environ 15 centimètres carrés, la tache jaune qui est, ainsi que nous le verrons la partie de la rétine la plus sensible à la lumière, celle sur laquelle nous faisons toujours coïncider les images de la vision distincte, n'est donc que la 1500e partie de la surface sentante.

Il résulte de ce qui précède, que la lumière qui doit arriver aux éléments sensibles de la rétine a à traverser une succession de milieux transparents qui sont, à partir d'avant en arrière : la cornée transparente, l'humeur aqueuse, le cristallin, le corps vitré et l'épaisseur même de la rétine. Mais, en traversant ces différents milieux, les rayons lumineux, émanés des objets éclairés, ne frappent pas la rétine sur le prolongement de la direction suivant laquelle ils arrivent à la surface du globe oculaire. La physique nous apprend que, lorsqu'un rayon de lumière traverse un corps transparent, ce rayon se dévie de sa direction. Il ne poursuit sa marche primitive que dans deux circonstances : 1° lorsque le rayon lumineux tombe perpendiculairement sur la surface du milieu transparent; 2° lorsque le milieu transparent dans lequel il s'engage présente une *réfrangibilité* semblable à celle du milieu d'où il vient. Or, ces deux conditions, qu'on peut réaliser par l'expérience, en recevant des rayons parallèles de lumière sur des surfaces planes, ou en leur faisant traverser des milieux d'une réfrangibilité semblable, n'existent point pour les milieux transparents de l'œil. Le globe de l'œil est terminé en avant, c'est-à-dire au point où la lumière vient le frapper, par une surface courbe, de telle sorte que la plupart des rayons qui viennent frapper cette surface la rencontrent sous des incidences plus ou moins obliques. En second lieu, les différents milieux transparents solides et liquides de l'œil ont une réfrangibilité supérieure à celle de l'air atmosphérique, d'où procèdent tous les rayons de lumière qui arrivent à l'œil; bien plus, cette réfrangibilité varie dans les divers milieux transparents de l'œil.

Or, comment les rayons de lumière qui arrivent à la surface de la cornée sont-ils déviés? Quelle est leur marche dans l'intérieur du globe de l'œil? Où s'arrêtent-ils définitivement? Ces diverses questions supposent, pour être résolues, la connaissance de quelques lois fondamentales de physique qu'il faut d'abord rappeler.

§ 270.

De la réfraction. — Propriétés des prismes. — Propriétés des lentilles. — Lorsque des rayons lumineux passent obliquement d'un milieu dans un autre milieu, ils changent de direction, tout en restant dans le plan d'incidence. Ils se rapprochent de la perpendiculaire élevée au point d'incidence, quand le milieu dans lequel ils entrent est plus réfrangible que le milieu d'où ils sortent; ils s'en éloignent, au contraire, si le milieu dans lequel ils entrent est moins réfrangible que le milieu d'où ils viennent. Ce phénomène de déviation des rayons lumineux porte le nom de *réfraction*. Ainsi, par exemple, lorsque le rayon de lumière r (Voy. fig. 206), entre de l'air dans l'eau, au lieu de suivre sa direction primitive r', il se rapproche de la perpendiculaire (ou normale) P élevée au point d'incidence o, et il prend la direction or''.

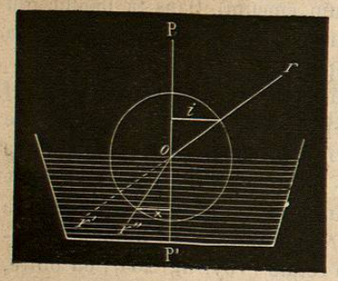

Fig. 206.

Si nous appelons angle d'incidence l'angle roP compris entre le rayon incident r et la perpendiculaire P élevée au point d'incidence, et si nous appelons angle de réfraction l'angle $P'or''$ compris entre le rayon réfracté et la perpendiculaire au point d'incidence, nous pouvons à volonté faire varier l'inclinaison du rayon incident sur la surface du milieu réfringent : le rapport qui existe entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction croît comme le sinus de l'angle d'incidence et diminue comme lui [1].

