

simplement le jour de la nuit. Car, d'après mes recherches sur la structure de ces organes dans les animaux de la classe des Annélides, il est bien constant qu'ils ne renferment aucun appareil optique pour la séparation de la lumière, et qu'en conséquence ils ne sauraient rien distinguer de précis. Au dedans de la choroïde en forme de godet de l'espèce de *Nereis* que j'ai examinée, il n'y a ni cristallin, ni aucune trace des organes isolateurs dont les Insectes sont pourvus. Le corps embrassé par cette membrane n'est que le bulbe du nerf optique. Ainsi, même lorsqu'il ne s'agit que de distinguer le jour de la nuit, la nature a créé des organes pour cela; telle paraît être la destination des points oculaires des Planaires, des Astéries, des Rotifères et des Infusoires.

Une seconde remarque critique, que je dois faire ici, concerne l'opinion, également fondée sur l'ignorance des conditions physiques de la vision, que la faculté de voir à l'aide de la peau serait possible, même chez l'homme, par une exaltation ou par un changement, un déplacement, de la sensation.

On sait qu'il ne nous est pas donné de connaître les couleurs avec les doigts, quoique nous puissions parvenir à distinguer, au moyen du toucher, le corps ou le grain de quelques matières colorantes étalées en couches épaisses, parce qu'elles offrent des inégalités et qu'elles contractent de l'adhérence avec les parties qui y touchent. La nécessité d'appareils optiques, soit en mosaïque, soit collecteurs, pour la formation d'une image sur une membrane sensible, réfute suffisamment la prétendue vision par le creux de l'estomac ou par le bout des doigts dans l'état qu'on appelle magnétisme animal. Quand bien même la peau de la région épigastrique et des doigts aurait la faculté de sentir la lumière, ce qu'elle n'a pas, il n'y aurait cependant point encore pour elle possibilité de voir, puisqu'il n'existerait aucun appareil capable de reporter la lumière venant des différens points $a, b, c, d, \dots n$ d'un objet aux points $a, b, c, d, \dots n$ de la surface sentante. Or,

sans de tels appareils, le creux de l'estomac et les doigts, fussent-ils même aptes à sentir la lumière, ne pourraient que distinguer le jour de la nuit. Mais comme ces parties n'ont point la capacité de sentir la lumière, et comme il n'y a pas de sensation qui puisse se déplacer, un individu plongé dans ce qu'on appelle l'état magnétique ne saurait, dans aucun cas, distinguer, même vaguement, le jour de la nuit, à l'aide de ses doigts ou de sa région épigastrique, et s'il y parvient, ce n'est qu'au moyen de ses yeux, auxquels il est si difficile, même en les bandant, d'enlever la faculté de voir le jour, qui peuvent même très-bien apercevoir les objets au dessous du bandeau, comme ont dû s'en convaincre tous ceux qui se sont amusés au jeu de colin-maillard. Qu'on se couche horizontalement, comme le sont les individus plongés dans le prétendu sommeil magnétique, et un bandeau placé sur les yeux n'empêchera pas qu'on voye par dessous l'étendue tout entière d'une chambre. Quel est le médecin instruit qui pourrait ajouter foi à de pareils contes? Du point de vue scientifique, on conçoit qu'une personne qui dort ait des visions semblables à celles qu'on éprouve quelquefois, les yeux fermés, avant de s'endormir; car les nerfs optiques peuvent être sollicités à sentir par une cause interne, tout aussi bien que par des causes extérieures. Tant que les magnétisés n'accusent rien autre chose que les symptômes nerveux ordinaires qui s'observent dans d'autres maladies nerveuses, tout est croyable; mais dès qu'ils se donnent pour voir avec les yeux bandés, ou avec les doigts, ou avec l'estomac, pour distinguer ce qui se passe dans la maison voisine, ou pour faire des prophéties, de pareilles jongleries ne méritent aucun égard, et, au lieu d'admirer niaisement, il faut crier tout haut au mensonge, à la déception.

