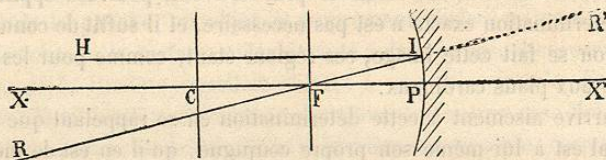


effectifs, le miroir concave peut donner, suivant les circonstances, des images réelles (régions I et II) ou virtuelles agrandies (région III), mais

OBJETS	Position.....	I.....	II.....	III.....	IV.....
	Nature.....	Réels.....			Virtuels.....



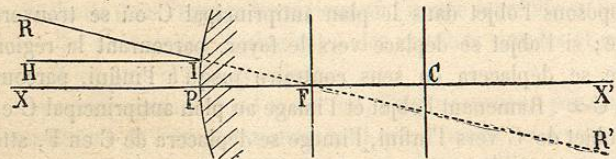
IMAGES	Position.....	II.....	I.....	IV.....	III.....
	Nature.....	Réelles.....			Virtuelles.....
	Sens.....	Renversés.....			Droites.....
	Grandeur.....	Agrandies.....	Diminuées.....		Agrandies.....

Fig. 164.

que le miroir convexe ne donne que des images virtuelles (région I) diminuées.

D'autre part, on peut donner une règle absolument générale pour le sens de l'image : l'image est droite si elle est de nature opposée à l'objet,

OBJETS	Position.....	I.....	II.....	III.....	IV.....
	Nature.....	Réels.....			Virtuels.....



IMAGES	Position.....	II.....	I.....	IV.....	III.....
	Nature.....	Réelles.....			Virtuelles.....
	Sens.....	Droites.....			Renversées.....
	Grandeur.....	Agrandies.....	Diminuées.....		Agrandies.....

Fig. 165.

elle est renversée si elle est de même nature que l'objet (la nature s'entend comme nous l'avons dit de la réalité ou de la virtualité).

ART. III. — RÉFRACTION

382. Réfraction simple. Double réfraction. — La réfraction est, comme nous l'avons dit, le phénomène qui se produit lorsqu'un faisceau lumineux passe d'un milieu dans un autre, phénomène qui consiste ordinairement dans un changement de forme et de direction que subit le faisceau.

Le phénomène de la réfraction ne se manifeste pas toujours de cette manière et quelquefois il est moins simple en ce que, à un faisceau incident, correspondent, non pas seulement un, mais deux faisceaux réfractés : c'est le phénomène de la *double réfraction*. Il se produit

dans le cas où le second milieu n'est pas isotrope (28), c'est-à-dire principalement dans le cas où ce milieu appartient à un système cristallin autre que le système cubique. Nous examinerons ultérieurement ce cas, et nous nous occuperons d'abord de la réfraction simple qui se produit quand le second milieu est isotrope, lorsqu'il est amorphe ou qu'il est constitué par une substance cristallisée dans le système cubique.

D'autre part, nous étudierons d'abord seulement le cas où les faisceaux considérés sont constitués par de la lumière simple, monochromatique : nous préciserons plus tard ce que signifie cette restriction et nous nous bornerons à dire actuellement qu'on peut obtenir de semblable lumière, soit en prenant comme source lumineuse la flamme de l'alcool salé, soit en plaçant sur le trajet d'un faisceau de lumière blanche un verre coloré en rouge par l'oxyde de cuivre, verre fréquemment employé dans un grand nombre de cas.

383. Lois élémentaires de la réfraction. — On ne peut pas déterminer par l'expérience les lois élémentaires de la réfraction pour les raisons que nous avons indiquées en parlant de la réflexion; mais de la même façon, on peut déduire ces lois de l'étude de la réfraction d'un faisceau parallèle sur une surface plane. On reconnaît que, dans ce cas, le faisceau réfracté est aussi parallèle : tous les rayons subissent donc la même modification de direction, modification qui est celle que subit le faisceau lui-même.

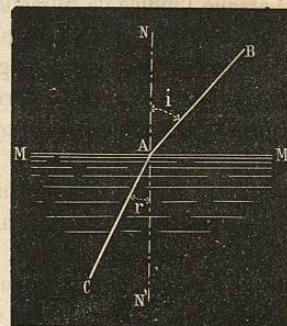


Fig. 166.

