

verre étamés à l'intérieur, que l'on place parfois dans les jardins pour obtenir l'image réduite du paysage environnant. Les peintres en font également usage, bien qu'ils aient l'inconvénient d'altérer les formes et les dimensions relatives des objets.

Résumé.

I. On donne le nom d'*optique* à la partie de la physique qui traite de la lumière.

II. Deux hypothèses ont été imaginées pour expliquer l'origine de la lumière, savoir : l'hypothèse de l'*émission* et celle des *ondulations*.

III. Dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite; son intensité est en raison inverse du carré de la distance.

IV. La lumière parcourt, dans le vide, environ 80000 lieues par seconde. Elle emploie $8^m\ 13^s$ pour venir du soleil à la terre.

V. L'*ombre* d'un corps est la portion de l'espace où ce corps empêche la lumière d'arriver. La *pénombre* est la transition graduée de l'ombre à la lumière.

VI. On mesure les intensités relatives de deux lumières au moyen d'appareils nommés *photomètres*. Le plus simple de ces appareils est celui de Rumford.

VII. La réflexion de la lumière est soumise aux deux lois suivantes : 1° l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence; 2° le rayon incident et le rayon réfléchi sont dans un même plan perpendiculaire à la surface réfléchissante.

VIII. Les miroirs plans donnent naissance à des images qui représentent exactement la forme et les dimensions des objets. Ces images ne sont pas renversées; elles sont simplement symétriques par rapport aux objets.

IX. On appelle *foyer principal* d'un miroir concave le point où tous les rayons incidents parallèles à l'axe principal viennent concourir après leur réflexion. Ce point est placé sur l'axe principal à une distance sensiblement égale du sommet du miroir et de son centre de courbure.

X. Quand un point lumineux est placé sur l'axe principal et au delà du centre de courbure d'un miroir concave, de manière à envoyer sur ce miroir un faisceau de rayons divergents, ce point forme, entre le foyer principal et le centre de courbure du miroir, son *foyer conjugué*. Réciproquement, si le point lumineux est placé entre le foyer principal et le centre de courbure, son foyer conjugué se fait au delà du centre.

XI. Si le point lumineux est situé entre le miroir concave et son foyer principal, il forme derrière le miroir un *foyer virtuel*.

XII. Lorsqu'un objet est placé au delà du centre de courbure et à une certaine distance d'un miroir concave, il forme une image réelle, renversée et plus petite, située entre le foyer principal et le centre de courbure.

XIII. Réciproquement, si l'objet est placé entre le foyer principal et le centre de courbure, son image se forme au delà du centre, renversée et plus grande.

XIV. Si l'objet est placé entre le miroir concave et le foyer principal, son image est virtuelle, droite et agrandie.

XV. Dans les miroirs convexes, le foyer est toujours virtuel. Il en est de même des images, qui sont toujours droites et plus petites que les objets.

CHAPITRE XXVII.

Réfraction de la lumière. — Lois de la réfraction. — Réflexion totale. — Lentilles. — Prismes. — Décomposition et recomposition de la lumière. — Spectre solaire. — Analyse spectrale.

Réfraction de la lumière. Lois de la réfraction.

584. *Réfraction*. — On appelle *réfraction* la déviation que subissent les rayons lumineux lorsqu'ils passent obliquement d'un milieu dans un autre; par exemple, de l'air dans l'eau ou dans le verre et réciproquement. Tantôt les rayons, en se réfractant, se rapprochent de la normale, tantôt ils s'en écartent : dans le premier cas, on dit que le second milieu est *plus réfringent* que le premier; dans le second cas, on dit qu'il est *moins réfringent*.

Soient AB (fig. 253) la surface de séparation de deux milieux diaphanes, air et eau par exemple, LR le rayon incident, RD le rayon réfracté, et PP' la normale, menée par le point R à la surface AB. L'angle LRP est l'angle d'incidence, et DRP' l'angle de réfraction. On voit que le rayon réfracté RD se rapproche ici de la normale. Le contraire aurait lieu si la lumière re-

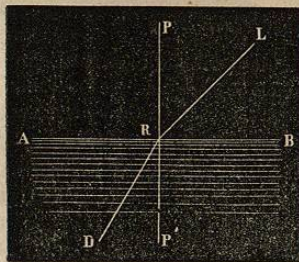


Fig. 253.

