Nous choisirons les deux rayons de manière à pouvoir obtenir facilement les rayons réfractés correspondants. L'un de ces rayons sera BH, parallèle à l'axe principal; nous savons que, après la réfraction, il passe par le premier foyer principal F'; il sera donc déterminé en HF'. L'autre rayon BJ sera celui qui passe par le deuxième foyer principal F (ou dont la direction passe par ce foyer); nous savons que, après la réfraction, il doit être parallèle à l'axe principal : ce sera donc JU. Ces deux rayons HS et JU, ou leurs prolongements, se couperont en un point B' qui est l'image, réelle ou virtuelle, du point B.

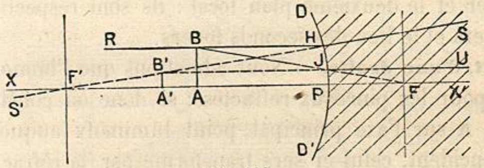

Fig. 182.

En abaissant B'A' perpendiculairement à l'axe principal, on a l'image de BA.

Il est à remarquer que, comme vérification, le point B' doit être sur l'axe secondaire qui passe par B; cette remarque ne présente d'intérêt que si le point C est donné.

Il est utile de remarquer que, à cause du peu d'amplitude du dioptre qui permet d'assimiler approximativement les petits arcs de cercle à des droites, on peut dire que PH est égal à l'objet AB et PJ à l'image A'B'.

395. — Lorsque l'objet se déplace, il en est de même de l'image : on voit en effet immédiatement que quand l'objet change de position, l'inclinaison de la droite BF varie, que le point J se déplace et qu'il en est par suite de même de la droite JU sur laquelle se trouve le point B'.

Mais si un objet, de grandeur déterminée, se déplace, le rayon incident BH reste invariable : il en est donc de même du rayon réfracté correspondant HS. Cette droite HS, invariable, sur laquelle doit toujours se trouver l'image B', est le lieu géométrique de ce point B'. L'image, quelle que soit sa position, doit donc se trouver comprise entre l'axe principal, lieu du point A', et la droite HS, lieu du point B'. Cette dernière droite sert à caractériser les variations de l'image de AB; nous la désignerons sous le nom de *caractéristique* de AB par rapport au dioptre.

On voit que pour un objet, placé de la même façon par rapport à l'axe principal, au-dessus dans les cas que nous considérons, la caractéristique est inclinée diversement pour le dioptre convergent et pour le dioptre divergent; cette inversion dans la direction de la caractéristique rend aisément compte de certaines différences dans les images fournies par les dioptres de l'une ou de l'autre espèce.

La considération de la caractéristique fait connaître immédiatement le sens dans lequel se déplace l'image pour un déplacement donné de l'objet. Considérons, par exemple, l'objet AB donnant dans le dioptre convergent (fig. 181) l'image A'B'; si l'objet se déplace vers la droite, la droite BF

s'inclinera davantage, et le point J s'éloignera du point P; l'image, qui est toujours égale à JP, grandira donc aussi, elle devra donc être plus grande que A'B', et comme elle doit toujours rester comprise dans l'angle X'F'S, il faudra qu'elle s'éloigne du sommet F' de celui-ci, c'est-à-dire qu'elle se forme à la droite de A'B' : elle se sera donc déplacée dans le même sens que AB.

En examinant les divers cas qui peuvent se présenter tant pour ce dioptre, que pour le dioptre divergent (fig. 182), on voit qu'il en est toujours de même. On peut donc énoncer la règle générale :

Un objet et son image dans un dioptre se déplacent toujours dans le même sens.

396. **Plan principal; plans antiprincipaux.** — Si on considère un objet appliqué en PH (fig. 183) contre la surface de séparation des deux milieux, les rayons émanés de ses divers points se propagent dans le second milieu, sans passer dans l'air; il n'y a donc pas réfraction et les faisceaux ont la même forme que si le second milieu était l'air : les images des divers points de l'objet coïncident donc avec ces points mêmes et l'image de l'objet est superposée à l'objet, égale et de même sens par conséquent. Par analogie avec ce que nous avons dit pour le miroir, nous dirons que le plan qui contient l'objet et l'image dans ces conditions est un *plan principal*.