Le rayon incident BA (fig. 166) est défini par l'angle d'incidence i comme nous l'avons dit pour la réflexion; le rayon réfracté AC est défini, d'une manière analogue, par l'angle r qu'il fait avec la normale, *angle de réfraction*.

Les lois élémentaires de la réfraction sont au nombre de trois :

1^{re} Loi : *Le rayon réfracté est dans le plan qui contient le rayon incident et la normale (plan d'incidence) ;*

2^e Loi : *Pour deux milieux déterminés, le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction est indépendant de l'angle d'incidence¹ ;*

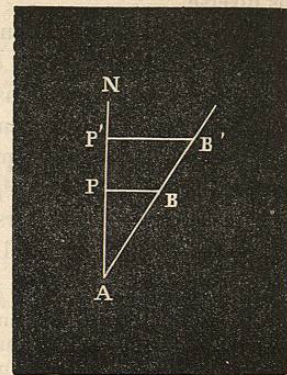


Fig. 167.

1. Rappelons qu'on appelle sinus de l'angle NAB' (fig. 167) le rapport $\frac{BP}{AB}$

3^e Loi : Si l'on change le sens de propagation de la lumière, prenant comme nouveau rayon incident un rayon réfracté, le nouveau rayon réfracté coïncide avec l'ancien rayon incident.

Si la 1^{re} loi n'exige aucun développement à cause de sa simplicité, il y a lieu, au contraire, de donner quelques indications complémentaires sur les deux autres lois.

Pour deux milieux déterminés, le rapport $\frac{\sin.i}{\sin.r}$ du sinus de l'angle d'incidence i au sinus de l'angle de réfraction r étant, d'après la 2^e loi, indépendant de l'angle d'incidence, a une valeur constante et caractérise par suite la réfraction dans les deux milieux : ce rapport a reçu le nom d'indice de réfraction du 2^e milieu par rapport au 1^{er} : si on le désigne par m , on a donc :

$$\frac{\sin.i}{\sin.r} = m, \text{ d'où l'on déduit } \sin.r = \frac{\sin.i}{m}.$$

Lorsque l'indice de réfraction est donné, on peut donc à l'aide de cette formule calculer l'angle r quand on connaît l'angle i d'incidence. Ce calcul, quoique simple, exige l'emploi des logarithmes ; aussi est-il souvent commode, pour déterminer le rayon réfracté correspondant à un rayon incident donné, d'employer une construction géométrique que nous indiquerons.

La 3^e loi peut être exprimée plus rapidement que nous ne l'avons indiquée en disant que, comme pour la réflexion, il y a réversibilité dans la réfraction, ce qui revient à dire, sous une autre forme, que lorsqu'une figure concernant la réfraction a été tracée en supposant que la lumière se propage dans un certain sens, elle peut servir, sans modification aucune, pour le cas où on considère que la lumière se propage dans le sens inverse.

Lorsqu'un rayon passe d'un milieu à un autre, il change de direction, l'angle de réfraction n'est pas égal à l'angle d'incidence (sauf un cas particulier que nous examinerons plus loin) : le rayon incident et le rayon réfracté sont donc inégalement éloignés de la normale : le milieu dans lequel le rayon est le plus rapproché de la normale est dit le *plus réfringent*, l'autre est le *moins réfringent*. Dans les applications que nous aurons à considérer, les divers milieux transparents que nous rencontrons, l'eau, le verre, le cristal, sont plus réfringents que l'air.

de la longueur de la perpendiculaire BP, abaissée d'un point B d'un côté de l'angle sur l'autre côté, à la distance du sommet A de l'angle au même point B.

La position du point choisi pour abaisser la perpendiculaire est indifférente : la considération des triangles semblables BAP, B'A'P', par exemple, montre en effet que les rapports $\frac{BP}{AB}$ et $\frac{B'P'}{A'B'}$ sont égaux.