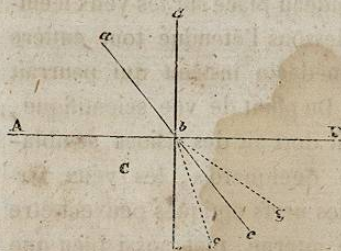
II. Conditions physiques de la production des images par des milieux réfringens.

L'importance de la théorie de la réfraction de la lumière

pour celle de la vision chez l'homme et les animaux, dont les organes visuels sont fondés sur l'emploi que la nature y a fait des moyens réfringens, m'impose l'obligation de rappeler ici les principaux points de cette doctrine, pour l'exposition complète de laquelle je renvoie d'ailleurs aux écrits de Porterfield, de Priestley, de Fischer, de Biot, de Kunzek et de Brandes.

Lorsque des rayons lumineux passent d'un espace vide dans un corps transparent, ou d'un milieu moins dense dans un autre qui l'est davantage, s'ils tombent perpendiculairement sur la surface du second milieu, ils continuent de cheminer en ligne droite; mais si leur incidence est oblique, ils changent de direction, et, tout en continuant de suivre le prolonge-

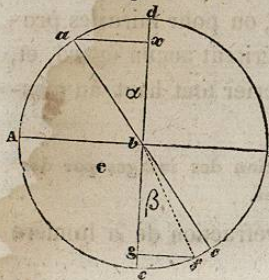
Fig. 9.



ment du plan d'incidence, ils se rapprochent de la perpendiculaire. Ainsi AB étant le plan d'incidence du milieu plus dense, c, le rayon ab au lieu de suivre la direction bc, se rapprochera de la perpendiculaire de, et marchera dans la nouvelle direction bf.

Si, au contraire, le rayon passe obliquement d'un corps transparent dans un espace vide, ou d'un milieu plus dense dans un autre qui le soit moins, il s'écarte de la perpendiculaire, et au lieu de la direction bc, suit celle bg.

Fig. 10.



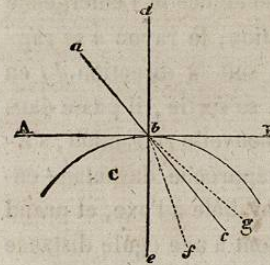
Le rayon incident, le rayon réfracté et le fil à plomb se trouvent d'ailleurs dans le même plan. Si nous appelons *angle d'incidence* l'angle compris entre le rayon incident ab et la perpendiculaire db, et *angle de réfraction* celui qui est compris entre le rayon réfracté bf et la penpen-

diculaire be, ax est le sinus du premier, et fy celui du second. L'expérience a appris que quand les deux milieux restent les mêmes, le sinus de l'angle d'incidence a est au sinus de l'angle de réfraction β , dans un rapport constant, quelque grande ou petite que soit l'inclinaison du rayon incident à l'égard du milieu réfringent. Le rapport de réfraction des deux milieux est donc exprimé par $\frac{\sin. a.}{\sin. \beta.}$ Ce ne sont pas les

angles, mais seulement les sinus des angles qui ont entre eux ce rapport constant sous toutes les incidences possibles pour les mêmes milieux: cependant, tant que les angles sont petits, comme le sont ceux des rayons centraux des lentilles, on ne commet pas une erreur notable en regardant aussi le rapport des angles comme constant. Le rapport de réfraction de l'air et de l'eau est $\frac{4}{3}$; celui de l'air et du verre commun $\frac{3}{2}$. Du reste, le pouvoir réfringent des corps ne dépend pas seulement de leur densité, mais encore de leur combustibilité.

La surface de milieu réfringent pouvant, lorsqu'elle est courbe, être regardée comme composée d'une infinité de surfaces planes, quand le rayon lumineux ab tombe sur le milieu c,

Fig. 11.



dont la surface est courbe, la tangente AB peut être considérée comme plan d'incidence, et le fil à plomb, dont le rayon lumineux se rapproche en traversant le milieu réfringent, est ici la perpendiculaire de, qui rencontre la tangente au point de contact de la courbe. Ainsi le rayon ab se rapprocherait de la perpendiculaire de, et suivrait la direction bf, en traversant un milieu plus dense, tandis qu'en passant à travers un milieu moins dense, il s'écarterait de la perpendiculaire de, et prendrait la direction bg.