Physique.

broussait chemin; DR étant alors le rayon incident, RL serait le rayon réfracté.

585. *Lois de la réfraction.* — Le phénomène de la réfraction est soumis aux deux lois suivantes, que l'on désigne quelquefois sous le nom de *lois de Descartes* :

1^{re} loi. — *Pour les mêmes milieux, le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction sont dans un rapport constant.*

2^e loi. — *Le rayon incident et le rayon réfracté sont dans un même plan perpendiculaire à la surface de séparation des deux milieux.*

On démontre ces lois au moyen d'un vase demi-circulaire ADB (fig. 254) rempli d'eau jusqu'à la hauteur du centre C, et autour duquel est fixé un limbe vertical divisé.

Soit RC un rayon incident dirigé dans le plan vertical du limbe. Ce rayon, en passant de l'air dans l'eau, prendra la direction CL, c'est-à-dire qu'il se rapprochera de la normale ou perpendiculaire FD, élevée au point d'immersion du rayon sur la surface du liquide AB. Mesurant alors sur le limbe l'angle d'incidence RCF et l'angle de réfraction LCD, on obtient facilement les sinus RS, LP, dont le rapport est ici sensiblement égal à $\frac{4}{3}$;

ainsi $\frac{RS}{LP} = \frac{4}{3}$.

Soit maintenant un second rayon lumineux R'C dirigé comme le premier, mais un peu plus obliquement. Ce rayon, en se réfractant dans l'eau, va se rapprocher de la normale FD et prendre la direction CL'. Or, si on mesure l'angle d'incidence R'CF et l'angle de réfraction L'CD, on trouve encore que le rapport de leurs sinus R'S', L'P', est égal à $\frac{4}{3}$; par conséquent,

$$\frac{RS}{LP} = \frac{R'S'}{L'P'}$$

ce qui démontre la première loi. Quant à la seconde loi, elle

27.

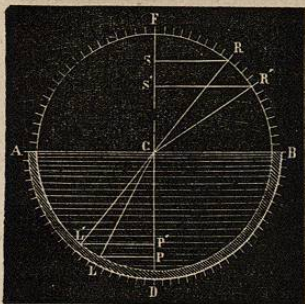


Fig. 254.

se trouve démontrée par la disposition même de l'appareil, puisque le limbe gradué, dans le plan duquel se meuvent les rayons incidents et réfractés, est perpendiculaire à la surface du liquide qui remplit le vase demi-circulaire.

586. *Indices de réfraction.* — Le rapport constant des sinus des angles d'incidence et de réfraction se nomme *indice de réfraction*. Dans l'exemple précédent, où la lumière passe de l'air dans l'eau, cet indice est égal à $\frac{4}{3}$; il est égal à $\frac{3}{2}$ quand la lumière passe de l'air dans le verre. En désignant par i l'angle d'incidence et par r l'angle de réfraction, on a

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Remarque. Si la lumière se propage en sens inverse, c'est-à-dire de l'eau ou du verre dans l'air, les indices sont alors renversés, et deviennent pour les deux exemples choisis $\frac{3}{4}$ et $\frac{2}{3}$. L'expérience montre, en effet, que quand un rayon lumineux

LR (fig. 255) traverse obliquement une lame de verre à faces parallèles, ce rayon sort du verre dans une direction R'L' parallèle à celle qu'il avait avant d'y entrer; ce qui prouve que le rayon en repassant du verre dans l'air s'écarte de la normale R'P' d'une quantité égale à celle dont il s'était rapproché de la normale PR en passant de l'air dans le verre. Ce principe est connu sous le nom de principe du *retour inverse* des rayons lumineux.

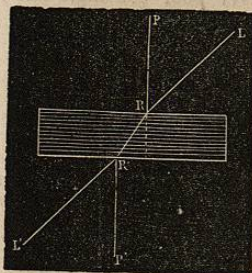


Fig. 255.