Ainsi, par exemple, soit un rayon lumineux qui passe de l'air dans l'eau ; pour une inclinaison donnée du rayon incident, le sinus de l'angle d'incidence est 4 et le sinus de l'angle de réfraction 3 ; pour une inclinaison plus grande du rayon incident, le sinus de l'angle d'incidence étant 8, le sinus de l'angle de réfraction sera 6. Chacun des termes de la fraction augmentant et diminuant dans les mêmes proportions à mesure qu'on fait varier l'incidence, le rapport reste invariablement le même. Dans l'exemple que nous avons choisi, 4/3 est devenu 8/6, or 8/6 égale 4/3 : le rapport des sinus n'est donc pas changé. C'est à ce rapport *invariable* entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction qu'on a donné le nom d'*indice de réfraction*. L'indice de réfraction de l'eau est par conséquent 4/3, ou, en chiffres décimaux, 1,33. On conçoit comment on parvient, en faisant successivement passer un rayon de lumière dans les divers corps transparents, à mesurer leurs indices de réfraction. Il y a dans ces diverses déterminations un milieu commun, qui est l'air; par conséquent ces divers rapports sont parfaitement comparables entre eux.

Lorsque la lumière traverse de part en part un corps réfringent à faces parallèles, les rayons qui sortent du corps, ou les rayons réfractés, suivent une direction parallèle à celle des rayons incidents. Soit, en effet, MN une masse de verre à faces parallèles (Voy. fig. 207) ; le rayon r pénètre dans cette masse sous une certaine incidence et, en la traversant, *se rapproche* de la perpendiculaire P élevée au point d'incidence a. En sortant du verre, le rayon réfracté r' *s'éloigne* de la perpendiculaire P' élevée au point d'émergence b, d'une quantité précisément égale. L'angle formé par le rayon incident avec la perpendiculaire au point d'incidence est égal à l'angle formé par le rayon émergent avec la perpendiculaire au point d'émergence ; donc ces deux rayons sont parallèles.

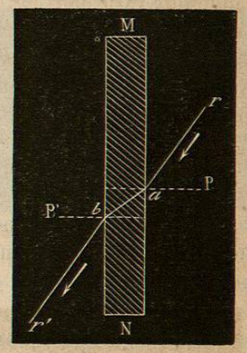

Fig. 207.

L'écartement parallèle entre le rayon émergent et le rayon incident devient plus grand à mesure que la masse réfringente à faces parallèles augmente d'épaisseur. Si la masse de verre était très peu épaisse, l'écartement serait presque réduit à zéro, et la direction du rayon émergent coïnciderait presque avec celle du rayon incident. Lorsque le rayon incident arrive dans une direction presque perpendiculaire à la surface réfringente, le rayon réfracté, qui sort

[1] Le sinus de l'angle d'incidence est mesuré (fig. 206) par la perpendiculaire i abaissée du rayon incident sur la normale PP'. Le sinus de l'angle de réfraction est mesuré par x, perpendiculaire abaissée du rayon réfracté sur la normale PP'.

parallèlement de l'autre côté du corps réfringent, est très peu distant du rayon incident. Pour de faibles obliquités du rayon incident on peut même admettre que le rayon émergent est *sensiblement* sur le prolongement du rayon incident.

Toutes les fois que la lumière traverse de part en part un milieu réfringent dont les faces d'incidence et d'émergence ne sont pas parallèles, le rayon émergent éprouve une déviation angulaire plus ou moins considérable. Soit un prisme de verre ou d'eau M (Voy. fig. 208); le rayon *r* réfracté au point d'incidence *a*, se rapproche de la perpendiculaire P et traverse le prisme suivant *ab*. Au point d'émergence *b*, il s'éloigne de la perpendiculaire P' et suit enfin la direction *r'*. Le rayon *r* éprouve par conséquent, sur chacune des faces du prisme, une déviation *dans le même sens*, et sa direction définitive se trouve considérablement modifiée. Cette propriété du prisme explique pourquoi, lorsqu'on voit les objets à travers un prisme dont la base est placée en bas, ces objets paraissent relevés. En effet, supposons un objet placé au point *r* (Voy. fig. 208) et qu'on regarde à travers le prisme, l'œil étant placé en *r'*. Cet objet sera vu suivant la projection du rayon *r'*, et par conséquent rapporté au point *o*. Quand on regarde les objets à travers un prisme dont le sommet est dirigé en bas, les objets paraissent, au contraire, abaissés. Il suffit, pour s'en convaincre, de retourner la figure 208.