384. Construction géométrique d'un rayon réfracté. — Considérons un rayon lumineux SI (fig. 168) qui se meut dans l'air et vient rencontrer en I la surface MM' qui limite un milieu plus réfringent que l'air : voici une construction géométrique qui donne la direction du rayon réfracté.

Du point I comme centre décrivons deux circonférences dont les rayons, dont la valeur absolue est quelconque, sont tels que l'on ait $\frac{I\alpha}{I\beta} = m, m$ étant l'indice de réfraction du milieu considéré par rapport à l'air.

Prolongeons le rayon incident SI jusqu'au point B où il rencontre la circonférence de rayon $I\beta$; par B menons BP perpendiculaire à MM', parallèle, par conséquent, à la normale en I ; cette perpendiculaire rencontre en A' la circonférence de rayon $I\alpha$: le point A' est un point du rayon réfracté que l'on obtient, par conséquent, en joignant IA'.

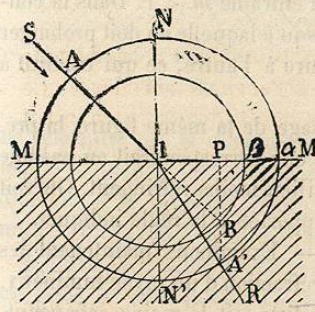


Fig. 168.

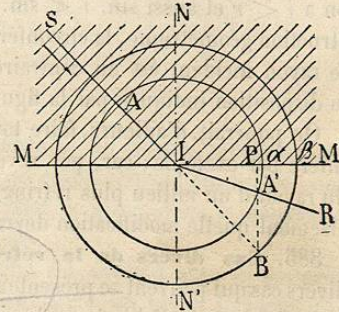


Fig. 169.

Pour démontrer qu'il en est ainsi, il faut prouver qu'il existe bien entre l'angle SIN, qui est l'angle d'incidence, et l'angle RIN' la relation qui est donnée par la 2^e loi.

En remarquant que les angles SIN et IBP sont égaux d'une part, et qu'il en est de même d'autre part des angles RIN' et IA'P, on a, d'après la définition du sinus :

$$\sin. SIN = \sin. IBP = \frac{IP}{IB} \quad \text{et} \quad \sin. RIN' = \sin. IA'P = \frac{IP}{IA'}$$

D'où en divisant

$$\frac{\sin. SIN}{\sin. RIN'} = \frac{IP}{IB} : \frac{IP}{IA'}$$

ou, en simplifiant, et remarquant que l'on a $IA' = I\alpha$ et $IB = I\beta$,

$$\frac{\sin. SIN}{\sin. RIN'} = \frac{I\alpha}{I\beta}$$

et enfin, à cause de la relation établie entre $I\alpha$ et $I\beta$,

$$\frac{\sin. SIN}{\sin. RIN'} = m.$$

Il existe donc bien entre les angles SIN et RIN' la relation qui doit exister entre les angles d'incidence et de réfraction qui se correspondent : le rayon IR est donc bien le rayon réfracté correspondant au rayon incident SI.

Lorsque le second milieu est plus réfringent que le premier, on a $i > r$ et aussi $\sin. i > \sin. r$, ce qui entraîne $m > 1$. Dans la construction géométrique que nous venons d'indiquer le cercle β jusqu'auquel on doit prolonger en B le rayon incident SI est intérieur à l'autre, puisque l'on doit avoir $\frac{I\alpha}{I\beta} = m$. La figure prend alors la disposition ci-dessus (fig. 168).

Si, au contraire, le second milieu est moins réfringent que le premier, on a $i < r$ et aussi $\sin. i < \sin. r$, ce qui entraîne $m < 1$. Dans la construction géométrique, la circonférence β jusqu'à laquelle on doit prolonger le rayon incident est au contraire extérieure à l'autre, ce qui conduit à la disposition indiquée par la figure 169.

On pourrait, d'ailleurs, faire toujours usage de la même figure, la première par exemple ; car, par réversibilité, elle correspondrait au passage du rayon d'un milieu plus réfringent au milieu moins réfringent. On voit aisément quelle modification devrait être apportée à la règle indiquée.

385. **Cas divers de la réfraction.** — Examinons maintenant les divers cas qui peuvent se présenter pour la réfraction d'un rayon lumineux.