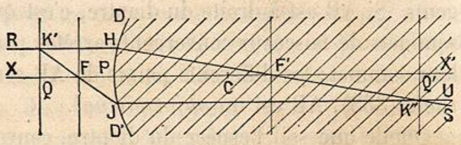

Fig. 183.

Il y a une position de l'objet pour laquelle l'image est égale à l'objet et de sens contraire : pour que cette condition soit réalisée, il faut que le point J (fig. 181 et 182) étant au-dessous de l'axe, la longueur PJ soit égale à AB. Dans ce cas les deux triangles ABF et JPF, qui sont toujours semblables, deviennent égaux, et l'on a AF = FP. Pour que la condition soit remplie, l'objet doit donc être dans un plan qui coupe l'axe principal en un point symétrique du pôle P du dioptre par rapport au deuxième foyer.

On détermine aisément la position correspondante de l'image; en effet, les deux triangles HPF' et A'B'F' qui sont toujours semblables, deviennent égaux, puisque HP est toujours égal à AB et que A'B' est, par hypothèse, aussi égal à AB. Il faut donc que l'on ait A'F' = PF'. Dans le cas considéré, l'image est donc dans un plan qui coupe l'axe principal en un point symétrique du pôle P du dioptre par rapport au premier foyer.

Les deux plans Q et Q' (fig. 183) ainsi obtenus, tels que lorsque l'objet est dans le premier l'image qui est dans le second est égale à l'objet et de sens contraire, sont appelés *plans principaux inverses* ou *plans antiprincipaux*.

Les plans antiprincipaux sont des plans conjugués.

397. **Discussion des dioptres.** — Nous pouvons faire maintenant la discussion des dioptres, c'est-à-dire examiner les différents cas qui peuvent se présenter lorsque l'objet occupe successivement toutes les positions possibles. Nous pouvons indiquer la discussion d'une manière générale, mais nous devrons étudier séparément les deux espèces de dioptres pour l'interprétation des résultats.

Dans toute cette discussion, nous supposerons que la lumière vient de la gauche.

La construction de l'image peut se faire, par le procédé que nous avons indiqué, quelle que soit la position que nous avons donnée à l'objet AB. Mais elle ne se rapporte à un objet effectif réellement existant que si cette position est à gauche du dioptre envoyant sur celui-ci des faisceaux divergents. Si AB est à droite du dioptre, c'est que ses divers points sont des sommets de faisceaux convergents arrêtés par la surface réfringente avant leur sommet; les différents points de AB sont des *points lumineux virtuels* (353), AB est un *objet virtuel*.

Quelle que soit l'espèce du dioptre, convergent ou divergent, AB correspond donc à un objet réel s'il est à gauche de P, à un objet virtuel s'il est à droite de ce point.

D'autre part aussi, quelle que soit l'espèce du dioptre, l'image sera réelle si elle correspond à des faisceaux réfractés convergents, c'est-à-dire à des sommets qui sont à droite du dioptre.

Les images sont virtuelles, au contraire, si elles correspondent à des faisceaux réfractés divergents, à des faisceaux dont les sommets sont à gauche du dioptre. C'est donc la surface du dioptre qui établit la séparation entre les images réelles qui sont à droite et les images virtuelles qui sont à gauche.

On peut donner également des indications générales sur le sens et sur la grandeur de l'image, en se basant sur ce que, comme nous l'avons déjà fait remarquer, l'image est toujours comprise entre l'axe principal et la caractéristique : l'objet étant placé de telle sorte que le point B soit au-dessus de l'axe, l'image est droite pour la partie de la caractéristique qui est au-dessus de l'axe principal; l'image est renversée, c'est-à-dire de sens contraire à l'objet, pour la partie de la caractéristique qui est au-dessous de l'axe.

D'autre part, lorsque l'image est dans le plan principal, elle est égale à l'objet; elle sera donc plus petite si elle se forme entre ce plan et le sommet F′ de l'angle de la caractéristique et de l'axe principal; elle sera plus grande, au contraire, si elle se forme plus loin de ce sommet que le plan principal P.

De même, lorsque l'image est dans le plan antiprincipal Q′, elle est aussi égale à l'objet (mais renversée); elle est donc plus petite que celui-ci si elle se forme entre ce plan et le sommet F; elle est plus grande que l'objet si elle se forme plus loin de ce sommet que le plan Q′.

