

6. — L'OPTIQUE

LES LENTILLES

1. — LENTILLES SPHERIQUES.



1. — LENTILLES SPHERIQUES. — Une lentille sphérique est une masse de substance réfringente (verre, le plus souvent) limitée par deux surfaces sphériques centrées sur le même axe (faces de la lentille, axe de la lentille). En d'autres termes, les deux faces de la lentille appartiennent à deux sphères : les centres de ces sphères sont appelés centres de courbure des deux faces; la ligne des centres, axe de la lentille.

Suivant la disposition des faces, on distingue six types de lentilles :

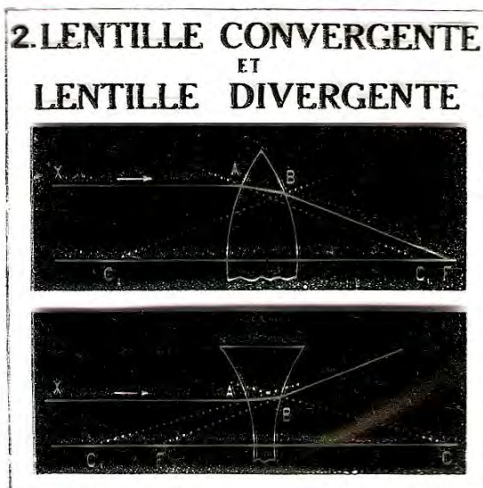
Dans les *lentilles biconvexes* (1) et *biconcaves* (4), les deux faces ont leurs concavités tournées dans les sens opposés. Dans les *ménisques convergents* (3) et les *ménisques divergents* (6), les deux concavités sont tournées dans le même sens. Des formes intermédiaires sont celles où une des sphères est remplacée par un plan : lentilles plan-convexes (2) et plan-concaves (5).

Les lentilles 1, 2, 3 sont les lentilles à bords minces.

Les lentilles 4, 5, 6 sont les lentilles à bords épais.

Comme nous le verrons, les premières sont *convergentes*, les dernières *divergentes*.

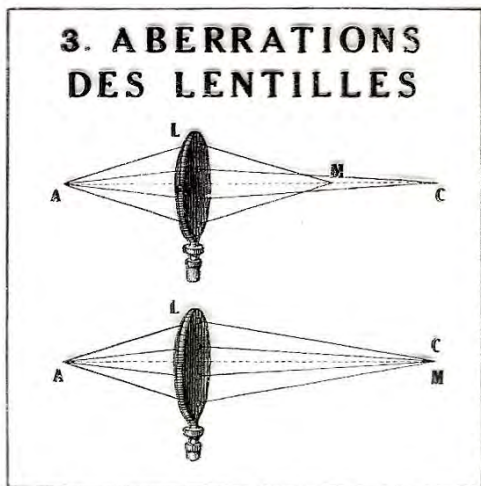
2. — LENTILLES CONVERGENTES ET LENTILLES DIVERGENTES.



2. — LENTILLES CONVERGENTES ET LENTILLES DIVERGENTES. — Un rayon tombe sur une lentille à bords minces. Il se réfracte deux fois. La première fois, en A, passant de l'air dans le verre plus réfringent, il se rapproche de la normale. La seconde fois, en B, il s'éloigne de la normale. Le résultat de ces deux déviations est de rabattre le rayon vers l'axe : *lentille convergente*.

De la même façon, on voit que la lentille à bords épais est *divergente*.

3. — ABERRATIONS DES LENTILLES.

