

conditions, on trouve que le centre optique occupe le point C (Voy. fig. 154 et 155); il est situé dans l'intérieur du cristallin, dans un point

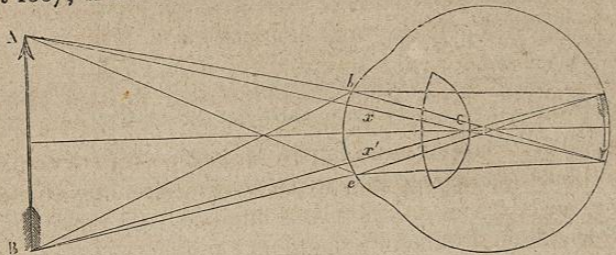


Fig. 154.

voisin de sa face postérieure. C'est, par conséquent, en ce point C que vont se croiser les axes des cônes lumineux qui vont former foyer sur la rétine. La fig. 154 représente deux de ces cônes : dans l'un, bAe , le rayon qui passe par le centre optique est x ; dans l'autre cône bBe , le rayon qui passe par le centre optique est x' .

Le centre optique de l'œil n'est pas au centre du cristallin, comme on le figure souvent. Il ne faut pas oublier, en effet, que le cristallin n'est pas isolé dans l'œil comme la lentille d'une loupe simple, mais qu'il forme seulement une partie de l'appareil réfringent.

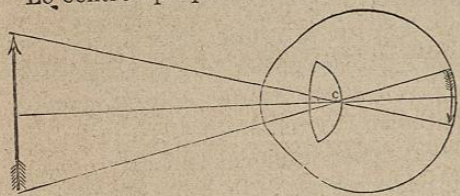


Fig. 155.

Les cônes lumineux qui vont former l'image sur la rétine ayant pour résultante le rayon qui passe par le centre optique de l'œil, nous nous contenterons désormais de figurer seulement ce rayon comme le représente la figure 155, qui n'est que la figure 154 simplifiée.

§ 276.

Rôle de la cornée et de l'humeur aqueuse. — Le rôle que joue la cornée transparente et l'humeur aqueuse, à en juger par leur indice commun de réfraction, doit être sensiblement le même. La convexité de la cornée transforme le système *cornée-humeur aqueuse* en un milieu à surface courbe antérieure. La direction que prennent les rayons lumineux dans ce système réfringent dépend donc à la fois, et du rayon de courbure de la cornée et de l'indice commun de réfraction. Tout rayon tombant sur la cornée et réfracté par elle se rapproche de l'axe antéro-postérieur de l'œil, et ne change plus de direction dans l'humeur aqueuse.

Il s'en faut que tous les rayons qui traversent la cornée transparente et la chambre antérieure de l'œil concourent ultérieurement aux phénomènes de la vision. Une grande partie, la plus grande partie d'entre

eux, arrivant à la face antérieure du diaphragme opaque tendu derrière la cornée (iris), sont *réfléchis* par lui au dehors, traversent en sens inverse la chambre antérieure de l'œil et la cornée transparente. C'est par ces rayons réfléchis que nous connaissons la forme et la couleur de l'iris. Il n'y a que les rayons qui tombent dans l'ouverture centrale de l'iris qui continuent leur trajet dans l'intérieur de l'œil et concourent à la vision : l'iris ne laisse donc pénétrer dans l'œil que les rayons lumineux situés dans le voisinage de l'axe antéro-postérieur de l'œil. Nous verrons dans un instant l'importance de cette disposition pour la netteté de l'image.

§ 277.

Rôle du cristallin. — Le cristallin, étant plus réfringent que l'humeur aqueuse, continue, sur les rayons qui lui arrivent de l'humeur aqueuse, l'action convergente. Lorsque les rayons réfractés par le cristallin arrivent à la face postérieure de cette lentille, il passent dans le corps vitré, c'est-à-dire dans un milieu moins réfringent; ils tendent par conséquent encore à la convergence (Voy. fig. 149). Le rayon de courbure de la face postérieure du cristallin est d'ailleurs plus petit que celui de la face antérieure (Voy. § 282); d'où il résulte que la réfraction des rayons est plus efficace, pour la convergence, à leur sortie du cristallin qu'à leur entrée.

