

L'OPTIQUE - 3^e Feuille

LES MIROIRS SPHÉRIQUES

1. Miroirs sphériques. Miroir concave et miroir convexe.



1. Miroirs sphériques. — Miroir concave et miroir convexe. — Une surface sphérique a deux faces. Si les réflexions se produisent sur la face intérieure, on a un *miroir sphérique concave*. Dans le cas contraire, un *miroir convexe*.

Le plus souvent, on donne à la portion de surface sphérique qui constitue le miroir, la forme d'une calotte. Le sommet S de la calotte est le *sommeil du miroir*. Toute droite passant par le centre C de la sphère est un *axe du miroir*. L'axe qui passe par S est son *axe principal*. Un plan passant par l'axe principal est un *plan de section principale*. L'angle U sous lequel on voit du centre le rayon de base de la calotte s'appelle *angle d'ouverture*.

Nous représentons ici la section principale d'un miroir concave et celle d'un miroir convexe. Dans les deux cas nous figurons un rayon incident R et le rayon réfléchi correspondant R'. On voit immédiatement qu'il n'existe entre ces deux figures qu'une différence : *les rayons dans la première ont la même disposition que les prolongements de rayons dans l'autre et vice-versa*. Cette simple remarque nous permettra de déduire les propriétés du miroir convexe de celles du miroir concave. Nous étudierons d'abord ce dernier, beaucoup plus important.

2. Caustique d'un miroir sphérique.



2. Caustique d'un miroir sphérique. — La première question qui se pose dans l'étude du miroir sphérique comme dans l'étude de tout système optique est la suivante : D'un point lumineux donne-t-il une image ? En d'autres termes, des rayons issus d'un point passent-ils après réflexion, par un autre point, réellement ou virtuellement ?

L'expérience et la construction géométrique montrent que non. Après réflexion, les rayons primitivement issus d'un point A sont tangents à une surface (ils l'*enveloppent*). Cette surface est la *caustique du miroir* correspondant au point A. La forme et la position de la caustique varient avec la position du point A.

Dans la figure, nous suivons, dans un plan de section principale de rayons issus d'un point très éloigné situé sur l'axe principal. Les rayons sont sensiblement parallèles à cet axe. Après réflexion ils enveloppent une courbe, section principale de la caustique. Dans ce cas particulier, cette section présente un point de rebroussement, situé à égale distance du sommet et du centre de courbure.

On se rend compte encore en observant cette figure que si l'on n'utilisait que les rayons les plus voisins de l'axe principal, les rayons réfléchis conservés passeraient très près de ce point qui serait alors une image approchée du point donné.

Un miroir sphérique fournira donc une image approchée d'un point, si le miroir est de faible ouverture et si le point est assez voisin de l'axe principal.

Dans le cas particulier de la figure, cette image approchée se trouve au point de rebroussement. C'est le *foyer principal* sur lequel nous reviendrons au § 5.

3. Expérience sur les caustiques.



3. **Expérience sur les caustiques.** — L'expérience suivante est particulièrement instructive. On dispose sur une table une lame de fer blanc, polie et à laquelle on donne la courbure que l'on veut. Eclairons-la par une lampe assez éloignée. On voit se dessiner la caustique sur la table. Disposons une règle comme le montre la figure ; le faisceau d'ombre, après réflexion est tangent à cette courbe. Si on déplace la règle, le faisceau roule sur la caustique.

Ce faisceau d'ombre occupe la place d'un faisceau lumineux. Nous avons vérifié ainsi que les rayons étaient tangents à la caustique.

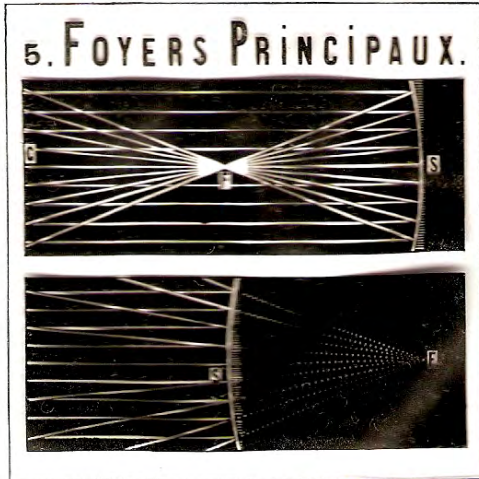
Cette expérience porte sur un miroir cylindrique et non sphérique. Mais l'allure des phénomènes est la même.