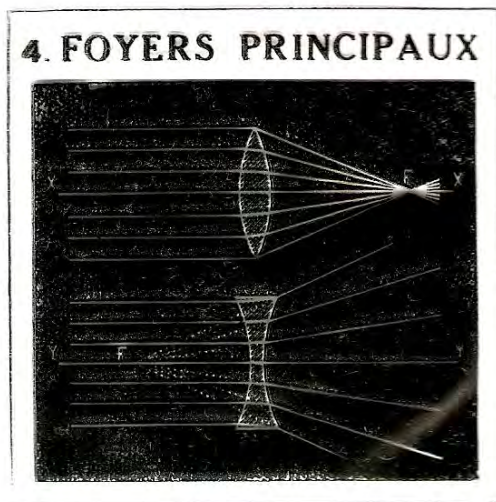


3. — ABERRATIONS DES LENTILLES. — Il ne s'ensuit pas que des rayons issus du point aillent rigoureusement converger en un même point ou sortent paraissant diverger d'un même point.

En réalité, dans une lentille convergente, par exemple, des rayons tombant dans la région centrale de la lentille vont converger en un point C (*foyer des rayons centraux*) plus éloigné que les rayons tombant dans la région des bords : ceux-ci se rencontrent en un point M (*foyer des rayons marginaux*).

En prenant une lentille à faces plus ouvertes (par suite moins convergentes pour un même diamètre), en choisissant convenablement les deux rayons de courbure des faces ou encore en associant deux lentilles, on peut se rapprocher du cas idéal où les foyers centraux et les foyers marginaux sont confondus en un seul point : *foyer* ou *image* correspondant au point objet A. Nous supposons, dans ce qui suit cette condition réalisée, au moins approximativement.

4. — FOYERS PRINCIPAUX.



4. — FOYERS PRINCIPAUX. — Faisons tomber sur une lentille convergente un faisceau de rayons parallèles à l'axe. Ils semblent venir d'un point objet situé à l'infini. Les rayons sortants vont converger en un point F : *foyer image*.

Renversons sur la direction même des rayons le sens de propagation de la lumière. En vertu du principe de retour inverse : tous les rayons qui tombent sur la lentille, provenant du point F ou ayant passé par ce point, sortent parallèles à l'axe : le point F est *foyer objet*.

Supposons la lentille symétrique, c'est-à-dire biconvexe, avec des faces de même courbure; pour des raisons de symétrie évidente, le point situé de l'autre

côté de la lentille, à la même distance que le point F, jouit des mêmes propriétés.

On démontre qu'il en est exactement de même pour une lentille non symétrique.

Par conséquent, il existe de chaque côté de la lentille deux points appelés foyers. Chacun d'eux, selon le sens de propagation de lumière, joue le rôle de foyer-image ou de foyer-objet.

Pour un sens donné de la lumière, le foyer-objet d'une lentille convergente est celui qui se trouve devant la lentille; le foyer-image est celui qui se trouve derrière.

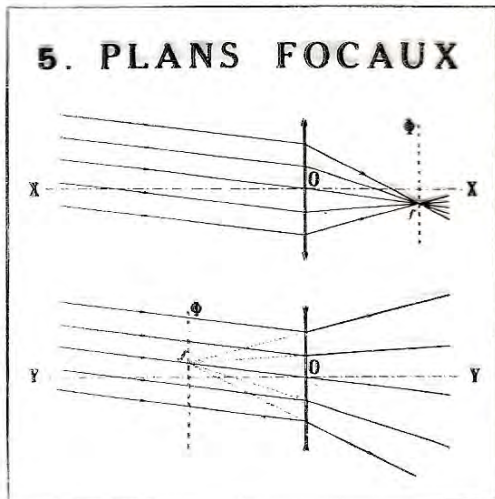
Ces deux foyers principaux sont réels : c'est-à-dire qu'un faisceau incident parallèle à l'axe va réellement converger au foyer-image; et que pour obtenir un faisceau émergent parallèle à l'axe, il faut placer au foyer-objet un objet réel.

Ces mêmes propriétés se retrouvent dans les lentilles divergentes; mais les deux foyers sont virtuels. C'est-à-dire qu'un faisceau-incident parallèle sort divergent et *semble venir* du foyer-image, et que pour obtenir un faisceau-émergent parallèle à l'axe, il faut faire tomber sur la lentille un faisceau convergent *dirigé vers* le foyer-objet, mais que la lentille interrompt. Corrélativement, les deux foyers sont, par rapport à la lentille, dans l'ordre inverse de celui où ils sont dans la lentille convergente.