En réunissant ces deux remarques, on voit que l'image est plus petite que l'objet si elle se ferme entre les points P et Q′; elle est plus grande si elle se forme en dehors de l'espace P Q′.

398. — Il reste à déterminer la position de l'image quand la position de l'objet est donnée : la construction générale permet toujours de faire cette détermination, mais le plus souvent cela n'est pas nécessaire, et il suffit de connaître la région de l'espace dans laquelle se trouve l'image. Les considérations simples suivantes permettent de résoudre cette question :

On sait que quand l'objet est dans le plan principal P, l'image y est également; qu'elle se déplace dans le même sens que lui. Quand l'objet ira du plan P au foyer F, l'image ira dans le même sens du plan P à l'infini (puisque les plans focaux sont conjugués de l'infini); et quand l'objet ira, en sens contraire, du plan P à l'infini, l'image ira, pour la même raison et dans le même sens, du plan P au foyer F′.

Nous savons d'autre part que quand l'objet est dans le plan Q, l'image est dans le plan Q′. Si l'objet se déplace de ce plan au foyer F, l'image va, comme précédemment, dans le même sens, de Q′ à l'infini; et si l'objet se déplaçant en sens contraire va de Q à l'infini, l'image va de Q′ au foyer F′.

On voit donc que les plans Q, F, P délimitent dans l'espace quatre régions auxquelles correspondent pour les images quatre régions délimitées par les plans Q′, F′, P.

Appliquons maintenant ces résultats généraux à chacun des dioptres, nous pourrons aisément résumer la discussion.

399. **Dioptre convergent.** — 1° L'objet étant à l'infini à gauche a son image dans le plan focal F′, image réelle (fig. 184).

I. L'objet se déplace de gauche à droite dans la région I jusqu'au plan antiprincipal Q : l'image se déplace du plan focal F′ au plan antiprincipal Q′, elle est réelle, renversée, plus petite que l'objet, d'autant plus petite qu'elle se fait plus près de F′.

2° L'objet est dans le plan antiprincipal Q : l'image est dans l'autre plan antiprincipal Q′, réelle, renversée et égale à l'objet.

II. L'objet se déplace dans la région II, du plan Q au plan focal F : l'image se déplace de Q′ à l'infini à droite; elle est réelle, renversée, plus grande que l'objet, d'autant plus grande qu'elle s'éloigne davantage vers la droite.

3° L'objet est dans le plan focal : les faisceaux réfractés sont parallèles; à proprement parler il n'y a pas d'image, on dit qu'elle est à l'infini.

III. L'objet se déplace dans la région III, du plan F au plan principal P; l'image se déplace de l'infini à gauche au plan P; elle est virtuelle, droite, plus grande que l'objet, d'autant plus grande qu'elle est située plus loin vers la gauche.

4° L'objet est dans le plan principal P : l'image coïncide avec l'objet, égale et de même sens.

IV. L'objet (virtuel) se déplace dans la région IV, du plan P à l'infini à droite : l'image se déplace du plan P au plan F′, conjugué de l'infini;

OBJET { Position....I.... | ..II.. | ..III.. | ....IV..............................
OBJET { Nature.........Réel............. | ....Virtuel. ....

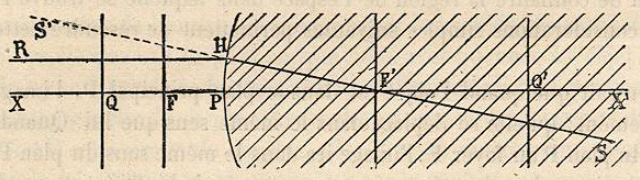

IMAGE { Position.........III............... | ......IV..... | ....I........ | ....II.......
IMAGE { Nature.......Virtuelle........... | ....Réelle..................................
IMAGE { Sens.....................Droite............................ | ..Renversée...................
IMAGE { Grandeur....Agrandie .... | ....Diminuée............. | ...Agrandie.

Fig. 184.

elle est réelle, renversée, plus petite que l'objet, d'autant plus petite qu'elle est plus près du foyer F′.