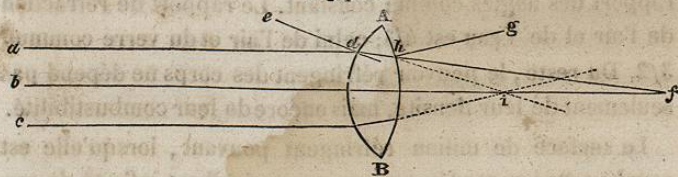
Il importe, pour la théorie de la vision, de connaître les

Il importe, pour la théorie de la vision, de connaître les

lois de la réfraction de la lumière dans les lentilles sphériques; car ces corps sont susceptibles, en certaines circonstances, de réunir de nouveau en un point les rayons lumineux qui émanent, en s'écartant, d'un autre point, et de projeter par-là une image de ce dernier.

Lorsque des rayons lumineux parallèles, ou provenant d'un point lumineux placé à une distance infinie, tombent sur une surface réfringente plane, s'ils frappent obliquement cette dernière, ils éprouvent bien une réfraction, mais leur parallélisme ne change point. Quand, au contraire, c'est sur une lentille à surface sphérique qu'ils tombent, ils sont rassemblés, c'est-à-dire amenés à une direction convergente.

Fig. 12.

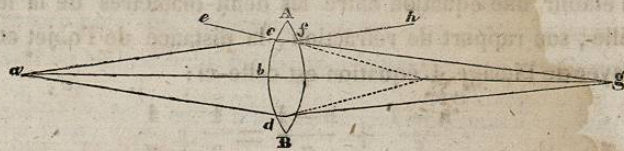


a , b , c sont des rayons lumineux parallèles; b correspondant à l'axe de la lentille AB, il la traversera sans être réfracté; mais les deux autres, dont l'incidence et l'émergence sont obliques, éprouvent une réfraction; le rayon a se rapproche de la perpendiculaire cd , et suit la direction df en traversant la lentille; mais comme, à sa sortie, il passe dans un milieu moins dense, il subit une nouvelle réfraction, s'écarte de la perpendiculaire hg , se rapproche davantage encore, par conséquent, du rayon b parallèle à l'axe, et prend la direction hi . Si les rayons a et c sont à une égale distance du rayon b , la réfraction de c sera la même absolument que celle de a , c'est-à-dire qu'après leur sortie de la lentille les deux rayons couperont le rayon b en un point quelconque i , que les trois rayons seront réunis sur ce point, et qu'au-delà ils s'écartent de nouveau les uns des autres. Or, comme ce qui est vrai de a et de c doit l'être également de tous les

rayons parallèles, séparés du rayon parallèle à l'axe par une même distance, qui tombent avec lui sur la lentille, tous ces rayons se couperont au point commun i , qu'on nomme le foyer de la lentille. La distance du foyer des rayons parallèles à la lentille dépend du pouvoir réfringent de la substance dont celle-ci est formée, et de la convexité de ses deux faces; il doit être d'autant plus rapproché que, toutes choses égales d'ailleurs, les deux faces sont plus convexes.

Si les rayons viennent du foyer de la lentille, ils éprouvent, en traversant celle-ci, une réfraction telle qu'après leur émergence ils prennent une direction parallèle les uns aux autres. De ce théorème et du précédent, il suit déjà que quand les rayons lumineux proviennent d'un point qui est plus éloigné de la lentille que le foyer, mais sans se trouver toutefois à une distance infinie, ils ne peuvent arriver à se réunir ni au foyer de la lentille, ni à une distance infinie. Leur point de réunion est alors placé entre le foyer et l'éloignement infini; plus le point lumineux est voisin du foyer, plus le point de réunion des rayons est éloigné au-delà de la lentille, et plus ils se rapprochent du parallélisme; plus, au contraire, le point lumineux est distant du foyer, plus la distance du point de réunion des rayons diminue, jusqu'à ce qu'enfin, quand la distance du point lumineux est devenue infinie et les rayons parallèles, la réunion de ceux-ci tombe au foyer de la lentille.