4. Une caustique dans une tasse.



4. **Une caustique dans une tasse.** — Les courbes que l'on peut voir se tracer au fond d'une assiette ou dans une tasse ne sont autres que les traces des caustiques, produites par la réflexion de la lumière sur la surface intérieure du vase (cylindrique dans le cas de la figure).

5. Foyers principaux.



5. **Foyers principaux.** — *a)* Dans un miroir de faible ouverture (§ 2) des rayons qui tombent parallèles à l'axe vont passer après réflexion, très approximativement par un point F , situé entre le centre et le sommet, à égale distance (fig. 5, en haut). Pour cette raison, on dit qu'en F est le *foyer principal image*.

b) Mais il résulte du principe du retour inverse que des rayons qui arrivent sur le miroir, passant par F , reviennent, après réflexion, parallèles à l'axe principal. On dit qu'en F est le *foyer principal-objet*.

Le point F joue donc selon le cas ces deux rôles. On l'appelle : *Foyer principal*.

Sa distance au sommet (*distance focale*) est égale à la moitié du rayon.

Dans le miroir concave, le foyer est donc réel. Dans le miroir convexe, il est virtuel (fig. 5, en bas).

Cela signifie que :

a) Des rayons qui tombent parallèles à l'axe principal se réfléchissent divergents comme s'ils provenaient de F (*foyer image*).

b) Des rayons qui tombent sur le miroir dirigés vers F se réfléchissent parallèles à l'axe.

Plans focaux. — Si les rayons tombent parallèles à une autre direction que celle de l'axe principal, les rayons réfléchis passent, réellement ou virtuellement, par un autre point du plan focal principal, plan passant par F et normal à l'axe principal.

(Là encore s'applique le retour inverse).

L'image d'un objet très éloigné se fera dans le plan focal (exemple l'image du soleil).

6. Miroir ardent.



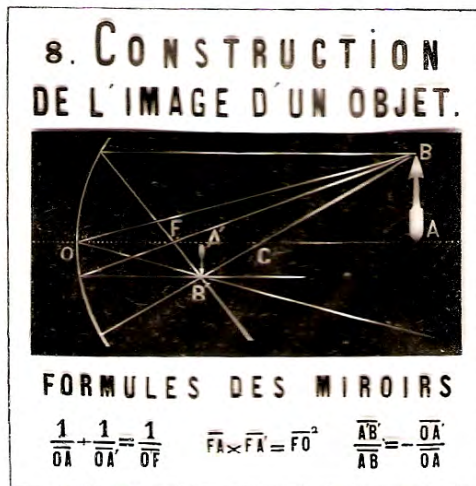
6. **Miroir ardent.** — Sur l'étendue, toujours faible, de cette image de soleil se concentre une telle intensité lumineuse qu'on peut aisément y enflammer un morceau de papier noir (qui ne renvoie pas la lumière reçue). A plus forte raison, ferait-on brûler une substance inflammable.

7. Expérience des miroirs conjugués.



7. **Expérience des miroirs conjugués.** — Met en évidence les deux rôles du foyer. Deux miroirs identiques font centre sur le même axe, les faces réfléchissantes en regard. Une source de lumière intense est au foyer du premier (foyer objet). Sa lumière est envoyée suivant un faisceau cylindrique sur le second qui la concentre sur un morceau de substance inflammable situé en son foyer (foyer image).

8. Construction de l'image d'un objet.



8. **Construction de l'image d'un objet.** — Construisons d'abord l'image d'un point B non situé sur l'axe.

Le rayon incident parallèle à l'axe se réfléchit passant par F (propriété du foyer-image).

Le rayon incident passant par F se réfléchit parallèle à l'axe (propriété du foyer-image).