5° L'objet est à l'infini à droite, l'image est dans le plan focal F′. Ce dernier cas ne diffère pas de 1° comme résultat parce que, en effet, les faisceaux incidents sont alors parallèles et qu'ils correspondent aussi bien à un objet réel situé à l'infini à gauche qu'à un objet virtuel situé à l'infini à droite.

400. **Dioptre divergent.** — 1° L'objet est placé à l'infini à gauche, les faisceaux arrivant parallèlement; l'image est dans le plan F′, image virtuelle (fig. 185).

I. L'objet se déplace de gauche à droite, de l'infini au plan principal P : l'image se déplace dans le même sens de F′ à P; elle est virtuelle, droite, plus petite que l'objet, d'autant plus petite qu'elle est plus rapprochée de F′.

2° L'objet est dans le plan principal P : l'image coïncide avec l'objet, elle est égale et de même sens.

II. L'objet se déplace du plan P au plan F; il est alors virtuel et restera tel pour toutes les positions ultérieures : l'image se déplace du plan P à l'infini à droite, réelle, droite, agrandie, d'autant plus grande qu'elle est plus éloignée vers la droite.

3° L'objet (virtuel) est dans le plan F; les faisceaux réfractés sont parallèles : il n'y a plus d'image; on dit que celle-ci est à l'infini.

III. L'objet (virtuel) se déplace du plan F au plan antiprincipal Q : l'image se déplace de l'infini à gauche au plan antiprincipal Q′, elle est virtuelle, renversée, agrandie, d'autant plus grande qu'elle est située plus loin vers la gauche.

4° L'objet (virtuel) est dans le plan Q : l'image est dans le plan Q′, virtuelle, renversée, égale à l'objet.

IV. L'objet (virtuel) se déplace de Q à l'infini à droite : l'image se déplace de Q′ au plan focal F′; elle est virtuelle, renversée, diminuée, d'autant plus petite qu'elle est plus près de F′.

5° Enfin, l'objet est à l'infini à droite : l'image est alors dans le plan

OBJET { Position.....................I.............................. | ..II.... | .III. | ...IV.....
OBJET { Nature.....................Réel .... | ....Virtuel............

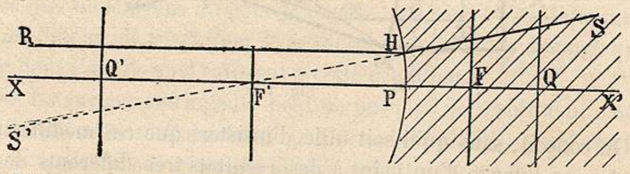

IMAGE { Position. III....... | ....IV ...... | ....I ...... | ....II.... ....
IMAGE { Nature...................Virtuelle.. .... | ....Réelle..........
IMAGE { Sens...........Renversée........... | ....Droite.........................
IMAGE { Grandeur.Agrandie | .... Diminuée........... | ....Agrandie.........

Fig. 185.

focal F′, virtuelle. Comme nous l'avons indiqué pour le dioptre convergent, et pour la même raison, ce cas ne diffère pas de 1°.

401. **Dioptres cylindriques.** — Les figures planes que nous avons construites conduisent comme nous l'avons dit à l'indication de ce qui se passe dans les dioptres sphériques, en supposant que la figure tourne autour de l'axe principal. Les mêmes figures différemment employées permettent de se rendre compte de ce qui se passe lorsque la surface de séparation de deux milieux est cylindrique, lorsqu'on étudie les dioptres cylindriques.

Nous traiterons plus spécialement le cas du dioptre convergent, mais des considérations tout analogues s'appliqueraient aux dioptres divergents.

Soit M M′ (fig. 186) la ligne qui dans une section sépare les milieux diversement réfringents, le 2e milieu étant, par exemple, supposé plus réfringent que le premier. Soit un faisceau parallèle à l'axe RMTM′, il est remplacé par un faisceau convergent dont le sommet est en F′ et limité aux rayons MS et M′U.

Supposons que cette figure glisse parallèlement à elle-même, de telle façon que les points M et M′ décrivent des droites parallèles MM_2, $M'M'_2$: la courbe engendrera une surface cylindrique. En même temps, le faisceau parallèle plan RMTM′ engendrera un faisceau prismatique parallèle $RR_2TT_2MM_2M'M'_2$, et après la réfraction, le point F′ décrivant la droite $F'F'_2$, le faisceau réfracté prendra une forme conoïdale, telle que tous les rayons parallèles à un même plan, celui de la première figure plane considérée, rencontrent une même droite parallèle aux génératrices de la surface cylindrique du dioptre. La droite $F'F'_2$ est appelée *droite focale*.