Fig. 13.



Soit a le point lumineux placé à une distance de la lentille AB plus grande que son foyer, le rayon parallèle à l'axe ab traversera sans subir de réfraction; ac sera brisé deux fois, à

la face antérieure et à la face postérieure de la lentille; à la face antérieure, il se rapprochera de la perpendiculaire ec , et marchera dans la direction cg ; en f , il sera réfracté une seconde fois, et à son passage dans le milieu plus rare, il s'éloignera de la perpendiculaire fh , c'est-à-dire prendra la direction fi . Si $bc = bd$, la réfraction du rayon ad sera la même que celle de ac , et les deux rayons couperont au même point i celui qui est parallèle à l'axe. La même chose aura lieu pour tous les rayons du point a qui sont, comme ac et ad , à égale distance de l'axe: acd peut donc être considéré comme la périphérie d'une sphère, périphérie formée par des rayons lumineux qui se réunissent tous en i . La distance du point i à la lentille se nomme la distance de l'image, qu'il faut bien distinguer de la distance focale principale. Cette dernière est celle à laquelle se réunissent les rayons parallèles. Le foyer des rayons divergens est toujours derrière le foyer principal, et il s'éloigne d'autant plus de ce dernier, que le point radieux se trouve plus rapproché de la lentille.

La distance de l'image dépend: 1° du rapport de réfraction entre la lentille et le milieu placé au devant d'elle; 2° de la convexité des deux surfaces de la lentille, qui est exprimée par la grandeur des demi-diamètres des sphères auxquelles appartiennent les convexités; 3° de la distance de l'objet. Ces trois points étant connus, on peut, à l'aide du calcul, trouver la distance de l'image pour toute distance quelconque de l'objet. Je dois renvoyer aux traités de physique pour la manière d'établir une équation entre les demi-diamètres de la lentille, son rapport de réfraction, la distance de l'objet et le foyer de l'image. L'équation est celle-ci:

$$\frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}$$

$\frac{n}{1}$ est le rapport de réfraction, ou le rapport entre l'angle d'incidence et celui de réfraction; f et g sont les demi-diamètres

des convexités des lentilles; a est la distance du point radieux à la lentille, et a la distance cherchée du foyer de l'image. Supposons que le rapport de réfraction pour l'air et le verre soit $3/2$, les demi-diamètres de la lentille 10 et 12 lignes, et la distance du point radieux 100 lignes, on aura

$$\frac{3-1}{2} + \frac{3-1}{2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{X} \text{ ou } \frac{3}{2} - 1 \left(\frac{10}{1} + \frac{1}{12} \right) = \frac{1}{100} + \frac{1}{X}$$

De la formule $\frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}$ se déduit aussi la distance du foyer des rayons parallèles. Comme, pour les rayons parallèles, la distance du point radieux est infinie, il résulte de là que $\frac{1}{a} = 0$: donc si a est une grandeur infinie,

$\frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g} = \frac{1}{a}$, ou si l'on appelle a la distance focale des rayons divergens, le foyer principal d'une lentille est déterminé dans la formule $\frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g} = \frac{1}{p}$.

En combinant la formule pour la distance de l'image $\frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}$ et la formule pour la distance focale principale $\frac{n-1}{f} + \frac{n-1}{g} = \frac{1}{p}$, on obtient une formule plus simple encore pour les déterminations optiques. Car comme le premier terme des deux équations est le même, il s'ensuit que $\frac{1}{p} = \frac{1}{a} + \frac{1}{a}$. Ici p est la distance focale principale de la lentille, a la distance du point radieux, a la distance focale de l'image, et l'on peut d'après la distance focale principale de la lentille et la distance du point radieux trouver sans peine

la distance focale de l'image pour chaque distance du point radieux. De la dernière équation il suit que $a = \frac{ap}{a-p}$.