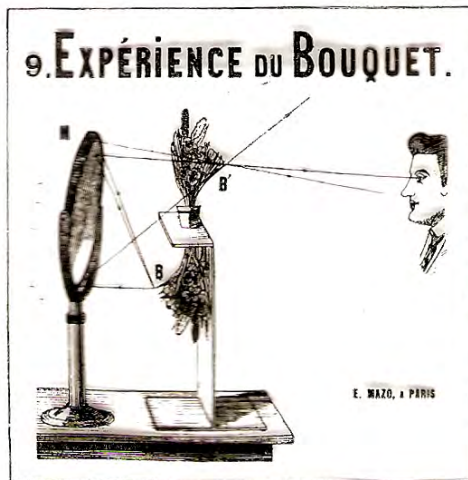
Les deux rayons réfléchis ainsi obtenus se coupent en B' image de B.

On peut remarquer aussi que le rayon BC, passant par le centre tombe normalement sur le miroir et revient par suite sur lui-même.

L'image B' du point B étant déterminé, sachant d'autre part qu'a un objet situé dans un plan normal à l'axe correspond une image également située dans un plan normal à l'axe, on sait construire l'image A'B' d'une droite AB normale à l'axe.

De ces constructions, on déduit les formules du miroir. Si l'objet était A'B', l'image serait AB (retour inverse).

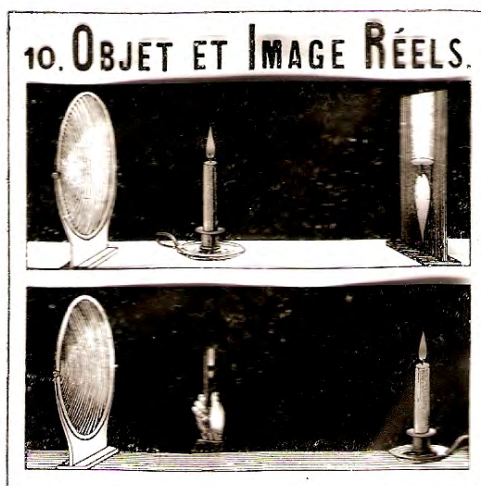
9. Expérience du bouquet.



9. **Expérience du bouquet.** — Construction et formules montrent qu'un objet situé dans le plan normal à l'axe et passant par C a une image réelle, renversée, égale à lui.

Le bouquet B, disposé dans la région du centre la tête en bas est caché à l'observateur. Celui-ci croit le voir en B', redressé et sortant d'un pot placé là pour la circonstance.

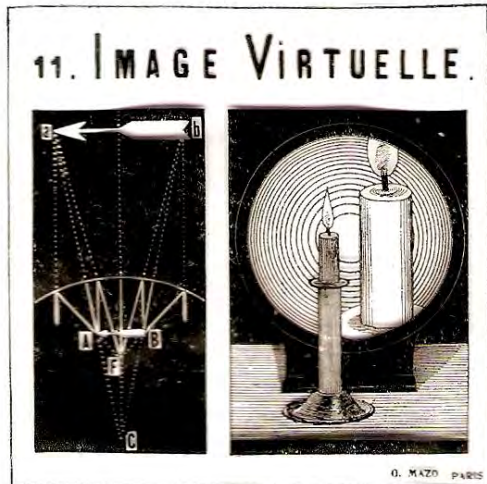
10. Objet et image réel.



10. **Objet et image réel.** — A un objet réel situé au-delà du centre correspond une image réelle renversée, située entre le centre et le foyer. C'est le cas de la figure 8).

La première expérience (figure 10, en haut) réalise ce cas. La seconde (figure 10, en bas) réalise le cas déduit du premier par application du retour inverse.

11. Image virtuelle.



11. Image virtuelle. -- A un objet réel situé entre le foyer et le miroir correspond une image virtuelle droite, plus grande que l'objet (construction géométrique à gauche, expérience à droite).

Le retour inverse donnerait la conclusion suivante : A un objet virtuel correspond une image réelle, entre foyer et miroir, droite, plus petite que l'objet.

12. Miroir convexe.



12. Miroir convexe. — Beaucoup moins importants par leurs applications que les miroirs concaves. Nous avons indiqué le moyen de déduire leurs propriétés de celles des miroirs concaves (§ 1) et indiqué la plus essentielle : l'existence d'un foyer principal virtuel (§ 5). La figure 12 étudie le cas d'un objet réel auquel correspond toujours une image virtuelle, droite, plus petite que l'objet (Construction à gauche. Expérience à droite).

Comparer la construction à celle de la figure 11, et vérifier que s'applique la remarque du § 1.