Il y aurait nécessairement une deuxième droite focale située à gauche de la surface des dioptres et correspondant au foyer F de la section.

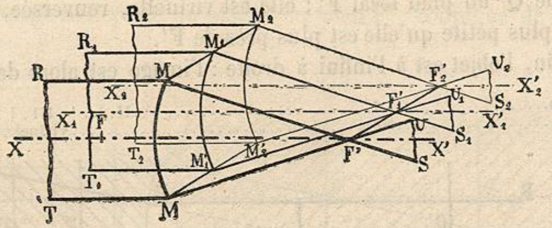

Fig. 186.

On conçoit, sans qu'il soit utile d'insister, que ces modifications amènent pour l'image d'un point à des résultats très différents de ceux que nous avons signalés pour les dioptres sphériques.

402. **Dioptres astigmates.** — Les surfaces employées dans les instruments d'optique sont, seulement, d'une manière presque générale, des surfaces sphériques ou des surfaces cylindriques; très exceptionnellement on a proposé l'emploi de surfaces toriques, mais leur usage est resté trop restreint jusqu'à présent pour qu'il soit utile de nous y arrêter.

Mais les surfaces sur lesquelles se font les réfractions dans l'œil ne présentent pas toujours ces formes simples : il est indispensable dès lors d'examiner le cas de surfaces réfringentes d'autre nature.

Deux circonstances différentes peuvent se présenter qu'il faut étudier séparément.

La surface réfringente est une surface de révolution (fig. 187), c'est-à-dire que, en coupant cette surface par des plans passant par une droite fixe XX′, axe du système, on obtient des sections méridiennes MM_1, $M'M_1'$, qui sont toutes identiques. Il est évident qu'il suffit alors d'étudier les effets qui se passent dans l'une des sections, parce que ces effets se reproduiront identiquement les mêmes dans les autres méridiens.

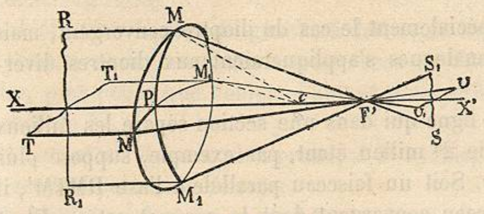

Fig. 187.

S'il ne s'agit dans une section que d'une courbe ayant une faible amplitude (dans laquelle les normales aux points extrêmes font un petit angle) on peut, sans erreur au point de vue des applications, les assimiler à des arcs de cercle et, par suite, on devra leur appliquer tout ce qui a été dit

pour les dioptres sphériques. Dans une section méridienne, un faisceau incident homocentrique donnera, après réfraction, un faisceau homocentrique; notamment à un faisceau parallèle RMR_1M_1 correspondra dans la section MM_1 un faisceau dont le sommet sera au foyer F′.

Mais pour une autre section $M'M'_1$, le résultat serait le même et cette section, assimilée également à un arc de cercle, ayant le même centre *c*, aura aussi le même foyer, et il en serait de même de toutes les autres sections; donc, après la réfraction, le faisceau sera un faisceau conique ayant pour base la surface réfringente $MM'M_1M'_1$ et pour sommet le point F′.

Tout ce que nous avons dit pour le dioptre sphérique s'appliquerait de même à un dioptre de révolution de petite amplitude et les dioptres qu'on rencontre dans l'œil normal satisfont à cette condition.

403. — La surface réfringente peut ne pas être de révolution, c'est-à-dire que les diverses sections faites par des plans passant par l'axe XX′ ne sont pas égales. Dans ce cas le dioptre est dit *astigmate*.

Il peut arriver que les diverses sections méridiennes n'aient entre elles aucune relation, qu'elles soient disposées d'une façon quelconque : le dioptre est dit alors irrégulièrement astigmate et on ne peut rien indiquer de général sur la forme des faisceaux réfractés.