1^o Supposons d'abord que le premier milieu soit le moins réfringent, nous aurons à appliquer la première construction successivement aux diverses directions que peut prendre le rayon incident. On voit immédiatement (fig. 170) que :

Si le rayon arrive suivant la normale (1), il passera dans le second milieu suivant la normale (1) : il n'y a donc pas changement de direction, pas de réfraction à proprement parler.

Si le rayon s'écarte progressivement de la normale il en sera de même du rayon réfracté (2,3) qui, toutefois, s'éloigne moins rapidement de la normale.

Enfin si le rayon arrive en 4, perpendiculairement à la normale, ce qui est la dernière position qu'il puisse occuper, il sera réfracté en 4 suivant une direction que ne peut dépasser aucun rayon réfracté. L'angle que le rayon réfracté fait avec la normale pour cette position extrême est le plus grand angle de réfraction possible : il est désigné sous le nom d'*angle limite de réfraction*.

2^o Supposons maintenant le second milieu moins réfringent que le premier, nous avons à appliquer la deuxième construction. On trouve alors (fig. 171) que :

Si le rayon incident est normal, il en est de même du rayon réfracté (1,1) ; il n'y a pas réfraction à proprement parler.

Si le rayon incident s'écarte de la normale (2,3), il en sera de même du rayon réfracté qui, toutefois, s'en éloigne plus rapidement.

On reconnaît que la construction n'est pas toujours possible, et que, pour un angle d'incidence suffisamment grand, on ne peut trouver de rayon réfracté ; la parallèle à la normale menée par le point B (fig. 170)

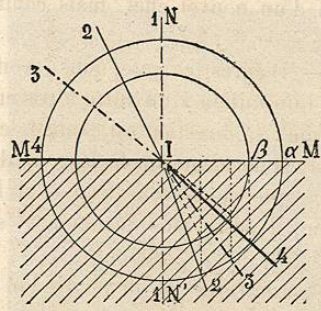


Fig. 170.

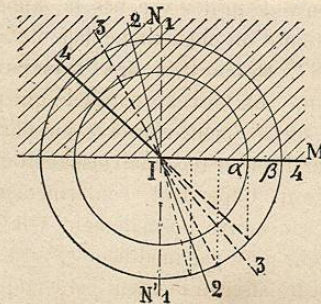


Fig. 171.

ne rencontre pas la circonférence intérieure α . Le dernier rayon 4 pour lequel la construction est possible donne un rayon réfracté qui est perpendiculaire à la normale : il ne peut, en effet, y avoir, dans le deuxième milieu, un rayon plus écarté de la normale.

L'angle d'incidence correspondant à celui du rayon 4 avec la normale est donc le plus grand de ceux que peut faire un rayon incident qui donne un rayon réfracté : on l'appelle *angle limite d'incidence*.

On aurait pu déduire ces conséquences de la figure précédente, en supposant que la lumière vienne de bas en haut, par réversibilité ; on voit qu'on serait arrivé aux mêmes résultats. On voit, en outre, que la valeur des angles limites est la même dans les deux cas : il est donc inutile de les nommer différemment ; nous désignerons cette valeur par le nom d'*angle limite*.

386. **Réflexion totale.** — Dans le cas où le second milieu est moins réfringent que le premier, il ne peut y avoir réfraction que si le rayon incident fait avec la normale un angle plus petit que l'angle limite ; mais qu'arrive-t-il, si on fait arriver sur la surface de séparation un rayon plus écarté, ce qui est toujours possible ?

La loi montre seulement qu'il ne peut y avoir réfraction ; l'expérience seule peut faire connaître l'effet qui se produit. Elle indique alors que le rayon qui ne peut passer dans le second milieu se réfléchit dans le premier, conformément aux lois ordinaires de la réflexion.

On pouvait prévoir qu'il en était ainsi. Dans tous les cas où on observe le rayon réfracté, il y a toujours en même temps un rayon

réfléchi; seulement son intensité est moindre que celle du rayon réfracté : cette intensité augmente cependant quand l'angle d'incidence croît, c'est-à-dire que la partie de la lumière incidente qui constitue ce rayon réfléchi croît. Quand le rayon incident a dépassé l'angle limite, comme il n'y a plus de rayon réfracté, toute la lumière incidente se trouve dans le rayon réfléchi. Aussi a-t-on donné à l'effet qui se produit alors le nom de *réflexion totale*.