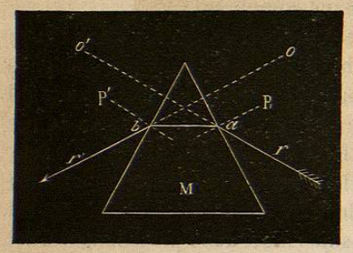

Fig. 208.

Lorsque la surface du milieu réfringent est convexe, on peut la considérer comme composée d'une infinité de petites surfaces planes, dont toutes les perpendiculaires aux plans d'incidence passeraient par le centre de la sphère, à supposer que la surface convexe fût un segment de sphère. Or, il est facile de concevoir que, quelle que soit l'inclinaison des rayons qui, partis d'un point lumineux, tombent sur une surface réfringente de cette nature, ces rayons doivent tendre à se rapprocher du centre. Mais ce rapprochement serait peu considérable, et la réunion en un même lieu des différents rayons émanés de la source lumineuse ne pourrait s'opérer qu'à une assez grande distance en arrière du corps transparent, si celui-ci était terminé à sa face postérieure par une surface plane.

Un milieu transparent, compris entre deux surfaces sphériques convexes en sens opposé, est bien plus propre à concentrer en un même point les divers rayons émanés d'une source lumineuse située en avant de lui. Un corps semblable porte le nom de *lentille*, et le point où il fait converger les rayons qui le traversent porte le nom de *foyer*. Une simple figure fera comprendre cette propriété des lentilles (Voy. fig. 209).

Soit *b* un point lumineux placé en avant d'une lentille. Parmi les rayons lumineux que le point *b* envoie dans toutes les directions, prenons le rayon *bc*. Arrivé au point *c*, ce rayon rencontre la lentille suivant une certaine incidence. En pénétrant dans le verre, dont la réfrangibilité est plus grande que celle de l'air, le rayon *bc* se rapprochera de la perpendiculaire au point d'incidence *no*. Sa direction primitive, qui était *bc*, deviendra *ce*. Le rayon *ce*, arrivé au point

d'émergence *e*, passe du verre dans l'air. La réfrangibilité de l'air étant moins grande que celle du verre, le rayon s'éloignera de la perpendiculaire au point d'émergence *n'o'*, et il prendra la direction *ef*. Tout autre rayon se comporterait de la même manière. Le point *f*, placé sur le prolongement de l'axe de la

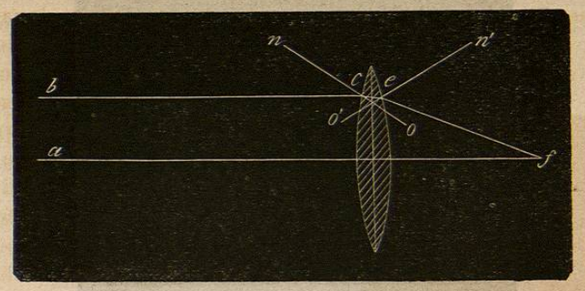

Fig. 209.

lentille, est le foyer où tous ces rayons viendraient converger. Quant aux rayons qui s'engagent, suivant l'axe de la lentille, dans la direction *af* ou dans des points infiniment rapprochés de cet axe, comme alors l'angle d'incidence est nul, l'angle de réfraction est nul également; par conséquent, ils ne sont point déviés, et ils suivent la direction primitive.