Mais la surface, tout en n'étant pas de révolution, peut présenter une certaine régularité : en assimilant les sections méridiennes à des arcs de cercle (ce qui est sans inconvénient au point de vue pratique), on trouve alors que les rayons de ces arcs varient avec régularité. Dans ce cas, si l'on détermine la position des centres de courbure des divers méridiens, on les trouve compris sur l'axe entre deux points C et *c* (fig. 188). On démontre, et l'expérience vérifie que ces méridiens MM, *mm*, qui ont ainsi le plus grand et le plus petit rayon de courbure sont perpendiculaires entre eux : on les appelle *méridiens principaux*. Leurs plans sont des plans de symétrie, c'est-à-dire que les variations sont les mêmes de part et d'autre de chacun d'eux : le centre γ d'un méridien intermédiaire $\mu\mu_1$ étant d'autant plus près de C que la section $\mu\mu_1$ est plus rapprochée de MM_1.

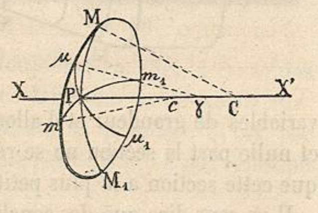

Fig. 188.

Mais comme nous savons que dans une section circulaire la position du 1er foyer est liée à celle du centre de courbure, il en résulte que la position des foyers des diverses sections méridiennes varie et est comprise entre F′ (fig. 189) foyer de la section MM_1 du plus grand rayon de courbure et *f*′ foyer de la section mm_1 du plus petit rayon de courbure, le foyer d'une section étant d'autant plus rapproché de F′ que la section sera plus près de MM_1.

Si donc on fait arriver sur une surface de ce genre un faisceau parallèle, le faisceau réfracté correspondant ne sera pas homocentrique, les rayons qui le composent allant couper l'axe aux divers points compris entre F′ et f'.

Mais la forme de ce faisceau présente une particularité remarquable indiquée par le calcul et vérifiée par l'expérience : tous les rayons réfractés, qui déjà rencontrent l'axe XX′, vont, en outre, rencontrer deux droites perpendiculaires à l'axe, l'une $\varphi'\varphi'_1$ située dans le méridien qui correspond au plus grand rayon de courbure et passant par le foyer principal f' de l'autre méridien principal mm_1, l'autre $\Phi'\Phi'_1$ située dans le méridien qui correspond au plus petit rayon de courbure et passe par le foyer principal F′ de l'autre méridien principal.

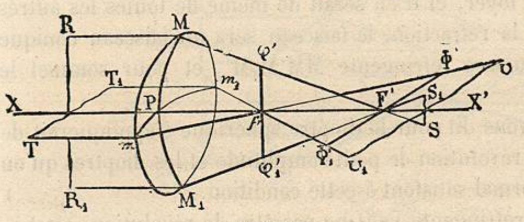

Fig. 189.

Ces deux droites qui sont nécessairement perpendiculaires entre elles, comme les méridiens qui les contiennent, sont dites des *droites focales*.

Le faisceau ainsi défini (fig. 190) a des sections de forme ovale,

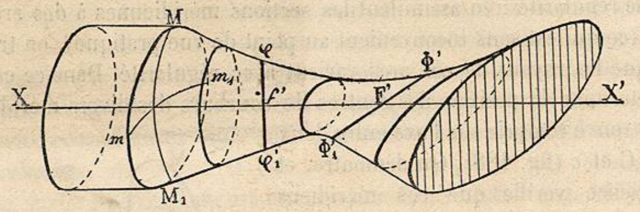

Fig. 190.

variables de grandeur et d'allongement, mais il n'est pas homocentrique, et nulle part la section ne se réduit à un point : c'est aux droites focales que cette section a la plus petite surface.

Il va sans dire que des conclusions toutes semblables seraient obtenues si l'on examinait la lumière parallèle venant de la droite, et qu'il y aurait de même, à gauche du dioptre, deux droites focales correspondant aux foyers F et f des méridiens principaux.

Si un point lumineux A était placé devant le dioptre, envoyant sur celui-ci un faisceau conique, le faisceau réfracté ne serait pas homocentrique et sa forme serait analogue à celle que nous venons d'indiquer : tous les rayons qui le composent iraient passer par deux droites perpendiculaires à l'axe et situées chacune dans un des méridiens principaux. Le point A n'aurait pas d'image, à proprement parler ; c'est de cette propriété que vient le nom d'astigmates donné à ces dioptres.