On voit qu'il n'y a pas là, apparition d'un nouvel effet, mais continuation d'un phénomène déjà observé.)

387. **Réfraction des faisceaux.** — D'après ce que nous avons indiqué, un faisceau parallèle qui passe d'un milieu à un autre à travers une surface plane conserve son parallélisme : sa direction est changée en général, et on reconnaît aisément qu'il en est de même de la largeur du faisceau. Cependant, conformément à ce que nous avons trouvé, si le faisceau arrive normalement à la surface, il passe sans déviation et sa largeur n'est pas modifiée.

Si le faisceau incident est conique, homocentrique, on démontre qu'il cesse d'être homocentrique après la réfraction sur une surface plane : mais si on se borne à examiner l'action produite sur un pinceau lumineux, faisceau étroit, ce qui correspond aux cas qui se présentent ordinairement dans la pratique, on peut démontrer, et l'expérience vérifie, que le faisceau s'écarte peu d'être homocentrique et que, au point de vue des applications, on peut le considérer comme tel.

On reconnaît également que le pinceau réfracté dans ces conditions est de même nature que le pinceau incident, convergent ou divergent suivant que celui-ci est convergent ou divergent.

Si le pinceau incident a son axe normal à la surface de réfraction, il en est nécessairement de même, par symétrie, du pinceau réfléchi et les sommets des deux faisceaux sont ainsi sur une même perpendiculaire à la surface. Il n'en est plus ainsi si l'axe du pinceau incident est oblique.

Sans même qu'il soit nécessaire de faire de démonstration, la connaissance du sens dans lequel se fait le changement de direction d'un rayon conduit aux conclusions suivantes qui sont évidentes sur les figures.

I. Lorsque la lumière passe d'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent, ce qui est le cas des figures en supposant que la lumière se propage de gauche à droite, le faisceau incident de sommet A est remplacé par un faisceau réfracté de sommet A', et l'on voit que :

1° Un faisceau divergent est rendu moins divergent (fig. 172);

2° Un faisceau convergent est rendu moins convergent (fig. 173).

II. Si la lumière passe, au contraire, du milieu le plus réfringent au milieu le moins réfringent, ce qui correspond dans les figures au cas où la lumière se propagerait de droite à gauche, le faisceau incident de sommet A' est remplacé par un faisceau réfracté de sommet A, et l'on voit que :

3° Un faisceau convergent est rendu plus convergent (fig. 172);

4° Un faisceau divergent est rendu plus divergent (fig. 173).

Examinons, comme conséquence, le cas où on a un point lumineux A envoyant un faisceau divergent.

Soit d'abord le point lumineux A placé dans le milieu le moins réfringent (fig. 172, la lumière se meut de gauche à droite); le faisceau, réfracté dans le second milieu, a son sommet en A'; c'est ce point que croit voir

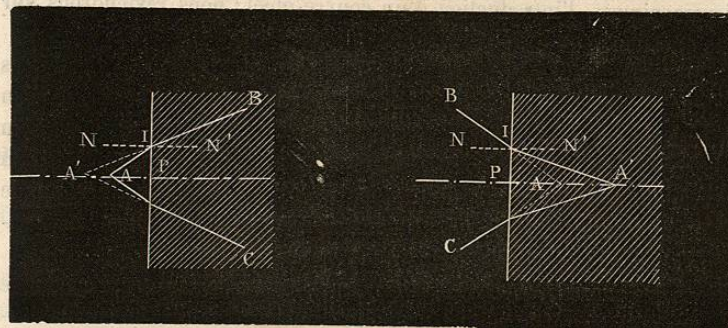


Fig. 172.

Fig. 173.

un observateur qui serait placé dans le second milieu, ce point A' est l'image virtuelle de A, on voit qu'elle est plus éloignée de la surface de séparation que le point lumineux.