Si, au lieu de faire passer la lumière de l'air dans l'eau ou dans le verre, on la faisait passer de *vide* dans ces mêmes milieux, on obtiendrait ce qu'on appelle les *indices absolus* de réfraction de l'eau ou du verre. L'expérience prouve que ces indices diffèrent très-peu des précédents. Il en est de même pour tous les autres corps transparents solides ou liquides : la différence entre leurs indices absolus de réfraction et leurs indices par rapport à l'air est toujours très-petite. On peut donc, dans la pratique, négliger cette différence, et prendre pour indices de réfraction absolus des corps solides ou liquides les

indices de réfraction de ces corps par rapport à l'air. Voici quelques-uns de ces indices :

Eau	1,333	Crown-glass	1,529
Éther	1,358	Flint-glass	1,635
Alcool	1,363	Diamant	2,480

Il existe quelques corps cristallisés, tels que le spath d'Islande, le cristal de roche, dans lesquels le rayon incident donne presque toujours naissance à deux rayons réfractés. Cet effet porte le nom de *double réfraction*.

587. Angle limite; réflexion totale. — Lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu plus réfringent dans un milieu moins réfringent, comme de l'eau dans l'air, nous avons vu qu'il s'écarte de la normale; l'angle de réfraction est alors plus grand que l'angle d'incidence.

Il suit de là qu'en faisant varier l'angle d'incidence d'un rayon lumineux LO (fig. 256) se propageant dans une masse d'eau ADB, on arrive toujours à trouver pour cet angle une valeur LOD telle que l'angle de réfraction correspondant COB soit droit. Le rayon incident LO sortira donc de l'eau en rasant la surface du liquide suivant OB. Cet angle LOD est appelé *angle limite*, parce que tout autre rayon incident KO, faisant avec la normale un angle plus grand, ne peut plus se réfracter, ni par conséquent sortir du liquide. L'expérience montre que, dans ce cas, le rayon KO se réfléchit sur la surface de séparation AB comme il le ferait sur un miroir, c'est-à-dire qu'il prend dans l'eau une direction OM telle que l'angle de réflexion DOM est égal à l'angle d'incidence KOD.

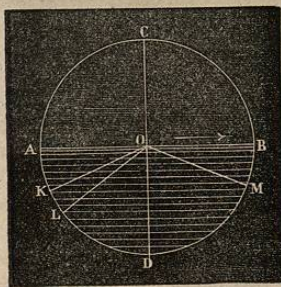


Fig. 256.

Ce phénomène remarquable est désigné sous le nom de *réflexion totale*, parce que les rayons incidents qui le présentent sont réfléchis totalement et sans rien perdre de leur intensité.

La réflexion totale suit donc exactement les mêmes lois que la réflexion ordinaire et, comme celle-ci, peut être utilisée pour obtenir des images plus brillantes

qu'avec les miroirs plans, qui, si bien polis qu'ils soient, ne réfléchissent jamais la totalité des rayons incidents*.

588. Phénomènes principaux produits par la réfraction. — Les principaux effets produits par la réfraction sont : 1° le changement apparent de position et de forme des corps plongés dans un milieu plus ou moins réfringent que l'air; 2° les effets résultant de la réfraction atmosphérique; 3° le mirage et l'arc-en-ciel. Nous donnerons plus loin l'explication de ce dernier phénomène, qui dépend de la décomposition de la lumière, dont il sera bientôt question.

1° Changement apparent de position et de forme des corps plongés dans un milieu plus ou moins réfringent que l'air. — Soit un point lumineux ou simplement éclairé L (fig. 257) plongé dans une masse d'eau mn. Les deux rayons LA, LB, en passant du liquide dans l'air, c'est-à-dire d'un milieu plus réfringent dans un milieu qui l'est moins, vont s'écarter de la normale et prendre les directions AC, BD, dont les prolongements en ligne droite iront se rencontrer en un point L', plus élevé et situé sur la normale LK; de sorte qu'un observateur placé dans la direction des rayons réfractés AC, BD verra le point L relevé et d'autant plus haut que ces rayons seront plus obliques.

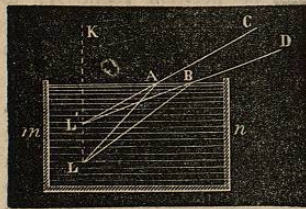


Fig. 257.

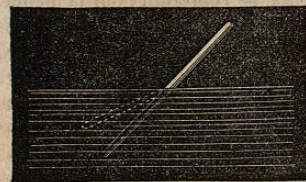


Fig. 258.

On peut constater ce phénomène par l'expérience suivante. On place au fond d'un vase à parois opaques une pièce de monnaie, et on s'éloigne peu à peu du vase jusqu'à ce que son bord empêche d'apercevoir la pièce; si l'on fait alors verser de l'eau dans le vase avec la précaution de ne pas déranger la pièce, celle-ci redevient aussitôt visible.