A l'aide d'expériences très simples, ou par le calcul, on démontre que la position du foyer des lentilles, c'est-à-dire le point où viennent converger les rayons émanés d'un point lumineux, varie avec la distance de la source lumineuse. Pour un point lumineux éloigné de la lentille d'une quantité infinie, et dont les rayons arrivent, par conséquent, à la lentille suivant une direction parallèle, le lieu de leur rencontre pour une lentille biconvexe (la seule dont nous nous occupions ici) se nomme *foyer principal;* il est invariable (en E, fig. 210). Pour tous les points lumineux non situés à l'infini, il y a de l'autre côté de la lentille formation d'un foyer qui s'éloigne d'autant plus de la lentille que le point lumineux se rapproche davantage. Lorsque le point lumineux arrive à une distance égale à celle du foyer principal, les rayons qui sortent de l'autre côté de la lentille ne se rencontrent plus, ils deviennent parallèles, ou, en d'autres termes, ils ne se rencontrent qu'à l'infini. C'est également ce que montre la figure 210.

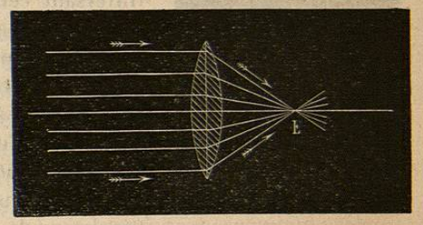

Fig. 210.

Les lentilles jouissent encore d'une propriété que nous devons rappeler, et dont il est facile de se rendre compte par une simple construction géométrique; c'est que tout rayon incident, quelle que soit son incidence, *lorsqu'il passe par le centre d'une lentille biconvexe*, sort de la lentille parallèlement à lui-même, et se comporte, par conséquent, comme s'il avait traversé un corps réfringent à faces parallèles. Soient, en effet, une lentille (Voy. fig. 211), *c* et *c'* les centres de courbure de chacune des faces de cette lentille. Menons des centres de

courbure c et c', les rayons cg' et $c'g$, de manière que ces rayons soient parallèles entre eux. Supposons en P un plan tangent à la lentille (par conséquent perpendiculaire à $c'g$); supposons en P' un autre plan tangent à la lentille (par

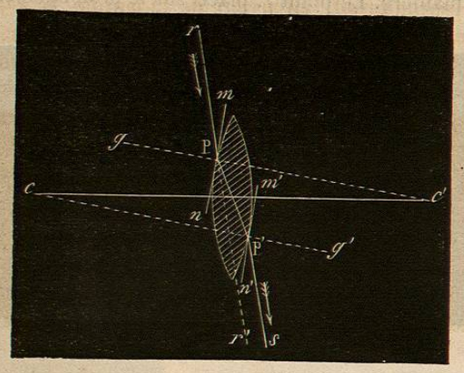

Fig. 211.

conséquent perpendiculaire à cg'); ces deux plans seront donc parallèles entre eux. Or, le rayon lumineux rs entrant et sortant de la lentille par deux points placés sur deux plans parallèles, ce rayon sortira de la lentille parallèle à lui-même (Voy. fig. 211).

Vu la faible épaisseur des lentilles, on peut négliger la petite déviation parallèle des rayons; tout rayon qui passe par le *centre optique* d'une lentille peut donc être considéré comme traversant cette lentille en ligne droite. Ainsi, par exemple, on admet que les rayons a, b, c, d (Voy. fig. 212), qui passent par le *centre optique* o de la lentille MN sont transmis de l'autre côté de la lentille, en a' b' c' d', sans déviation sensible. Nous reviendrons plus d'une fois sur ce principe.

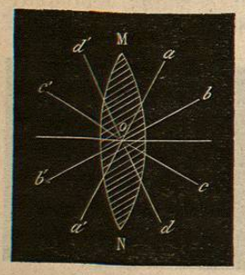

Fig. 212.