404. **Lame à faces parallèles.** — Après avoir étudié les modifications que subissent les faisceaux en se réfractant par leur passage d'un milieu à un autre en passant à travers une seule surface, il faut étudier le cas où ces faisceaux rencontrent successivement plusieurs surfaces ; nous nous occuperons d'abord du cas où il y a seulement deux surfaces, séparant par conséquent, en général, trois milieux différents : mais nous supposerons d'abord que le troisième milieu est le même que le premier, l'air, de telle sorte que les faisceaux ont en somme à traverser une masse réfringente limitée par deux surfaces. Les résultats diffèrent suivant que ces surfaces sont planes ou non ; nous considérerons, en premier lieu, le cas où les deux surfaces sont planes.

Dans ce cas, une subdivision est encore à établir, suivant que les surfaces sont parallèles ou non ; si elles le sont, on a une *lame à faces parallèles*, sinon on a un *prisme*. Nous étudierons ces deux cas successivement.

Soit AA′BB′ (fig. 191) une lame à faces parallèles constituée par un milieu plus réfringent que l'air, et soit un rayon incident CD : ce rayon, en pénétrant dans le second milieu, se rapproche de la normale MM′ et vient, par exemple, en DE en faisant avec la normale DM′ un angle plus petit que l'angle limite (385). Que devient ce rayon à la deuxième incidence en E? Sort-il de la lame? subit-il la réflexion totale? Et s'il sort, quelle est sa direction?

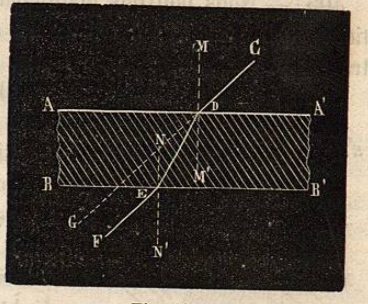

Fig. 191.

Je dis d'abord que le rayon émergera toujours ; en effet, à cause des propriétés des parallèles, l'angle d'incidence DEN sur la deuxième surface est égale à l'angle de réfraction M′DE sur la première et est, par suite, plus petit que l'angle limite ; par conséquent, il n'y a pas réflexion totale (386) et le rayon émerge.

Pour nous rendre compte de la direction du rayon émergent, remarquons que, à cause de la réversibilité, si la lumière marchait dans la lame de E en D, elle sortirait précisément suivant DC ; mais, dans son véritable sens, elle a un angle d'incidence DEN égal à celui qu'elle aurait par réversibilité EDM′ ; l'angle de réfraction à la sortie FEN′ doit donc être égal à l'angle de réfraction CDM que le rayon aurait par réversibilité. Comme les deux normales MM′ et NN′ sont parallèles, il faut qu'il en soit de même des rayons CD et EF.

Donc un rayon, qui traverse une lame à faces parallèles, émerge parallèlement à la direction qu'il avait à l'incidence : le rayon n'est pas dévié, il est seulement déplacé.

Le déplacement serait mesuré par la distance du rayon EF au prolongement DG du rayon incident, par exemple par la perpendiculaire abaissée du point E d'émergence sur DG.

On reconnaît aisément que ce déplacement varie avec l'angle d'incidence et dans le même sens que cette quantité, jusqu'à devenir nul quand le rayon arrive normalement à la surface.

Il est également très facile de voir que le déplacement diminue quand l'épaisseur devient plus petite : dans ce cas, en effet, le point E se rapproche du point D et, par suite aussi, de la droite DG. On démontre qu'il y a proportionnalité.

Si donc l'épaisseur de la lame diminue constamment, le déplacement du rayon décroît et peut devenir assez petit pour pouvoir être négligé, au point de vue des applications pratiques. On peut donc dire approximativement :

Un rayon traverse sans modification une lame à faces parallèles infiniment minces.

405. — Nous pouvons maintenant nous rendre compte des modifications subies par des faisceaux ou des pinceaux lors de leur passage à travers une lame à faces parallèles.