On trouve donc la distance focale de l'image d'un point radieux en divisant le produit de la distance de l'objet à la lentille et du foyer principal de cette dernière par la différence de l'une à l'autre.

Si la paroi qui reçoit l'image ne se trouve pas à la distance focale, au lieu de la représentation du point radieux, on a celle d'un cercle de dispersion, ou d'un segment de cône lumineux, et le résultat sera le même, que la paroi destinée à recevoir l'image soit située en avant ou en arrière du foyer. Dans le premier cas, les rayons du cône lumineux ne se sont point encore réunis, et dans le second les rayons, après s'être réunis, se sont écartés de nouveau en forme de cône.

Jusqu'ici la réfraction des lentilles n'a été examinée que dans le cas où l'objet est un point radieux. Mais si cet objet a de l'étendue, et si ses points radieux sont situés sur un plan perpendiculaire au prolongement de l'axe de la lentille, leur image se trouve également projetée sur un plan, mais en sens inverse. Soit $\alpha\beta$ l'objet, le cône lumineux parti de α est amené

en α par la réfraction, celui qui part de β l'est également en β , et tous les autres le sont dans le même ordre. L'image représente l'objet renversé; le haut se trouve en bas, le bas en haut, la droite à gauche, la gauche à droite, mais la situation relative des diverses parties demeure absolument la même. Le rayon médian du cône lumineux $\alpha\alpha$ et $\beta\beta$ s'appelle le rayon principal, parce qu'il ne change pas, ou presque pas, comme le rayon d'un point lumineux qui est parallèle à l'axe de la lentille. Les autres rayons du cône convergent vers lui après la réfraction,

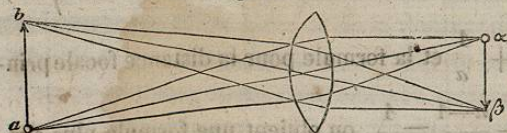


Fig. 14.

et l'image du point se projète donc toujours dans la direction du rayon principal, de sorte que ce rayon détermine la situation du point dans l'image, et que les rayons principaux des cônes lumineux de chaque point déterminent la grandeur de l'image.

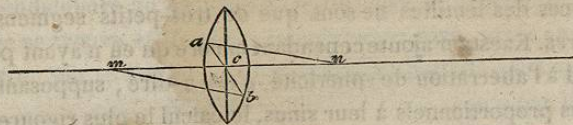
On trouve par le calcul les endroits où se réunissent les rayons des points écartés de l'axe, et de leur détermination il résulte que quand le point situé hors de l'axe en est voisin, de manière que les rayons tombant sur la lentille ne fassent que de petits angles avec l'axe, les divers points de l'image sont placés dans un plan droit parallèle à l'objet.

Grégory prétendait avoir remarqué qu'avec une lentille sphérique, l'image d'une figure située perpendiculairement sur l'axe n'est point plane, mais qu'elle décrit une courbe dont la concavité regarde le verre, et qu'il faut, pour avoir une image plane, que les surfaces du verre aient la forme d'un segment de cône. Priestley accorde le fait, mais répond que l'erreur qui en résulte est insignifiante, parce que les surfaces des lentilles ne sont que de très-petits segments de sphères. Kaestner ajoute cependant encore qu'en n'ayant point égard à l'aberration de sphéricité, c'est-à-dire, supposant les angles proportionnels à leur sinus, le calcul le plus rigoureux, exécuté d'après cette supposition, ne fait découvrir aucune courbure dans l'image d'un figure plane. C'est, du reste, un fait expérimental que le parallélisme du plan de l'image et du plan de l'objet, quand celui-ci a une direction perpendiculaire à l'axe de la lentille. Il n'est pas non plus difficile d'en donner la preuve mathématique pour une image de peu d'étendue: on la trouve dans les traités détaillés de physique.