Le *centre optique* des lentilles est toujours situé sur leur axe, mais il n'est pas toujours au centre de l'épaisseur de la lentille. Le centre optique ne correspond mathématiquement au centre de l'épaisseur des lentilles, que dans les lentilles biconvexes dont les rayons de courbure de chacune des faces sont égaux. Lorsque les faces de la lentille ont des rayons de courbure différents, le centre optique est plus rapproché de la surface de la lentille dont le rayon de courbure est plus petit.

§ 271.

De la formation des images. — Jusqu'ici nous n'avons envisagé le pouvoir réfringent des lentilles que dans le cas supposé où la source de lumière est un simple point lumineux. Si l'objet éclairé a une certaine étendue, les rayons lumineux envoyés par chacun des points de cet objet viennent se projeter en arrière de la lentille, de manière à représenter exactement les divers points de cet objet et à en reproduire l'image. Supposons, en effet, deux points pris sur

un corps quelconque, AB (Voy. fig. 213) : chacun de ces deux points rayonne en tous sens dans l'espace ; mais les seuls rayons dont nous ayons à nous occuper sont ceux compris dans l'aire de la lentille MN. Ce sont les seuls qui, étant réfractés, reproduiront, en arrière de la lentille, la représentation des points d'où ils émanent. Chacun des points A et B enverra à la lentille un faisceau de lumière, dont le sommet est au point lumineux, et dont la base est à

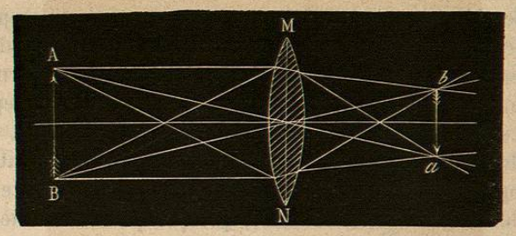

Fig. 213.

la lentille. Les rayons, que chaque point lumineux envoie à une lentille *circulaire*, représentent, par conséquent, un véritable *cône* lumineux. Chacun des rayons de ces cônes sera réfracté suivant les lois que nous avons précédemment établies ; et ces cônes viendront se réunir en foyers distincts, de telle sorte que chaque foyer correspondra à chacun des points lumineux primitifs. Ce que nous disons de deux points lumineux, nous pouvons l'étendre à un nombre infini de points pris sur le corps AB. Ces divers points, reproduits en arrière de la lentille, donneront, en résumé, l'image du corps lui-même.

En examinant la figure 213, on remarquera que les cônes de lumière MAN, MBN, émanés des points lumineux AB, correspondent aux cônes réfractés M*a*N, M*b*N, dont la base est à la lentille et les sommets aux points correspondants de l'image ab. Or, comme chaque cône lumineux renferme un nombre *infini* de rayons, il y a quelque part, dans chacun des cônes MAN, MBN, un rayon qui passe nécessairement par le centre optique de la lentille. Ce rayon est Aa, pour le cône MAN ; Bb pour le cône MBN. Comme, d'autre part, les rayons qui passent par le centre optique ne sont déviés que d'une quantité si petite, qu'on peut la considérer comme nulle (Voyez plus haut, fig. 212), il s'ensuit que ces rayons non déviés, partis des points lumineux A, B, et arrivés aux points a, b, expriment à eux seuls la résultante de chacun des cônes lumineux qui procèdent des différents points de l'objet. Voilà pourquoi, lorsqu'on ne cherche que les résultats, on peut faire abstraction du cône lumineux considéré dans sa totalité, et ne tenir compte que du rayon de ce cône qui passe par le centre optique de la lentille et qui résume à lui seul, le cône lumineux lui-même.

On remarquera encore, en examinant la figure 213, que l'image qui se forme derrière la lentille est *renversée*, et cela est la conséquence naturelle des propriétés des lentilles et de la direction rectiligne prolongée des rayons des cônes qui passent par le centre optique de la lentille. L'inclinaison suivant laquelle ces rayons (ou axes des cônes) viennent rencontrer la lentille, se prolongeant sans déviation sensible jusqu'au terme de leur course, qui est le foyer ou l'image, il

en résulte que les points placés à la partie inférieure de l'objet occupent la partie supérieure de l'image, et *vice versa*. On conçoit également que le point placé dans l'axe même du système réfringent occupe la même position relative dans l'objet et dans l'image.