Telle est l'action du cristallin pris en masse, tel est son rôle final; mais si nous poussons plus loin l'analyse, nous voyons que l'action du cristallin n'est pas aussi simple qu'elle le paraît d'abord. Pour se rendre compte de la complication du problème, il suffit de se rappeler que la substance de cette lentille croît en densité de la surface au centre; que chacune de ses parties offre des indices de réfraction qui croissent et décroissent suivant l'axe antéro-postérieur de l'œil; qu'en outre, les rayons de courbure de ses diverses parties ne sont pas les mêmes. Nous ne pouvons entrer ici dans l'analyse mathématique du problème; il nous suffira de dire que cette différence dans la densité et les courbures des couches successives du cristallin a pour objet de remédier à l'imperfection des images telles qu'on les obtient avec des lentilles à courbures simples, composées d'une substance homogène. L'imperfection de l'image obtenue à l'aide de nos lentilles de verre tient à ce que les rayons qui frappent les points voisins de la circonférence de la lentille se réunissent au foyer plus près de la lentille que les rayons qui la traversent dans les points voisins du centre. C'est ce qu'on appelle, en optique, *l'aberration de sphéricité*. Nous reviendrons sur ce point (Voy. § 281).

§ 278.

Rôle du corps vitré. — L'indice de réfraction du corps vitré étant moindre que celui du cristallin, il s'ensuit, ainsi que nous l'avons dit, que la convergence des rayons lumineux qui ont traversé la lentille

crystalline augmente encore au moment où ils s'engagent dans le corps vitré, car ils tendent à s'écarter de la normale au point d'émergence (Voy. § 271 et fig. 149). La marche des rayons lumineux dans le corps vitré est tout à fait comparable à celle que suivent les rayons lumineux qui, à leur sortie d'une lentille, convergent au foyer, en traversant un milieu de même composition que celui qui les contenait avant leur entrée dans la lentille. Le cristallin, en effet, est placé au sein d'une atmosphère transparente, composée de milieux (humeur aqueuse et humeur vitrée) qui réfractent la lumière d'une quantité sensiblement égale. Il en résulte que le degré de convergence des rayons lumineux à leur entrée dans le cristallin est à leur degré de convergence à leur sortie comme le degré de convergence des rayons à l'entrée d'une lentille de verre placée dans l'air est à leur degré de convergence à leur sortie dans l'air. Or, la propriété d'une lentille de verre, ainsi qu'il a été exposé précédemment, est de faire converger les rayons placés dans l'air atmosphérique de manière à les réunir en foyer; et cette convergence est la conséquence non-seulement de la réfraction des rayons à leur entrée dans la lentille, mais encore de la réfraction à leur sortie. Il en est de même pour le cristallin envisagé dans ses rapports avec l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée.

§ 279

Usages du pigment.—La surface interne de la choroïde est couverte, dans toute son étendue, par une substance noire ou pigment choroïdien. Cette substance recouvre aussi la face postérieure de l'iris (elle prend en ce point spécial le nom d'*uvée*). La rétine recouvrant la choroïde et s'étendant jusqu'aux procès ciliaires, il s'ensuit que le pigment est partout *sous-jacent* à la rétine. Il n'est à découvert qu'à la face postérieure de l'iris que ne recouvre pas la rétine (Voy. fig. 145).

On a dit qu'on apercevait le pigment au travers de la demi-transparence de l'iris, et que c'était lui qui, par sa coloration plus ou moins foncée, déterminait la couleur des yeux. Il n'en est rien. La *coloration* des yeux tient à la présence et à l'arrangement particulier d'autres molécules pigmentaires. Il est certain que l'iris des yeux bruns, gris, noirs, bleus, verts, offre exactement le même aspect lorsqu'on l'envisage par sa face postérieure; il est toujours coloré en noir, et il est impossible de distinguer par ce côté les yeux bleus des yeux noirs.

