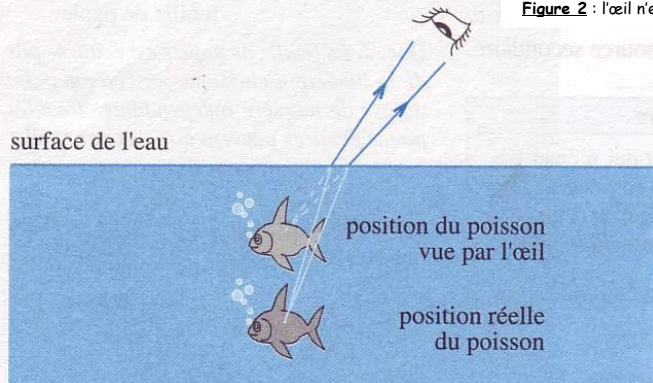


Figure 3 : l'œil ne voit un objet (ou une image) que s'il reçoit des rayons lumineux issus de cet objet ou de cette image.

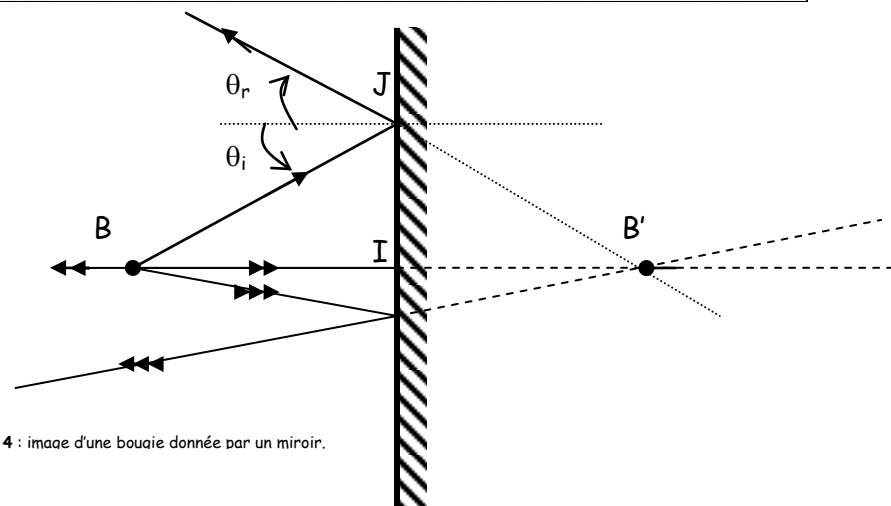
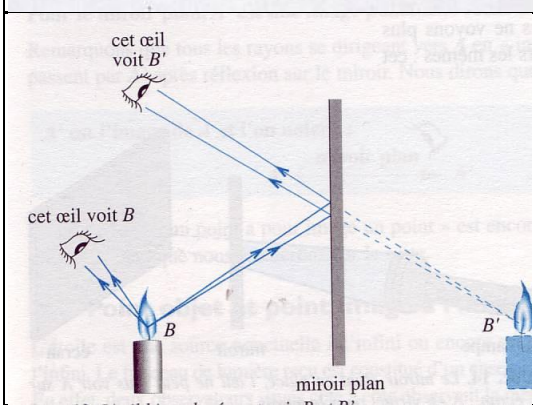
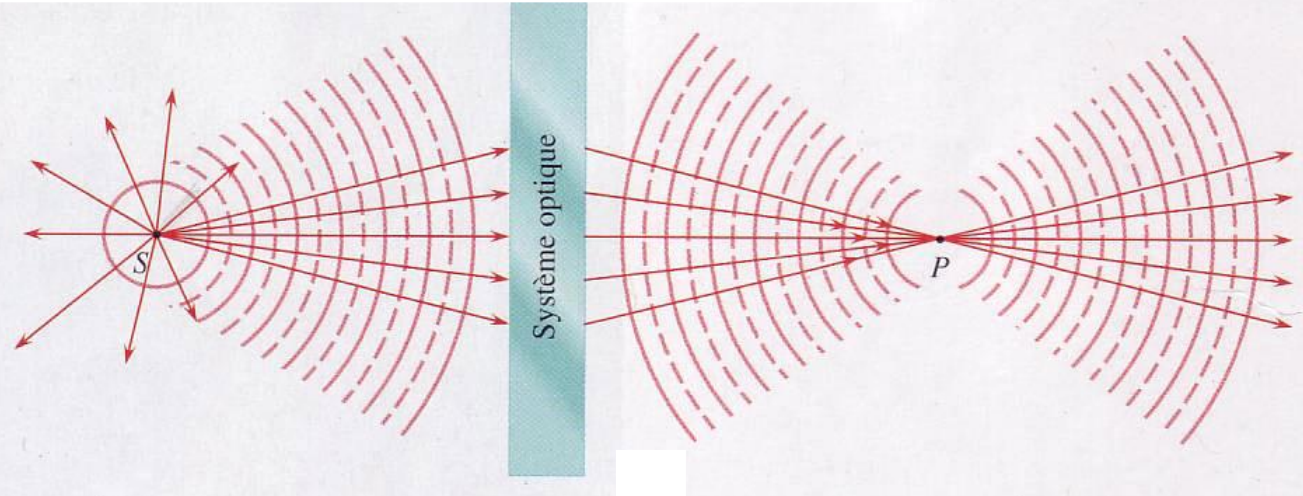


Figure 4 : image d'une bougie donnée par un miroir.



Shawn Malone/LakeSuperiorPhoto.com