Si le point lumineux est placé dans le milieu le plus réfringent en A' (fig. 173, la lumière marche de droite à gauche), on a en A l'image virtuelle du point A', de la même façon; mais cette image est plus rapprochée de la surface de séparation.

388. — Ces remarques expliquent un certain nombre d'effets qu'il est

facile d'observer : c'est ainsi par exemple que l'on ne peut juger exactement la profondeur à laquelle des objets sont situés dans l'eau. Soit en effet un objet AB (fig. 174) placé au fond d'un vase rempli d'eau; d'après ce que nous venons de dire, l'objet étant situé dans le milieu le plus réfringent les images de chacun de ses points seront situées en *ab* plus près de la surface libre, et c'est à cette profondeur qu'un observateur croira que se trouve l'objet.

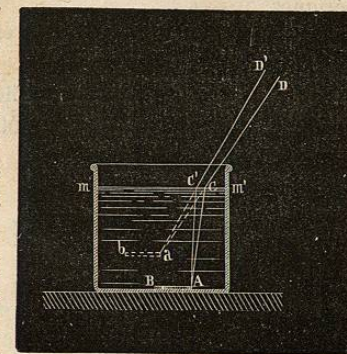


Fig. 174.

Le fait que l'image est ainsi relevée explique aussi pourquoi un observateur dont l'œil serait en DD' verrait le point A (ou plutôt son image), alors qu'il ne pourrait voir ce point si le vase était vide, car alors la

lumière se propageant en ligne droite ne pourrait arriver à l'œil, elle serait interceptée par la paroi.

Une explication analogue fait comprendre pourquoi une tige rectiligne qu'on introduit obliquement dans un liquide paraît brisée, coudée au point où elle rencontre la surface.

Le déplacement de l'image par l'action de la réfraction sur une surface plane rend compte également de l'effet que produit, dans les observations microscopiques, l'introduction d'un couvre-objet; nous reviendrons sur cette question.

389. Réfraction sur des surfaces courbes. Dioptrés. — Sauf dans quelques cas exceptionnels, lorsqu'un faisceau homocentrique passe d'un milieu à un autre à travers une surface courbe, il donne naissance à un faisceau réfracté qui n'est pas homocentrique. Mais lorsqu'il s'agit d'un faisceau de peu d'étendue, d'un pinceau et d'une surface sphérique de faible amplitude (369), le pinceau réfracté s'écarte peu d'être homocentrique et, dans la pratique, on peut le regarder comme tel.

Nous désignerons, avec M. Monoyer, sous le nom de *dioptré*, l'ensemble de deux milieux réfringents séparés par une surface courbe : nous étudierons d'abord les effets des dioptrés sphériques de peu d'amplitude. La connaissance de ces effets est très importante, parce que, comme nous le dirons, l'action optique de l'œil peut être assimilée à celle d'un dioptré.

Les dioptrés sphériques étant de révolution autour de l'axe principal, il nous suffira d'examiner ce qui se passe dans une section méridienne.

Nous aurons ensuite à examiner rapidement les effets des dioptrés cylindriques, et à signaler également les effets généraux d'un dioptré quelconque.

390. Dioptrés sphériques. Foyers. — Il y a quatre formes de dioptrés sphériques.

Le premier milieu étant moins réfringent que le second, il peut arriver que :

- I. La surface soit convexe du côté d'où vient la lumière (fig. 175).
- II. La surface soit concave du côté d'où vient la lumière (fig. 176).

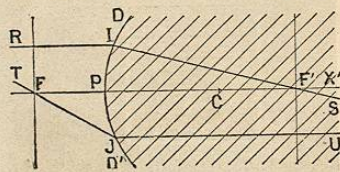


Fig. 175.

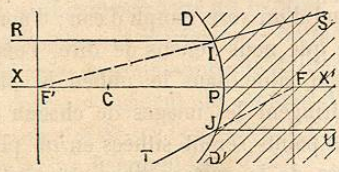


Fig. 176.

Le premier milieu étant plus réfringent que le second, il peut arriver que :

- III. La surface soit convexe du côté d'où vient la lumière (fig. 177).
- IV. La surface soit concave du côté d'où vient la lumière (fig. 178).