§ 272.

De l'œil considéré comme lentille. — Les milieux transparents de l'œil, pris dans leur ensemble, c'est-à-dire les parties transparentes comprises entre la convexité antérieure de la cornée et la convexité en sens opposé du corps vitré (convexité déterminée à la partie postérieure de l'œil par la forme même du globe oculaire); les milieux transparents de l'œil, dis-je, représentent un appareil lenticulaire à couches diverses, tantôt liquides, tantôt solides, mais qui, toutes, offrant une réfrangibilité supérieure à celle de l'air atmosphérique, jouent, par rapport aux rayons lumineux qui arrivent à la surface de la cornée, le rôle d'une lentille, et doivent former, quelque part en arrière d'eux, les images des objets extérieurs. Les notions précédentes trouvent ici leur application, et donnent l'explication générale des phénomènes de déviation que subissent les rayons lumineux avant d'arriver à la rétine. L'œil est, de tous points, comparable à une chambre obscure munie d'une lentille à très court foyer. De même que dans cet appareil, il se produit sur l'écran rétinien des images réelles et renversées.

Si nous entrons plus avant dans l'examen des conditions physiques de la vision, nous ne tardons pas à nous apercevoir que l'œil se distingue sous deux rapports principaux des appareils ordinaires d'optique, ou plutôt que l'œil est le plus merveilleux appareil d'optique que nous puissions imaginer.

En effet, la rétine étant la membrane sentante, celle sur laquelle doit se peindre l'image des objets, et le corps vitré étant appliqué contre la rétine, il en résulte : 1° que le foyer des rayons lumineux émanés des divers points de l'objet a eu lieu à la partie postérieure de l'appareil réfringent et pour ainsi dire sur cette surface postérieure elle-même, appliquée qu'elle est sur la surface de la rétine [1]; 2° qu'à quelque distance que soit placé l'objet sur lequel s'exerce la vision, le foyer ou l'image devant toujours se trouver sur la rétine, cela ne peut arriver que par des modifications intérieures de l'œil, c'est-à-dire par une accommodation des milieux réfringents eux-mêmes. Nous examinerons, plus loin, ces deux points avec quelques développements ; ils comprennent la partie la plus importante du problème physique de la vision.

Dans nos instruments d'optique, le foyer ne se trouve pas ordinairement à la surface postérieure de la lentille : la construction de nos lentilles biconvexes est telle, qu'il se trouve placé à une certaine distance. Si, dans l'œil humain, le foyer se trouve à la surface même des milieux transparents, cela tient à ce que la lentille, représentée par tous les éléments réfringents de l'œil, est une lentille *composée* dont les diverses couches ont des réfrangibilités différentes. La réfrangibilité la plus forte appartient au cristallin. Le cristallin, situé derrière la cornée et l'humeur aqueuse, et en avant de l'humeur vitrée, peut être considéré comme une lentille dans une autre lentille. Or, la réfrangibilité de l'humeur aqueuse, celle de la cornée et celle du corps vitré, étant

[1] Nous faisons ici abstraction de l'*épaisseur* de la rétine. Nous avons dit déjà, et nous l'établirons plus loin, que l'image impressionnante se forme à *la face postérieure* de la rétine.

sensiblement la même (Voy. § 273), le cristallin joue, par rapport aux rayons qui traversent ces trois milieux, le rôle que jouerait une lentille placée dans un milieu homogène, l'air atmosphérique, par exemple : avec cette différence, toutefois, que les rayons qui entrent dans l'œil provenant de l'air atmosphérique, la cornée et l'humeur aqueuse concourent aussi, pour leur part, à la convergence totale. Ainsi, quoique placée sur une surface extrêmement voisine de la surface postérieure de l'humeur vitrée, l'image des objets extérieurs n'est pas moins située à une certaine distance de la lentille réfringente par excellence, le cristallin ; et cette distance est mesurée par la distance qui sépare la face postérieure du cristallin du plan de la rétine, c'est-à-dire par toute l'épaisseur de l'humeur vitrée.