C'est en vertu du même effet qu'un bâton plongé obliquement

* Voyez dans le chap. suivant la *chambre noire* et la *chambre claire*.

et en partie dans l'eau paraît brisé au point d'immersion, comme le représente la *fig. 258*.

2° *Effets résultant de la réfraction atmosphérique.* — La réfraction que subissent, en traversant l'atmosphère, les rayons lumineux qui nous viennent des astres, a pour résultat de nous faire paraître ces corps plus élevés au-dessus de l'horizon qu'ils ne le sont réellement. L'atmosphère se compose, en effet, de couches concentriques dont la densité, et par suite le pouvoir réfringent, va en augmentant progressivement depuis sa limite supérieure jusqu'au sol. Il en résulte que les rayons lumineux qui traversent l'atmosphère décrivent une courbe à concavité tournée vers la terre, comme le représente la *fig. 259*.

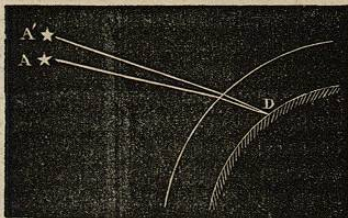


Fig. 259.

La réfraction atmosphérique a également pour effet de déformer en apparence le disque du soleil couchant, en lui donnant l'aspect d'un ovale légèrement aplati dans le sens vertical. Cela provient de ce que le bord inférieur de l'astre, plus voisin de l'horizon, se relève davantage que son bord supérieur, par suite de l'épaisseur plus grande de l'air traversé par les rayons qui en émanent. La même apparence se reproduit pour la pleine lune, au moment de son lever ou de son coucher. Ajoutons que les deux astres nous paraissent toujours plus grands dans le voisinage de l'horizon, ce qui tient à une illusion produite par l'affaiblissement de leur éclat. Cet affaiblissement d'éclat, dû en grande partie à la couche de brume voisine du sol, que la lumière de ces astres est obligée de traverser pour arriver jusqu'à nous, a pour effet de nous les faire paraître plus éloignés. Mais comme leur image au fond de l'œil ne change pas pour cela de dimension, nous les jugeons et nous les voyons instinctivement d'autant plus grands qu'ils nous semblent plus lointains.

3° *Mirage.* — Le mirage est une illusion d'optique qui, lorsque le temps est calme, nous fait apercevoir les images renversées des objets lointains comme s'ils étaient réfléchis par une nappe d'eau. Le phénomène du mirage se produit particulièrement en Égypte; on l'observe également sur les côtes du Groënland, sur le lac de Genève, à Ramsgate, sur la plage sablonneuse de Dunkerque et dans beaucoup d'autres lieux. C'est Monge qui le premier, pendant l'expédition d'Égypte, en a donné l'explication suivante :

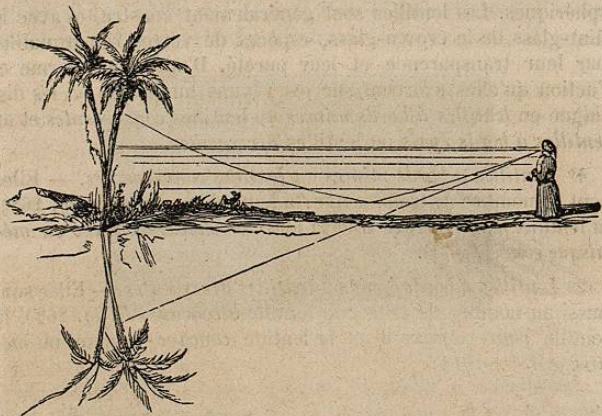


Fig. 260.

Lorsque le sol est fortement échauffé par les rayons du soleil, l'air qui repose à sa surface devient plus léger par la dilatation qu'il éprouve. Sa densité, à partir du sol, augmente alors progressivement jusqu'à une certaine hauteur, au-dessus de laquelle elle décroît ensuite conformément aux lois que nous avons fait connaître. Il en résulte que les rayons lumineux qui se dirigent obliquement d'un objet élevé vers le sol traversent des couches d'air de moins en moins denses, et par conséquent de moins en moins réfringentes. Ces rayons, s'écartant alors de plus en plus de la normale, finissent par rencontrer une couche d'air sur laquelle ils tombent avec une incidence assez oblique pour atteindre et dépasser l'angle limite au delà duquel la réfraction est remplacée par la réflexion totale; ils se réfléchissent donc sur cette dernière couche, comme à la surface d'une eau tranquille, et se relèvent comme le montre la *fig. 260*.