Le pigment fait l'office, dans l'œil humain, de cet enduit noir que nous étendons à l'intérieur de tous nos instruments d'optique. La lumière qui pénètre dans l'œil ne peut exercer son effet utile qu'autant que les rayons qui ont frappé la rétine et qui ont produit sur elle l'impression visuelle sont *annulés* ou absorbés, ce qui est la même chose. Si les rayons qui tombent sur la rétine, membrane nerveuse semi-transparente, eussent rencontré derrière elle une surface sur laquelle ils auraient pu

se réfléchir, ces rayons réfléchis, en traversant la rétine d'arrière en avant et suivant des directions variées, auraient jeté la plus grande confusion dans les phénomènes de la vision. Le pigment manque, plus ou moins complètement, dans les yeux des albinos; c'est à cette cause qu'est due chez eux l'imperfection de la vision.

Le pigment de la choroïde a donc pour usage d'absorber ou de métamorphoser les rayons à la face postérieure de la rétine (voyez § 288).

Le pigment placé à la face postérieure de l'iris a pour office d'annuler les rayons réfléchis par les milieux transparents situés derrière lui. Quelque transparent que soit un corps, en effet, jamais il ne donne passage d'une manière absolue à toute la lumière qui le frappe, il en réfléchit toujours une portion. L'uvée s'oppose donc à ce que les rayons réfléchis par les milieux transparents de l'œil soient réfléchis une seconde fois et renvoyés à la rétine.

§ 280.

Rôle de l'iris.—L'iris est un diaphragme opaque, percé à son centre d'une ouverture qui peut s'agrandir ou se rétrécir. L'iris est donc contractile, et les variations dans les dimensions de la pupille dépendent de sa contraction ou de sa dilatation. La dilatation de la pupille ne doit pas être considérée comme un état passif, ou comme la cessation d'action des mouvements de contraction de l'iris. On s'en ferait ainsi une fausse idée. L'agrandissement de la pupille, tout aussi bien que son rétrécissement, est une contraction de l'iris. Les fibres contractiles de l'iris affectent, en effet, deux directions: les unes sont circulaires et bordent l'ouverture pupillaire, à la manière d'un sphincter; les autres s'étendent, comme des rayons, du centre à la circonférence, et adhèrent avec l'iris à la coque de l'œil. Les premières déterminent, par leur contraction, une diminution dans l'ouverture de la pupille; la contraction des secondes augmente cette ouverture. Ces deux ordres de fibres agissent isolément dans quelques circonstances. La belladone détermine une dilatation permanente de l'iris en paralysant ses fibres circulaires. L'amaurose agit dans le même sens. La strychnine, la fève de Calabar, et quelques maladies du système nerveux, qui ont pour effet de porter le resserrement de la pupille à ses dernières limites, agissent, au contraire, en paralysant les fibres rayonnées¹.

On a beaucoup discuté pour savoir si les mouvements de l'iris sont de la nature des mouvements musculaires, ou, en d'autres termes, si les fibres qui le composent sont de la même nature que les fibres constituantes des muscles. Si, au point de vue anatomique, la question a pu être agitée, elle ne pouvait pas l'être sous le rapport physiologique. L'iris exécute des mouvements: ces mouvements sont subordonnés,

¹ Plusieurs physiologistes (M. Grünhagen entre autres) n'accordent pas aux fibres rayonnantes de l'iris, ou fibres dilatatrices, la propriété contractile ou musculaire. Ces conclusions ne découlent pas nécessairement de l'expérimentation (Voy. § 353 et § 375).

dans l'état physiologique, à l'intégrité de ses liens avec le système nerveux, et, lorsque ces liens sont rompus, on peut encore, pendant un certain temps, réveiller directement les contractions par l'application de l'électricité : voilà bien évidemment tous les caractères de la contraction musculaire. Il appartenait d'ailleurs aux anatomistes de nos jours de démontrer que l'iris n'est point analogue aux tissus érectiles auxquels on l'avait hypothétiquement comparé, mais qu'il est constitué par des fibres *lisses*, semblables, quant à leur aspect microscopique et quant à leurs réactions chimiques, à celles des muscles de la vie organique (Voy. § 219).