La formation, au fond de l'œil ou sur la rétine, de l'image des objets extérieurs, est un fait que l'on peut constater directement, en plaçant devant un

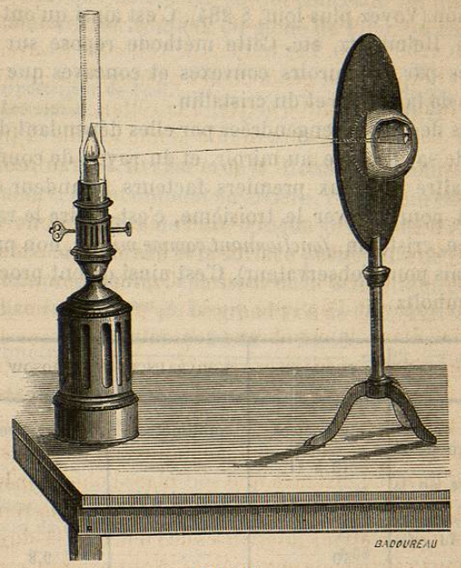

Fig. 214.

œil (dont on a enlevé une partie de la sclérotique pour lui donner plus de transparence), un corps lumineux ou un objet fortement éclairé. En examinant alors la face postérieure de l'œil, on constate directement la formation de l'image.

On enlève, par exemple, sur un œil de bœuf (qu'on vient d'extirper sur l'animal vivant), les couches superficielles de la sclérotique; puis, on l'enchâsse dans un écran opaque (Voy. fig. 214). L'observateur placé dans une chambre obscure, dispose cet écran entre son œil et la flamme d'une lampe, ou la flamme d'un bec de gaz, de manière que la cornée de l'œil de bœuf soit tournée vers la source lumineuse. On aperçoit alors très nettement, sur le fond de l'œil, l'image renversée de la lampe ou du bec de gaz. L'expérience est plus simple encore et n'exige aucune préparation, sur les yeux des lapins albinos (lapins blancs aux yeux rouges).

§ 273.

Dimensions des milieux transparents de l'œil. — Rayons de courbure. — Indices de réfraction. — Distances focales des milieux transparents. — Œil théorique ou schématique de Listing. — Les physiciens et les physiologistes ne pouvaient se contenter de ce résultat empirique; ils ont cherché et mesuré les dimensions des diverses parties de l'œil, leurs rayons de courbure, leurs indices de réfraction, leurs distances focales.

Voici les dimensions des rayons de courbure des milieux transparents des diverses parties de l'œil humain.

Ces mesures ne doivent pas être prises sur l'œil humain, après la mort, à cause de la déformation rapide que subit le globe de l'œil. Les rayons de courbure peuvent être mesurés sur le vivant d'après le principe des images de Purkinje et Sanson (Voyez plus loin, § 284). C'est ainsi qu'ont procédé MM. Rosow, Kohlrausch, Helmholtz, etc. Cette méthode repose sur la grandeur des images produites par les miroirs convexes et concaves que représentent les surfaces courbes de la cornée et du cristallin.

Les dimensions des images engendrées par elles dépendant des dimensions de l'objet réfléchi, de sa distance au miroir, et du rayon de courbure de celui-ci, il suffit de connaître les deux premiers facteurs (grandeur de l'objet et distance au miroir), pour trouver le troisième, c'est-à-dire le rayon de courbure du miroir (cornée, cristallin, *fonctionnant comme miroir*, non pas pour le patient bien entendu, mais pour l'observateur). C'est ainsi qu'ont procédé MM. Rosow, Kohlrausch, Helmholtz.