Repassant alors dans le milieu qu'ils ont déjà traversé, ils arrivent à l'œil de l'observateur dans la même direction que s'ils étaient partis d'un point situé au-dessous du sol, où ils forment une image symétrique de l'objet qui les a émis.

Lentilles. Lentilles convergentes et lentilles divergentes.

589. *Lentilles.* — On donne, en optique, le nom de *lentilles* à des milieux transparents terminés par des surfaces courbes sphériques. Les lentilles sont généralement construites avec le flint-glass ou le crown-glass, espèces de verres remarquables par leur transparence et leur pureté. D'après leur forme et l'action qu'elles exercent sur les rayons lumineux, on les distingue en *lentilles à bords minces* ou *lentilles convergentes* et en *lentilles à bords épais* ou *lentilles divergentes*.

1^o *Lentilles à bords minces* ou *lentilles convergentes.* — Elles sont au nombre de trois, savoir : la lentille *biconvexe* A (fig. 261), la lentille *plan-convexe* B et la lentille *convexe-concave* ou *ménisque convergent* C.

2^o *Lentilles à bords épais* ou *lentilles divergentes.* — Elles sont aussi au nombre de trois : la lentille *biconcave* A' (fig. 262), la lentille *plan-concave* B' et la lentille *concave-convexe* ou *ménisque divergent* C'.

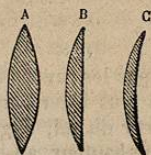


Fig. 261.

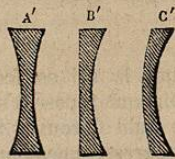


Fig. 262.

Nous nous bornerons, dans ce qui va suivre, à l'étude des lentilles biconvexes et des lentilles biconcaves, parce qu'elles sont le plus généralement employées, et que leurs propriétés s'appliquent d'ailleurs aux deux autres espèces de chaque groupe.

Lentilles à bords minces ou lentilles convergentes.

590. *Lentilles convergentes. Axe principal, centre optique, axes secondaires.* — Soit une lentille biconvexe AB (fig. 263); la

ligne CC' qui joint les centres de courbure de ses deux faces est l'*axe principal* de la lentille.

Soient CR et C'R' deux rayons de courbure parallèles : si l'on joint par une ligne droite les deux points R et R', l'intersection O de cette droite avec l'axe principal est ce que l'on nomme le *centre optique* de la lentille. Or, si l'on suppose deux plans tangents aux faces de la lentille, l'un en R et l'autre en R', il est facile de voir que ces deux plans sont parallèles ; d'où il suit (386) que *tout rayon lumineux passant par le centre optique d'une lentille sort de cette lentille parallèlement à la direction qu'il avait avant d'y pénétrer.*

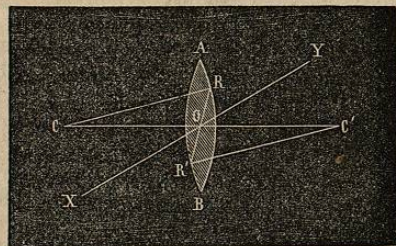


Fig. 263.

La position du centre optique est facile à déterminer : si la courbure des faces est la même, les deux triangles CRO, C'R'O, sont égaux ; on a par conséquent $CO = OC'$, et le point O se trouve à égale distance des deux faces de la lentille. Si les courbures sont inégales, les triangles sont semblables, et le point O divise CC' et, par suite, l'épaisseur de la lentille en deux segments proportionnels aux rayons.

Toute droite XY, qui passe par le centre optique sans passer par les centres de courbure C, C', s'appelle *axe secondaire*.

591. *Foyers dans les lentilles convergentes.* — Les lentilles convergentes présentent, comme les miroirs concaves, trois espèces de foyers : le *foyer principal*, les *foyers conjugués* et les *foyers virtuels*.

1^o *Foyer principal.* — Le foyer principal d'une lentille convergente est le point de l'axe principal où tous les rayons lumineux, parallèles à cet axe avant de pénétrer dans la lentille, viennent concourir après l'avoir traversée.