A l'instar des divers muscles de la vie organique, la contraction de l'iris est complètement involontaire, et elle se manifeste sous l'influence d'un excitant. Ce qu'est le sang pour le cœur, le bol alimentaire pour la couche musculuse de l'estomac et de l'intestin, la lumière l'est pour l'iris. Mais ici il faut remarquer une chose : dans l'estomac ou dans le cœur, l'excitant agit directement sur la partie qui doit se contracter, parce que cette partie est sensible à l'excitant en même temps que contractile.

L'iris est contractile, il est vrai, mais il est insensible à l'excitation de la lumière, comme d'ailleurs la plupart des parties de l'organisme. La rétine seule jouit de cette propriété. Il en résulte que ce n'est pas sur la partie contractile elle-même qu'agit l'excitant, et que les mouvements de l'iris ne sont qu'indirectement excités par lui. Il en résulte encore que les mouvements de l'iris sont indissolublement liés à l'intégrité de la rétine. Toutes les fois que, par le fait d'une maladie, ou à la suite de la section du nerf optique, la rétine est privée de ses propriétés, l'iris se trouve paralysé.

L'iris, en tant qu'organe contractile, augmente ou diminue le *champ* de la pupille, et laisse ainsi entrer au fond de l'œil une *quantité* plus ou moins considérable de rayons lumineux. L'iris sert à graduer, par conséquent, l'intensité de la lumière qui parvient à la rétine. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner ce qui se passe dans la pupille d'une personne qui regarde successivement des objets diversement éclairés. Lorsque l'œil se dirige sur des corps très-éclairés, la pupille se resserre ; lorsqu'il se tourne vers des objets peu éclairés, la pupille se dilate. Lorsque l'œil cherche à distinguer les objets au milieu d'une obscurité presque complète, la pupille est à son maximum de dilatation. Si l'on approche vivement une lumière près d'un œil dont on ouvre brusquement les paupières, le resserrement de la pupille est porté à son plus haut point.

L'iris est donc chargé de ne laisser pénétrer dans l'œil que la quantité de lumière proportionnée à la sensibilité de la rétine. La rétine a besoin, pour entrer en jeu avec toute sa perfection, d'une intensité moyenne de lumière, en deçà et au delà de laquelle ses fonctions ne s'exécutent qu'imparfaitement. C'est pour cette raison, pareillement,

que les substances qui agissent sur l'économie, en émoussant la sensibilité de la rétine, déterminent un agrandissement dans le champ de la pupille ; celles, au contraire, qui exagèrent cette sensibilité, occasionnent le resserrement de l'ouverture pupillaire.

On a attribué à l'iris deux autres usages : on a pensé 1° qu'il servait à corriger l'aberration de sphéricité du cristallin, et 2° que ses mouvements étaient liés aux divers degrés de convergence des rayons lumineux qui viennent frapper l'œil, de telle sorte que l'état de la pupille aurait de l'influence sur la vision des objets placés à diverses distances. Ces deux suppositions sont tout à fait inadmissibles. Un examen rapide suffira à le démontrer.

§ 281.

De l'aberration de sphéricité. — On appelle aberration de sphéricité des lentilles cette imperfection dans la netteté de l'image résultant de ce que *tous* les rayons lumineux qui traversent les lentilles ne viennent point concourir rigoureusement en un même foyer. Ce phénomène est une conséquence nécessaire des courbures des lentilles et de l'homogénéité de leur substance.

Les rayons AB, AB' (Voy. fig. 156), placés dans le voisinage de l'axe de la lentille, étant presque perpendiculaires à la lentille, viennent former leur foyer en C. Les rayons AD, AD' qui rencontrent la lentille sur des points voisins de sa circonférence, ont une incidence plus oblique ; ils sortent du milieu réfringent avec une convergence plus forte et se réunissent en avant des premiers, en F. Si l'on reçoit sur un plan, placé en C, les rayons BB' émanés du point A, ils seront représentés sur le plan par un point ; les rayons DD', émanés du même point A, seront représentés sur le plan placé en C, non plus par un point, mais par un cercle de diffusion correspondant à la base du cône aFb.