Nous supposons dans la suite avoir affaire à une lentille mince, c'est-à-dire dont l'épaisseur est faible comparée aux rayons de courbure des faces. Nous représenterons alors la coupe de ces lentilles par une simple droite, comme on le voit dans les figures suivantes. Le point O où cette droite coupe l'axe est le centre optique. *Un rayon quelconque passant par ce centre optique n'est pas dévié.*

Les deux foyers d'une lentille mince sont à la même distance du centre optique.

5. — PLANS FOCaux.



5. — PLANS FOCaux. — Les plans focaux principaux () sont les plans de front (plans perpendiculaires à l'axe) passant par les foyers principaux. Leurs propriétés sont les suivantes :

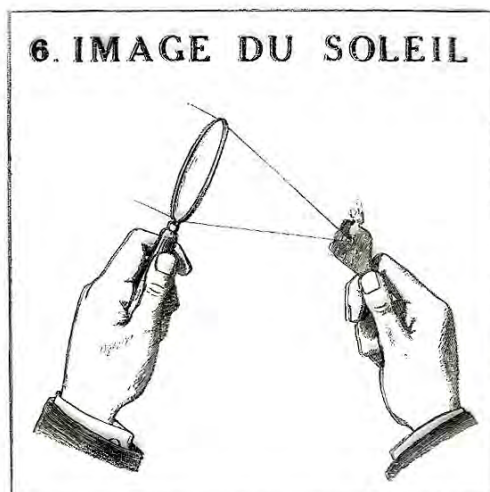
Plan focal image d'une lentille convergente. Tout faisceau de rayons parallèles, après avoir traversé la lentille, va converger en un point f du plan focal. Ce point f se trouve ainsi déterminé par le plan focal et par le rayon qui n'est pas dévié (rayon Of).

Plan focal objet. Tout faisceau provenant du point f du plan focal sort parallèle. Sa direction est déterminée le plus simplement par celle du rayon qui n'est pas dévié (rayon fO).

Il y a donc deux plans focaux comme il y a deux foyers principaux. Chacun est plan focal objet ou plan focal image selon le sens de propagation de la lumière.

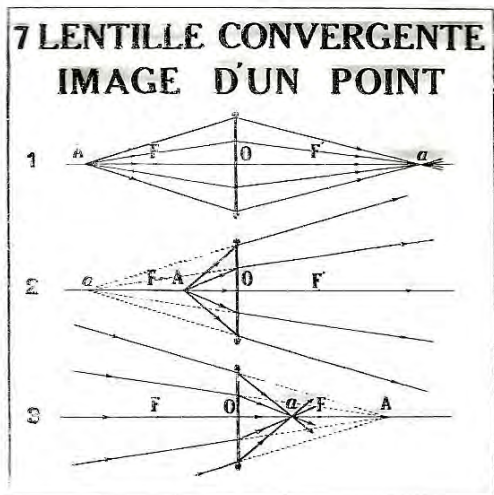
Propriétés analogues pour la lentille divergente.

6. — IMAGE DU SOLEIL.



6. — IMAGE DU SOLEIL. — L'image du soleil se fera ainsi dans le plan focal de la lentille. Tant de lumière se trouve concentrée sur une si petite surface que, si cette lumière est absorbée par un papier de couleur foncée par exemple, la chaleur produite peut enflammer le papier.

7. — LENTILLE CONVERGENTE.
IMAGE a D'UN POINT-OBJET A.



7. — LENTILLE CONVERGENTE. IMAGE a D'UN POINT-OBJET A. — Suivons comment varie la position de l'image quand nous déplaçons le point-objet sur l'axe.