Soit (fig. 264) un rayon lumineux LR parallèle à l'axe principal CC'. Ce rayon, en passant dans la lentille, se rapproche de la normale C'R et prend la direction RK. Arrivé au point K, il

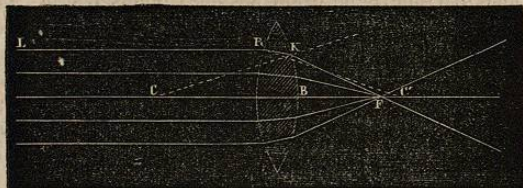


Fig. 264.

sort de la lentille en s'écartant de la normale CK et vient couper l'axe en F. Tous les autres rayons parallèles à l'axe, se réfractant de la même manière, éprouvent des déviations analogues et viennent aussi converger sensiblement au point F, qui est le *foyer principal*. La distance FB est la *distance focale principale*. Remarquons cependant qu'il n'y a que les rayons voisins de l'axe qui tombent au foyer. Ceux qui passent près des bords de la lentille rencontrent l'axe un peu plus tôt, en vertu d'un effet désigné sous le nom d'*aberration de sphéricité*.

La distance focale principale varie avec les rayons de courbure des faces de la lentille et le pouvoir réfringent de la substance dont celle-ci est formée; elle est d'autant plus petite que les rayons sont plus courts et que le pouvoir réfringent est plus grand.

Réciproquement lorsqu'un point lumineux est placé au foyer principal F d'une lentille convergente (fig. 264), tous les rayons divergents qui, partis de ce point, traversent la lentille, sont réfractés dans une direction parallèle à l'axe principal.

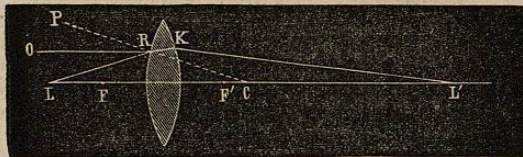


Fig. 265.

2° *Foyers conjugués*. — Soit (fig. 265) un point lumineux L, placé sur l'axe de la lentille, au *delà* du foyer principal F. Con-

sidérons un rayon lumineux LR parti de ce point, et comparons sa marche à celle d'un rayon OR parallèle à l'axe. L'angle d'incidence LRP, formé par le rayon divergent LR avec la normale RP étant plus grand que l'angle d'incidence ORP, formé par la même normale avec le rayon OR parallèle à l'axe, l'angle de réfraction KRC du rayon divergent sera aussi plus grand que l'angle de réfraction du rayon parallèle. Il en résulte que le rayon LR, après avoir traversé la lentille, ira rencontrer l'axe en un point L' plus éloigné que le foyer principal F'. Ce point L' est le *foyer conjugué* du point L, attendu que tous les rayons émis par ce dernier point iront s'y rencontrer. Réciproquement, si le point lumineux était placé en L', son foyer conjugué serait en L.

Il est facile de voir que plus le point lumineux s'approche du foyer principal de la lentille, plus son foyer conjugué s'éloignera. L'expérience et le calcul montrent que si le point lumineux est placé à une distance de la lentille double de la distance du foyer principal, le foyer conjugué se trouve alors à la même distance de la lentille.

3° *Foyers virtuels*. — Ces foyers se produisent dans les lentilles convergentes, lorsque le point lumineux est situé *entre le foyer principal F et la lentille*.

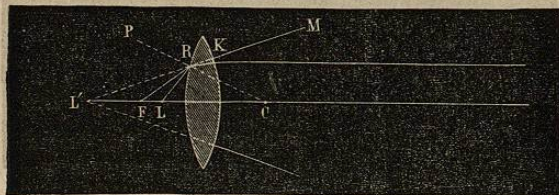


Fig. 266.

Soit (fig. 266) un rayon LR parti du point lumineux L; l'angle d'incidence LRP, formé par ce rayon avec la normale RP, est plus grand que l'angle d'incidence FRP, formé par le rayon FR parti du foyer principal avec la même normale. Il en résulte que les angles de réfraction du rayon LR seront plus grands que les angles de réfraction du rayon FR; et comme ce dernier rayon sort de la lentille parallèlement à l'axe, le rayon LR prendra nécessairement une direction divergente KM. Il en sera de même de tout autre rayon émis par le point lumineux L. Ce point ne peut donc pas avoir de foyer de l'autre côté de la len-

tille, puisque les rayons qu'il émet s'éloignent de l'axe. Mais il est facile de voir qu'en prolongeant ces rayons ils se rencontrent en un point L' qui est le *foyer virtuel* du point L .