Les deux surfaces d'une lentille étant parallèles, ou à peu de chose près, au voisinage de l'axe, les rayons qui traversent obliquement cet axe, ne s'écartent point, à leur sortie, de la direction qu'ils avaient à leur entrée, quand leur immersion et leur émergence ont lieu dans la partie parallèle

des deux surfaces de la lentille. Leur réfraction se comporte de même que quand des rayons traversent obliquement une plaque de verre à faces parfaitement parallèles. Le rayon s'écarte autant de la perpendiculaire, à sa sortie, qu'il s'en était rapproché à son entrée, de sorte qu'il ne change pas de direction. Aussi le rayon médian d'un cône lumineux médiocrement oblique qui traverse le milieu de l'axe de la lentille doit-il être considéré comme ne changeant pas de direction et déterminant celle de l'image que projette un point situé hors de l'axe de la lentille. Du reste, le point par lequel les rayons doivent passer pour ne pas éprouver de réfraction, n'est pas exactement le centre de l'axe de la lentille, à cause de la convexité différente des surfaces; il s'en écarte soit en avant, soit en arrière; le cas dans lequel les deux faces ont des demi-diamètres égaux est le seul où ce point coïncide avec le centre de l'axe. On appelle ce point centre optique de la lentille. Soit n le centre de la surface antérieure de la lentille, c'est-à-

Fig. 15.

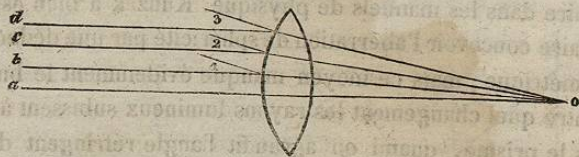


dire de la sphère à laquelle celle-ci appartient, m celui de la surface postérieure, et a un point arbitrairement choisi de la surface antérieure: an est le rayon de cette surface; supposons que la ligne mb tirée du centre de l'autre surface m soit parallèle à an ; la ligne ab coupe l'axe de la lentille en c , et c est le centre optique de la lentille. Car, an et mb étant parallèles, les angles nab et mba sont égaux. Si ab est un rayon de lumière, l'angle qu'il forme avec la perpendiculaire an est égal à l'angle qu'il forme avec la perpendiculaire mb . L'angle d'incidence de l'air dans le verre se comporte à l'égard de l'angle de réfraction nab , tout comme l'angle de réfraction du verre dans l'air à l'égard de l'angle d'incidence mba ; par

conséquent, le rayon demeure parallèle à son immergence et à son émergence, et il doit être considéré comme n'ayant point été réfracté. Si la lentille est biconvexe, mais à convexités inégales, le centre optique est plus rapproché de la surface la plus convexe.

Nous n'avons eu égard jusqu'à présent qu'à la réfraction des rayons qui traversent le milieu de la lentille; il faut examiner maintenant la manière dont se comportent ceux qui traversent le bord, et quel est leur rapport avec le foyer. Quelle que puisse être la forme d'une lentille, sphérique, plan-convexe, ou biconvexe, dans tous les cas les rayons parallèles qui pénètrent en elle à une égale distance de son axe se réunissent au même point; car leurs angles d'incidence et de réfraction sont égaux. De même, quand l'axe d'un cône lumineux passe par l'axe d'une lentille, ceux de ses rayons rencontrant celle-ci en cercle qui la traversent à une égale distance de son axe, se réunissent toujours en un point. Mais comment se comportent les autres rayons du cône? Sont-ils admis aussi dans le même point de réunion, ou y en a-t-il un autre pour eux? Pour que les rayons parallèles a, b, c, d , se réunissent

Fig. 16.



au foyer o , il faut que leurs réfractions croissent en proportion de leur distance à l'axe de la lentille. En effet, les angles d'incidence 1, 2, 3 croissent proportionnellement à la distance qui sépare les rayons b, c, d de l'axe a . Il est donc nécessaire, pour que des rayons parallèles se réunissent en un foyer, que le corps réfringent présente des surfaces courbes.