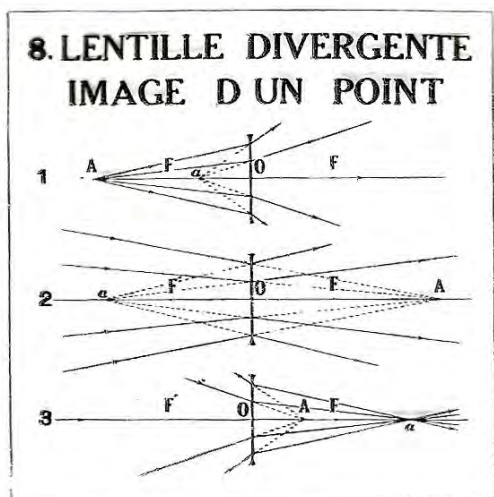
Premier cas. L'objet réel est éloigné sur l'axe. La lentille qui reçoit des rayons faiblement divergents les rend convergents : image réelle (Év tions).

Deuxième cas. L'objet (réel) est proche de la lentille. Celle-ci, recevant un faisceau fortement divergent, ne peut le rendre convergent. Elle le rend seulement moins divergent : image virtuelle plus éloignée de la lentille que l'objet (Ex. : loupe).

Entre ces deux cas se place celui où la lentille fournit un faisceau parallèle, c'est-à-dire où A se trouve au foyer F.

Troisième cas. Objet virtuel. La lentille recevant un faisceau convergent le rend plus convergent encore. Image réelle, plus près de la lentille que l'objet.

8. — LENTILLE DIVERGENTE.
MEME QUESTION.



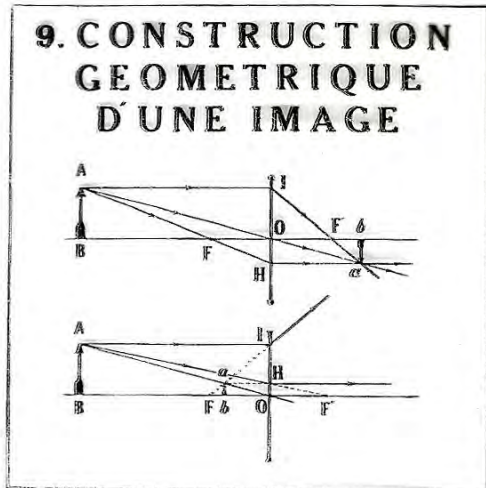
8. — LENTILLE DIVERGENTE. MEME QUESTION. — *Premier cas.* La lentille recevant un faisceau divergent le rend plus divergent encore. Image virtuelle plus proche de la lentille que l'objet.

Deuxième cas. La lentille reçoit un faisceau peu convergent. Elle le rend divergent. C'est-à-dire qu'à un objet virtuel éloigné correspond une image virtuelle.

Troisième cas. La lentille reçoit un faisceau fortement convergent. Elle ne peut le rendre que moins convergent : c'est-à-dire qu'à un objet virtuel proche correspond une image réelle plus éloignée de la lentille.

Entre ces deux derniers cas se place celui où la lentille fournit à l'émergence un faisceau parallèle, c'est-à-dire où l'objet (virtuel) est au foyer.

9. — CONSTRUCTION GEOMETRIQUE DE L'IMAGE D'UN OBJET.



9. — CONSTRUCTION GEOMETRIQUE DE L'IMAGE D'UN OBJET. — Soit à construire l'image d'un objet AB. Construisons celle du point A. Il suffit de suivre la marche de deux rayons passant par A. Par exemple :

1° Le rayon AI parallèle à l'axe sort en passant par le foyer réel F' (lentille convergente, en haut), ou sort comme s'il venait de F' (lentille divergente, en bas).

2° Le rayon AH passant par le foyer réel F (lentille convergente) ou se dirigeant vers le foyer virtuel F (lentille divergente) sort parallèle à l'axe.

Ainsi est déterminée l'image a du point A. Un troisième rayon peut servir de contrôle. C'est le rayon passant par O et qui n'est pas dévié. A, O et a sont en ligne droite.