Si le faisceau incident est parallèle (fig. 192), tous les rayons rencontrent la lame dans les mêmes conditions, c'est-à-dire sous le même angle; ils doivent donc subir les mêmes effets, c'est-à-dire qu'ils sont tous *déplacés* de la même quantité : le faisceau émergent est donc parallèle au faisceau incident. Celui-ci a donc seulement subi un déplacement égal à celui qu'a subi chacun de ces rayons : comme dans le cas d'un rayon SI_1I_2R, on reconnaît que le déplacement serait moindre si la surface d'émergence était M' au lieu de M_2, c'est-à-dire si l'épaisseur de la lame était diminuée. De même aussi, si la lame était infiniment mince, le déplacement pourrait être négligé et le faisceau parallèle traverserait cette lame sans modification.

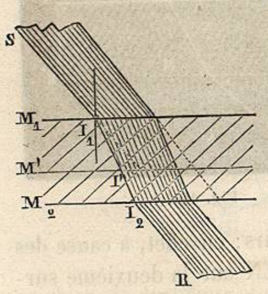

Fig. 192.

La question n'est pas aussi simple, en réalité, dans le cas d'un faisceau conique; nous avons déjà dit que la réfraction sur une surface plane détruit l'homocentricité (387). On pourrait penser, il est vrai, que le faisceau non homocentrique ainsi produit redevient homocentrique par son passage à travers la surface d'émergence, du milieu réfringent à l'air. Mais on démontre qu'il n'en est pas ainsi, et que le faisceau émergent n'est pas homocentrique.

Mais si, comme nous l'avons indiqué, on ne considère que des pinceaux, faisceaux lumineux peu étendus, nous avons dit que, par le passage à travers une surface réfringente plane, l'homocentricité est sensiblement conservée; il en est donc aussi de même pour le passage à travers la deuxième surface : un pinceau homocentrique incident de sommet A (fig. 193) donne par son passage à travers une lame à faces parallèles un pinceau réfracté sensiblement homocentrique de sommet A', et, au point de vue des applications pratiques, nous pouvons le considérer comme tel.

Puisque chaque rayon subit seulement un déplacement, sans déviation, il en sera nécessairement de même de tous les rayons du pinceau, et le pinceau émergent, formé de rayons tous parallèles à ceux du pinceau incident, s'obtiendra en déplaçant celui-ci parallèlement à lui-même d'une certaine quantité; par la réfraction à travers la lame à faces parallèles, le pinceau aura donc conservé sa nature (convergent ou divergent), il aura même conservé le degré de convergence ou de divergence; seulement le sommet du pinceau se sera rapproché de la lame, si le pinceau est divergent; il s'en sera éloigné, s'il est convergent.

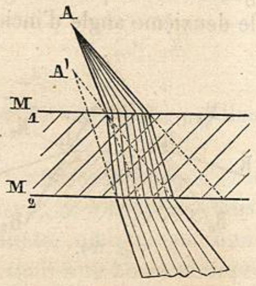

Fig. 193.

Le déplacement du sommet du pinceau dépend de l'épaisseur de la lame, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, comme nous l'avons dit pour les faisceaux parallèles; ce déplacement devient très petit lorsque la lame est mince. Cette remarque explique pourquoi l'interposition d'une vitre ne semble modifier en rien la position des objets que nous regardons : les déplacements sont pratiquement négligeables par rapport aux distances auxquelles se trouvent les objets. Il n'en serait pas de même si l'épaisseur de la lame interposée était grande et peu inférieure à la distance de ces objets.

406. **Réfraction par les prismes.** — Le système formé par une substance réfringente limitée entre deux surfaces planes obliques l'une par rapport à l'autre constitue ce qu'on appelle un *prisme* en optique. Un prisme est, à proprement parler, un angle dièdre solide; ce mot n'a donc pas le même sens qu'en géométrie.

On désigne sous le nom de sommet l'arête du dièdre et sous le nom de base la partie opposée en sommet. Nous examinerons seulement le cas où le plan d'incidence est une section droite, section perpendiculaire à l'arête : on reconnaît aisément que le rayon réfracté dans le prisme et le rayon émergent qui en sort alors sont dans ce même plan.

En général, pour étudier l'action des angles dièdres solides, en optique, on emploie des corps transparents taillés sous la forme géométrique de prismes triangulaires. Dans un semblable corps, au point de vue optique, il y a en réalité trois prismes différents, chaque arête du prisme étant le