Soit un rayon RI parallèle à l'axe arrivant à la surface de séparation en I; en traçant la normale CI et nous appuyant sur les caractères des milieux diversement réfringents, on voit immédiatement que :

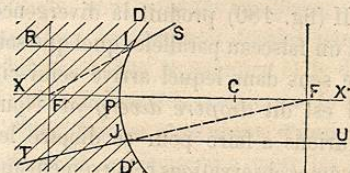


Fig. 177.

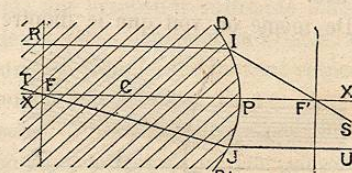


Fig. 178.

Dans les dioptrés I et IV, le rayon réfracté IS se rapproche de l'axe principal qu'il vient couper en F';

Dans les dioptrés II et III, le rayon réfracté IS s'éloigne de l'axe principal que son prolongement coupe en F'.

Puisque nous admettons¹ qu'un pinceau homocentrique conserve son homocentricité, nous pouvons dire que, si nous considérons un faisceau parallèle dont tous les rayons se comportent comme celui que nous venons d'étudier, le faisceau réfracté sera convergent pour les dioptrés I et IV, divergent pour les dioptrés II et III et que son sommet sera en F' qu'on appelle un *foyer principal*.

Le faisceau parallèle peut être considéré comme venant d'un point situé à l'infini à gauche; d'après les définitions données (353), le point F' est dans tous les cas l'image de ce point à l'infini; mais cette image est réelle pour les dioptrés I et IV, virtuelle pour les dioptrés II et III.

A cause de la réversibilité qui permet d'utiliser une figure en supposant que la lumière vienne soit dans un sens, soit dans le sens opposé, on voit aisément que nous pouvons n'étudier que deux dioptrés, par exemple I et II, car, au sens près, le dioptré IV ne diffère pas du dioptré I, ni le dioptré III du dioptré II.

391. — On voit alors que le dioptré I produit la convergence d'un faisceau parallèle, quel que soit le sens dans lequel celui-ci arrive; par cette raison il est dit *dioptré convergent*. Dans ce dioptré (fig. 179) le point F' est l'image d'un point situé à l'infini à gauche, et le point F (qui n'est autre que le point F' du dioptré IV après retournement) est l'image d'un point situé à l'infini à droite; nous appellerons F' le premier foyer principal, F le deuxième foyer principal.

Le point F a, d'ailleurs, une signification lorsque la lumière vient de

1. Voir la démonstration dans un cours élémentaire.

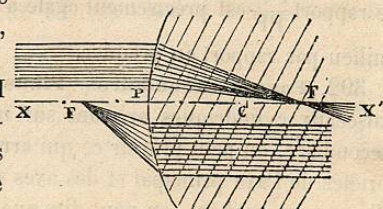


Fig. 179.

la gauche; car, on voit que, par réversibilité, si on met un point lumineux en F, le faisceau réfracté correspondant est parallèle à l'axe.

De même on voit que le dioptré II (fig. 180) produit la divergence d'un faisceau parallèle, quel que soit le sens dans lequel arrive celui-ci; il est dit *dioptré divergent*. Nous aurions à faire pour ce dioptré les mêmes observations relativement aux points F' et F qui sont dits respectivement le premier et le deuxième foyer principal: seulement, dans ce cas, les foyers sont placés dans un ordre inverse. Considérés comme

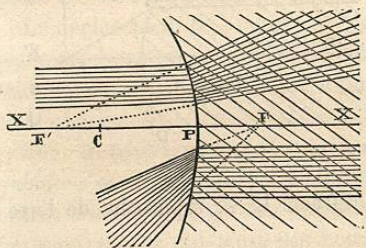


Fig. 180.

images de points situés à l'infini respectivement à gauche pour F' et à droite pour F, on voit que ces foyers sont virtuels. La réversibilité montre que le point F a également une signification pour le cas où la lumière vient de la gauche: si, en effet, un faisceau arrive en convergeant de manière que son sommet soit en F, qui est alors un point lumineux virtuel, le faisceau réfracté correspondant est parallèle.