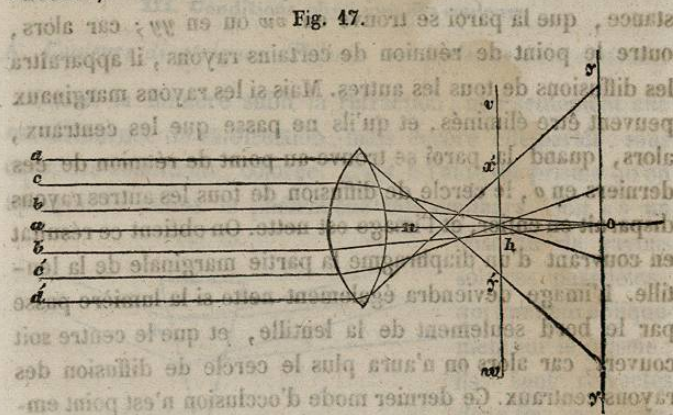
Il reste à savoir suivant quelle proportion les angles de réfraction des rayons parallèles doivent croître depuis l'axe

jusqu'au bord de la lentille pour pouvoir se réunir en un seul point, ou, en d'autres termes, de quelle espèce doivent être les courbes des surfaces de la lentille pour que ce but soit atteint. L'expérience et le calcul font voir que les surfaces sphériques des lentilles ne remplissent point complètement l'objet, et que les courbes nécessaires pour opérer une réunion parfaite des rayons lumineux en un point s'écartent de la forme sphérique. Mais on ne peut point obtenir, par l'usure, des lentilles sans surfaces sphériques. Lorsque les surfaces de ces instrumens ont une forme sphérique, la réfraction des rayons marginaux croît avec plus de rapidité qu'il ne le faudrait pour que la réunion de tous les rayons centraux et marginaux pût s'effectuer sur un seul point. C'est ce qu'on appelle l'aberration de sphéricité. Les points de réunion sont différens pour tous les cercles de rayons, depuis le centre jusqu'au bord, et ces points se reportent d'autant plus en avant, vers la lentille, que les cercles deviennent plus larges, ou qu'il passe plus de rayons marginaux.

Je ne connais aucune preuve mathématique de ce phénomène qui soit facile à comprendre; c'est pourquoi je me suis borné à l'exposer empiriquement, comme on a coutume de le faire dans les manuels de physique. Kunzek a bien essayé de faire concevoir l'aberration de sphéricité par une déduction géométrique; mais ce moyen manque évidemment le but. Il montre quel changement les rayons lumineux subissent à travers le prisme, quand on agrandit l'angle réfringent de ce dernier; puis il ajoute qu'une lentille sphérique doit être considérée comme un prisme dont l'angle réfringent, nul à l'axe, s'accroît symétriquement de chaque côté de l'axe jusqu'au bord de la lentille. Or comme le rayon lumineux qui traverse un prisme se trouve dévié d'autant plus de sa direction primitive que l'angle réfringent du prisme grandit, et comme la lentille est un prisme dont l'angle réfringent va en augmentant depuis l'axe jusqu'aux bords, il s'ensuit que les rayons

qui rencontrent la lentille à une plus grande distance de l'axe doivent être plus détournés de leur direction, et qu'en conséquence ils coupent l'axe plus tôt que ne le font les rayons centraux. La conclusion ne ressort nullement de toute cette déduction; car, dans le cas aussi de réunion complète, tant des rayons centraux que des rayons marginaux, en un seul point, les angles d'écartement des rayons de leur direction doivent également croître jusqu'au bord; en effet, s'ils ne croissaient pas, les rayons incidens parallèles éprouveraient bien une réfraction, mais ils continueraient de marcher parallèlement sans changer de direction, c'est-à-dire que la lentille serait alors un prisme, dont les angles de réfraction ne croissent pas vers le bord, mais demeurent les mêmes; elle ne serait point une lentille, mais un simple prisme. C'est de ce mode seul d'accroissement, ou de la forme de la courbe, qu'il dépend que les rayons marginaux et les rayons centraux se réunissent ou non en un point.