Remarque. Nous avons supposé, dans tout ce qui précède, le point lumineux placé sur l'axe principal de la lentille. Les démonstrations que nous avons faites s'appliquent également à tout autre point lumineux situé en dehors de cet axe. Dans ce cas, les foyers se forment sur les axes secondaires.

592. *Formation des images dans les lentilles convergentes.* — Les lentilles convergentes produisent, comme les miroirs concaves, des images réelles et des images virtuelles. Ces images sont également constituées par l'ensemble des foyers conjugués de chacun des points de l'objet.

1° *Images réelles.* — Ces images prennent naissance lorsque l'objet lumineux ou simplement éclairé est placé *au delà du foyer principal* de la lentille.

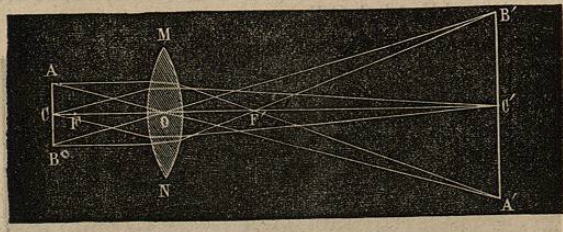


Fig. 267.

Soit, en effet (fig. 267), un objet ACB situé au delà du foyer F de la lentille MN . Le point C étant sur l'axe principal fera son image à son foyer conjugué C' . Menons maintenant par le centre optique O les axes secondaires AA' et BB' des points extrêmes A et B de l'objet. Le point A fera également son image à son foyer conjugué A' , et le point B en B' . Tous les autres points compris entre A et B ayant évidemment leurs foyers entre A' et B' , il en résulte que l'on verra en $B'C'A'$ une image *réelle* et *renversée* de l'objet ACB .

L'expérience et le calcul démontrent que si l'objet est situé à une distance de la lentille *double* de la distance focale principale,

l'image aura la *même dimension* que celle de l'objet et se formera, de l'autre côté de la lentille, à la *même distance*.

Si, comme le représente la figure 267, l'objet est placé à une distance moindre que le double de la distance focale principale, l'image sera *plus grande* que l'objet, et s'éloignera d'autant plus de la lentille que l'objet sera plus près du foyer principal.

Au contraire, si l'objet est placé à une distance supérieure au double de la distance focale principale, l'image sera *plus petite* que l'objet, et se rapprochera d'autant plus du foyer principal que l'objet sera plus éloigné de la lentille.

Remarque. Le soleil et les planètes, à cause de leur grande distance, forment des images dont chaque point se trouve au foyer principal de l'axe correspondant. Ces images sont renversées et nécessairement très-petites, puisqu'elles sont aussi rapprochées que possible de la lentille.

2° *Images virtuelles.* — Ces images se produisent quand l'objet est placé *entre la lentille et son foyer principal*.

Soit, en effet (fig. 268), un objet ACB situé entre la lentille MN et son foyer principal F . Le point C qui est sur l'axe principal n'a pas de foyer réel; mais il forme, ainsi que nous l'avons vu (394), un foyer virtuel en C' , où sera son image. Menons par le centre optique O les axes secondaires Ay , Bx , des points extrêmes A et B de l'objet. Les rayons lumineux émis par ces deux points sortiront de la lentille dans des directions divergentes par rapport à leurs axes; ils ne formeront pas par conséquent de foyers réels, mais leurs prolongements du côté de l'objet viendront couper les axes en A' et en B' , où ils donneront les foyers virtuels, c'est-à-dire les images des points A et B . De sorte que l'on aura $A'C'B'$ une image *virtuelle*, *droite* et *amplifiée* de l'objet AB . C'est cette image que nous voyons lorsque nous regardons un objet à la *loupe*, laquelle n'est autre

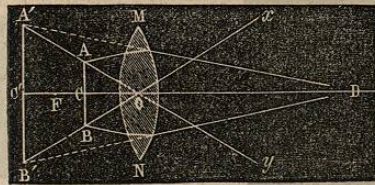


Fig. 268.

chose qu'une lentille convergente. Le grossissement est d'autant plus considérable que l'objet est placé plus près du foyer principal et que la convexité de la lentille est plus grande.

Lentilles à bords épais ou lentilles divergentes.