On démontre que les points C et P sont toujours compris entre les foyers principaux F et F', le point F' étant le plus rapproché de C; et, d'autre part, que les distances CF' et PF sont égales; il en est de même aussi, par conséquent, de CF' + CP et PF' + CP, c'est-à-dire de CF et de PF', longueurs qui sont égales entre elles.

Les distances PF' et PF du pôle P du dioptré aux deux foyers sont appelées la première et la deuxième distance focale. On démontre que le rapport $\frac{PF'}{PF}$ est précisément égale à l'indice de réfraction du deuxième milieu par rapport au premier.

392. Foyers secondaires. Plans focaux. — Si l'on considère des faisceaux cylindriques arrivant sur un dioptré, parallèlement à un axe secondaire, on peut prévoir ce qui arrivera: à cause de l'identité de propriétés de l'axe principal et des axes secondaires, qui sont des diamètres d'une même sphère, on peut dire que les faisceaux réfractés se réuniront en des points F'₁ et F₁ (suivant le sens dans lequel vient la lumière), points situés sur l'axe secondaire considéré et tels que l'on doit avoir CF₁ = CF et CF'₁ = CF'. Ces points sont dits le premier et le second foyers secondaires correspondant à la direction considérée.

Il y aura ainsi deux foyers secondaires sur chaque axe secondaire; tous les premiers foyers secondaires seront situés sur une portion de sphère décrite de C comme centre avec CF' par rayon, et, de même, tous les deuxièmes foyers secondaires seront situés sur une portion de sur-

face sphérique décrite de C comme centre avec CF pour rayon. Ce sont les *surfaces focales*.

Comme nous ne considérons que des surfaces sphériques de peu d'amplitude, nous pouvons remplacer, avec une exactitude suffisante dans la pratique, ces surfaces focales par leurs plans tangents en F' et F. Ces plans sont dits le premier et le deuxième plan focal: ils sont respectivement le lieu des premiers et le lieu des seconds foyers.

393. Image d'un point, d'une droite. — Nous admettons que l'homocentricité est conservée pour les pinceaux réfractés: si donc on considère un point lumineux A sur l'axe principal, point lumineux auquel correspond un faisceau incident, celui-ci sera transformé par la réfraction en un faisceau homocentrique dont, par raison de symétrie, le sommet A' doit être sur l'axe. Ce point est l'image (333) du point A, image réelle ou virtuelle suivant les cas, comme nous le dirons.

A cause de la réversibilité, on peut dire également que le point A est l'image du point A', en supposant que la propagation de la lumière se fasse en sens contraire. Ces deux points A et A', tels que, suivant la direction de propagation de la lumière, chacun peut être considéré comme l'image de l'autre, sont ce qu'on appelle des *points conjugués*.

A cause de l'identité de propriétés des axes secondaires et de l'axe principal, nous concluons immédiatement que:

Lorsqu'un point lumineux est sur un axe secondaire son image A' est sur cet axe; que, de même, A peut être considéré comme l'image de A': les deux points A et A' sont des points conjugués.

Nous admettrons enfin que lorsqu'on a un objet AB constitué par une petite droite perpendiculaire à l'axe, l'image est également une droite perpendiculaire à l'axe. L'image et l'objet sont nécessairement compris entre les mêmes axes, principal et secondaire.

394. — Soit un objet lumineux AB (fig. 181 et 182), cherchons à

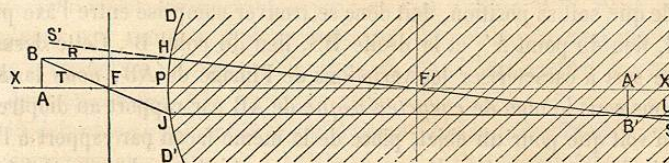


Fig. 181.

déterminer son image, ce qui, d'après ce que nous venons de dire, revient à déterminer l'image B' du point B.

Le point B' est le sommet du faisceau réfracté correspondant au faisceau incident dont le sommet est B: tous les rayons qui partent de B vont passer en B'. Pour trouver ce point, il suffit donc de prendre deux rayons passant en B et de chercher ce qu'ils deviennent après la réfraction: leur point d'intersection sera le sommet B' cherché du faisceau réfracté.