	POUILLET	KOHLRAUSCH	ROSOW	HELMHOLTZ
	millimètres	millimètres	millimètres	millimètres
Rayon de courbure de la sclérotique	10 à 11			
Rayon de courbure de la cornée	7 à 8[1]	7,33 à 8,15		
Rayon de courbure de la face antérieure du cristallin	10		9,8	10 à 6[2]
Rayon de courbure de la face postérieure du cristallin	5 à 6	6	6,1	6[3]

Voici, d'après M. Krause, les dimensions du globe de l'œil et les épaisseurs des diverses parties qui le composent :

Dimensions du globe de l'œil.

Diamètre suivant l'axe optique	24 millimètres.
Diamètre horizontal	25 5 —
Diamètre vertical	24 —

[1] La cornée mesurée dans ses divers méridiens ne présente pas mathématiquement les mêmes rayons de courbure. Elle n'est pas un segment de sphère, mais d'un *ellipsoïde de révolution* dont le grand axe passerait par le centre de la cornée.

[2] 10 millimètres répondent à l'état *de repos* de l'œil. Pendant l'accommodation (Voy. § 284), ce rayon peut varier entre 10^{mm} et 6^{mm}.

[3] Ce rayon est sensiblement invariable pendant l'accommodation.

Epaisseurs des diverses parties de l'œil suivant la direction de l'axe optique.

Cornée transparente	1 millimètre.
Humeur aqueuse	2,5 —
Cristallin	7 —
Corps vitré	12,5 —
Rétine et choroïde réunies	0,2 —
Sclérotique	1,3 —

Epaisseurs des diverses parties du cristallin.

Couche molle antérieure	2 millimètres.
Couche moyenne antérieure	1,3 —
Noyau	2 —
Couche moyenne postérieure	1 —
Couche molle postérieure	0,7 —

Les mensurations plus récentes de M. Helmoltz (sur trois yeux de jeunes femmes de 25 à 30 ans) ont donné en ce qui concerne les diamètres antéro-postérieurs et les diamètres horizontaux du globe de l'œil, les chiffres suivants :

	I	II	III
Axe antéro-postérieur de l'œil	26,04	20,20	23,42
Diamètre horizontal	23,28	23,28	25,80

Ces diamètres (mesures de M. Krause et de M. Helmholtz) comprennent l'épaisseur de la coque oculaire, et notamment en arrière, l'épaisseur de la sclérotique. Il faut donc, pour avoir la mesure de l'axe optique (c'est-à-dire l'espace compris entre la face antérieure de la cornée et la surface postérieure de la rétine) retrancher des mensurations précédentes l'épaisseur de la sclérotique et de la choroïde en arrière, c'est-à-dire environ 1^{mm},5. Le grand axe de l'œil peut donc être évalué entre 21 et 22 millimètres : $\left(\frac{26,04 + 20,20 + 23,42}{3} = 23,22 - 1,5 = 21,7.\right)$

Voici les indices de réfraction des différents milieux de l'œil :

	MM. Brewster et Chossat.	M. Helmholtz.
Cornée	1,33	»
Humeur aqueuse	1,33	1,336
Capsule cristalline	1,35	»
Couche extérieure du cristallin	1,35	1,407
Couche moyenne	1,38	1,419
Noyau	1,41	1,453
Corps vitré	1,33	1,338
Eau	1,33	1,335

On remarquera que la cornée, l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée présentent le même indice de réfraction, qui est aussi celui de l'eau, et que, par conséquent, le cristallin se trouvant enclavé entre des milieux également réfringents, son action convergente propre est facile à dégager [1].

A l'aide des résultats numériques qui précèdent on peut se rendre compte de la mesure suivant laquelle chacune des parties transparentes du globe oculaire influe sur la déviation des rayons lumineux; calculer la longueur focale

[1] Il n'y a pas, mathématiquement parlant, une égalité parfaite entre les indices de réfraction de l'humeur aqueuse, de la cornée et de l'humeur vitrée. Cette différence apparaît dans la troisième décimale. Mais cette différence est si petite, qu'on peut la négliger.

Dans la pratique il importe surtout de connaître l'indice du cristallin *dans son entier*. M. Helmholtz l'évalue entre 1,44 et 1,45.