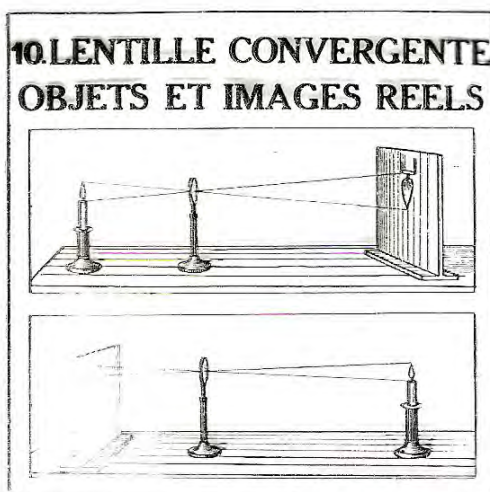
L'expérience montre que l'image d'une petite droite perpendiculaire à l'axe est elle-même une petite droite perpendiculaire à l'axe : ab est l'image de AB.

De la remarque faite ci-dessus que A, O et a sont en ligne droite, résulte que :

1° Les grandeurs de l'image et de l'objet sont entre elles comme leurs distances à la lentille.

2° L'image est droite, lorsque l'image et l'objet sont du même côté de la lentille (image réelle, objet virtuel, ou image virtuelle, objet réel). Elle est renversée quand l'image et l'objet sont de part et d'autre (objet et image réels ou objet et image virtuels).

10. — LENTILLE CONVERGENTE. OBJET ET IMAGE REELS.



10. — LENTILLE CONVERGENTE. OBJET ET IMAGE REELS. — Voici maintenant quelques exemples. Ici, nous projetons sur un écran l'image d'une bougie. Elle est agrandie, d'après ce qui précède, si l'écran est plus éloigné de la lentille que la bougie.

Retour inverse : Mettons la bougie à l'endroit où nous avons trouvé l'image. Nous trouvons l'image où nous avons mis d'abord la bougie. L'image est rapetissée dans la proportion où elle était tout à l'heure agrandie.

11. — OBJET REEL. IMAGE VIRTUELLE.

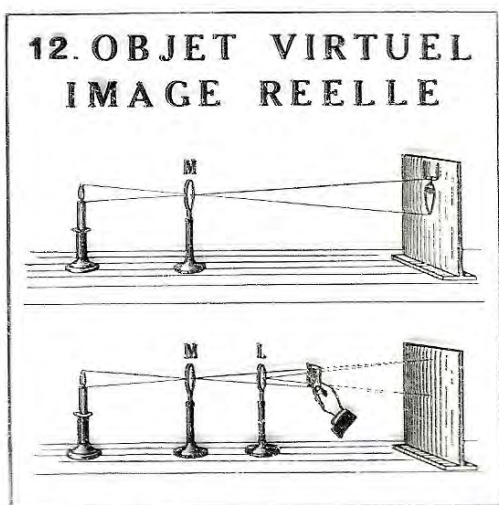


11. — OBJET REEL. IMAGE VIRTUELLE. — On obtient une image virtuelle avec un objet réel dans deux cas :

1° Avec une lentille divergente (fig. 8, cas 1). Ici figure de gauche. L'image, étant plus proche que l'objet, est plus petite (lorgnons de myope).

2° Avec une lentille convergente et un objet réel proche (plus proche que le foyer; fig. 7, cas 2). Ici, figure de droite. L'image, se trouvant plus éloignée que l'objet, est plus grande (loupe).

12. — LENTILLE CONVERGENTE :
OBJET VIRTUEL, IMAGE REELLE.



12. — LENTILLE CONVERGENTE : OBJET VIRTUEL, IMAGE REELLE. — Avec une lentille convergente auxiliaire M, faisons d'une bougie une image réelle en A.

Puis interposons la lentille L. Par rapport à elle, l'image A joue le rôle d'objet virtuel : la lentille en donne une image réelle, droite et plus petite, puisqu'elle est plus proche de la lentille (voir fig. 7, cas 3).