Il suffit, pour notre but, d'en rester au fait empirique que les rayons marginaux d'une lentille à surfaces sphériques se réunissent plus près que les rayons centraux. Dans la figure suivante,



les rayons d, c, b, a, b', c', d' sont parallèles. Comme les rayons

b et b' sont placés à une égale distance de l'axe a , et que la réfraction est très-faible au voisinage de l'axe, ce sont eux qui coupent l'axe à la plus grande distance de la lentille, au point o . Les rayons c et c' , qui sont plus éloignés de l'axe, se réuniront et se croiseront en h . Enfin les rayons d et d' , qui sont les plus distans de cet axe, se réuniront et se croiseront en n . S'il se trouve en o une surface qui reçoive la lumière, il s'y formera non seulement le foyer des rayons centraux, mais encore un cercle diffus de tous les autres rayons qui ont leur foyer non en o , mais en h , en n , et autres points de l'axe ao ; yy sera le diamètre de ce cercle de diffusion. Si la paroi est placée en h , on y verra paraître le foyer des rayons c et c' , avec le foyer de diffusion $x'y'$ etc.

Si les rayons d, c, b, a, b', c', d' , au lieu d'être parallèles, constituent la base d'un cône lumineux éloigné à l'infini, il n'y a pas non plus de réunion en un seul point, et l'on apercevra sur la paroi, outre un point de réunion déterminé de certains rayons, les cercles de diffusion des autres rayons. Si les rayons peuvent tomber à la fois sur la partie centrale et sur la partie marginale de la lentille, les cercles de diffusion seront naturellement plus grands qu'en toute autre circonstance, que la paroi se trouve en vw ou en yy ; car alors, outre le point de réunion de certains rayons, il apparaîtra les diffusions de tous les autres. Mais si les rayons marginaux peuvent être éliminés, et qu'ils ne passent que les centraux, alors, quand la paroi se trouve au point de réunion de ces derniers en o , le cercle de diffusion de tous les autres rayons disparaît en entier, et l'image est nette. On obtient ce résultat en couvrant d'un diaphragme la partie marginale de la lentille. L'image deviendra également nette si la lumière passe par le bord seulement de la lentille, et que le centre soit couvert, car alors on n'aura plus le cercle de diffusion des rayons centraux. Ce dernier mode d'occlusion n'est point employé dans les instrumens d'optique, parce que l'aberration

au bord nuit davantage; mais tous ces instrumens doivent être pourvus de diaphragmes pour donner des images nettes.

Lorsque l'ouverture du diaphragme est très-petite, il peut naître de l'inflexion de la lumière au bord de celui-ci, des phénomènes nouveaux et particuliers, qui changent notablement la forme et la clarté de l'image.

L'aberration de sphéricité peut être diminuée, et réduite au minimum, par un changement du rapport entre les courbures des deux surfaces. Elle devient aussi petite que possible, d'après Herschel, quand le rayon de la surface postérieure de la lentille est six à sept fois plus grand que celui de la surface antérieure. En mettant deux lentilles minces en contact l'une avec l'autre, on détermine les rapports des rayons sous l'influence desquels l'aberration de sphéricité disparaît entièrement. L'accroissement de la densité d'une lentille de la circonférence au centre doit aussi diminuer l'aberration; car alors le foyer des rayons centraux se trouve raccourci et rapproché de celui des rayons marginaux, qui a moins de longueur. Les lentilles dont on a évité l'aberration sont appelées aplanatiques.

III. Conditions physiques des couleurs.

A. Couleurs dioptriques. Théorie newtonienne des couleurs.

Quand la lumière subit la réfraction, non seulement elle est détournée de sa direction, mais encore elle paraît, sous certaines conditions, colorée. C'est à l'aide du prisme qu'on aperçoit le mieux le phénomène des couleurs. Soit ab un

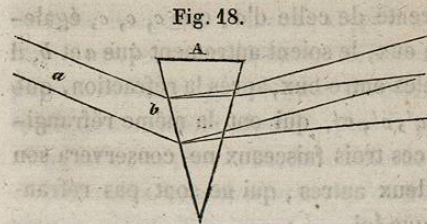


Fig. 48.

faisceau de rayons solaires parallèles, qui tombent obliquement sur le prisme; ils sont réfractés deux fois par la surface antérieure et