593. *Lentilles divergentes.* — Les lentilles divergentes ne donnent que des foyers et des images virtuels.

1^o *Foyers virtuels dans les lentilles divergentes.* — Soient une lentille biconcave MN (fig. 269), CC' son axe principal, O son centre optique, que l'on obtient de la même manière que pour les lentilles biconvexes. Considérons un rayon lumineux LR parallèle à l'axe principal. Ce rayon, en traversant la lentille, va se rapprocher de la normale CR et prendra la direction divergente RK. En sortant de la lentille au point d'émergence K, il se réfracte de nouveau, mais en s'écartant cette fois de la normale C'K. Il prend alors la direction KD, dont la divergence avec l'axe principal est encore plus grande. Ce rayon ne pourra donc pas rencontrer directement cet axe pour former un foyer réel; mais son prolongement le rencontrera en un point F qui sera le *foyer virtuel principal* de la lentille divergente. Il en serait de même de tout autre rayon GI, parallèle à l'axe principal et peu distant de cet axe. Un point lumineux placé sur l'axe principal de manière à envoyer sur la lentille un faisceau divergent, formerait encore un foyer virtuel, mais plus rapproché de la lentille.

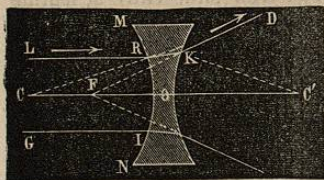


Fig. 269.

2^o *Formation des images virtuelles dans les lentilles divergentes.* — Ces images, quelle que soit la position de l'objet, sont toujours virtuelles, comme dans les miroirs convexes.

Soit, en effet (fig. 270), un objet AB placé devant une lentille biconcave MN. Menons par le centre optique O les axes secondaires Ax, By, des points extrêmes A et B de l'objet. Tous les rayons tels que AL, BR, émis par ces points, s'écartent de leurs axes respec-

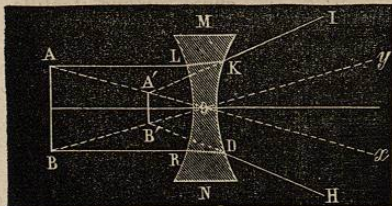


Fig. 270.

tifs en traversant la lentille; de sorte que l'œil, en les recevant, verra l'image du point A en A' et celle du point B en B', aux points de rencontre des axes avec les prolongements des rayons réfractés KI, DH. L'image A'B' de l'objet AB sera donc *virtuelle, droite et plus petite* que l'objet. Cette image sera d'autant plus petite que l'objet sera plus éloigné.

Prismes. — Décomposition et recomposition de la lumière.

594. *Action des prismes.* — On désigne, en optique, sous le nom de *prisme* tout milieu transparent terminé par deux faces planes formant entre elles un certain angle. Les prismes que l'on emploie le plus ordinairement sont, comme les lentilles, en crown ou en flint-glass: ils ont la la forme des solides connus en géométrie sous le nom de *prismes triangulaires* (fig. 271). L'angle dièdre A formé par les faces AD, AF, que la lumière traverse, est l'*angle réfringent* ou le *sommet* du prisme; le plan opposé BCFD en est la *base*.

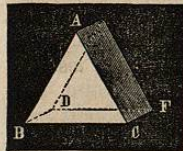


Fig. 271.

Les effets produits par les prismes sur la lumière qui les traverse sont: 1^o la *déviation* des rayons lumineux; 2^o la *décomposition de la lumière*.

595. *Déviation des rayons lumineux par le prisme.* — Soient un point lumineux O (fig. 272) situé dans la section principale ABC d'un prisme, et OR un rayon incident; ce rayon, passant de l'air dans le prisme, c'est-à-dire dans un milieu plus réfringent, va se rapprocher de la normale PN, élevée au point d'incidence sur la face AB, et prendre, par exemple, la direction RL. Arrivé au point L, le rayon va émerger du verre dans l'air, c'est-à-dire dans un milieu moins réfringent; il s'écartera par conséquent de la normale PN' et prendra une autre direction, telle que LK, qui le ramènera vers la base du prisme. L'œil placé dans cette direction verra alors le point O sur le prolon-

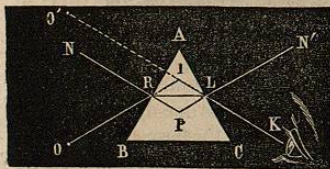


Fig. 272.