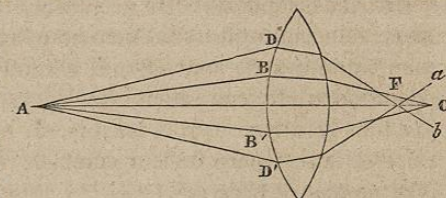


Fig. 156.

On remédie à l'aberration de sphéricité, dans la construction des instruments d'optique, en plaçant au-devant des lentilles des diaphragmes opaques percés d'un trou. Ces diaphragmes suppriment les rayons marginaux, et ne laissent pénétrer dans la lentille que les rayons centraux ou voisins du centre (Voy. fig. 157, et comparez avec la figure 156). Par ce moyen on donne de la *netteté* aux images, mais il est aisé de voir

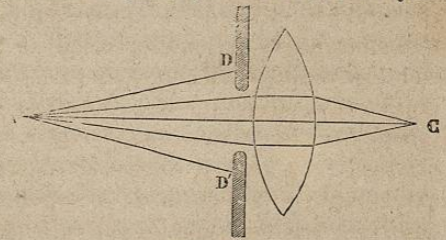


Fig. 157.

qu'en même temps on *diminue leur éclat*, car on supprime une partie de la lumière irradiée du corps lumineux.

§ 282.

Le cristallin dans ses rapports avec l'aberration de sphéricité. — On a comparé l'iris aux diaphragmes des instruments d'optique, et on a pensé qu'il avait pour usage de corriger l'aberration de sphéricité du cristallin; mais ce n'est là qu'une supposition hypothétique qui repose sur la prétendue identité qui existerait entre le cristallin et une lentille ordinaire. Or, ces deux appareils diffèrent essentiellement. Avant de chercher l'organe destiné à l'aberration de sphéricité du cristallin, il eût fallu démontrer que le cristallin est soumis à cette imperfection, comme les lentilles de nos instruments. Or, l'absence d'homogénéité dans les couches de la lentille cristalline et la diversité des courbures de ses couches successives ne permettent en aucune manière l'assimilation du cristallin avec une lentille de verre, constituée par une substance homogène. Le cristallin est, par lui-même, une lentille aplanétique, c'est-à-dire une lentille telle que tous les rayons qui la traversent se rendent au même foyer. La densité du noyau central du cristallin rapproche le foyer des rayons centraux; la moins grande réfrangibilité de la partie périphérique du cristallin éloigne le foyer des rayons marginaux, et cela proportionnellement à leur distance de l'axe de l'œil; les foyers tendent donc à concorder à la même distance du cristallin, et à se confondre. De cette manière, le cristallin fait converger au même foyer tous les rayons qui le traversent, et les images ne gagnent point en netteté aux dépens de leur éclat.

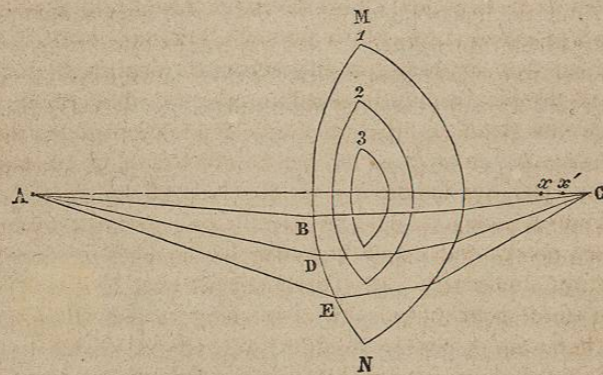


Fig. 158.

Soit MN (Voy. fig. 158) la lentille cristalline extraite des milieux de l'œil qui l'entourent. Soient 1, 2, 3, trois couches emboîtées dont la réfrangibilité croît du dehors au dedans, c'est-à-dire de 1 vers 3. Supposons que le rayon AB, placé dans le voisinage de l'axe, vienne, après avoir traversé les trois couches du cristallin, former son foyer en C. Le rayon

marginal AE, qui, dans une lentille ordinaire, aurait formé son foyer en x , se trouve rejeté en C par le peu de réfrangibilité de la couche 1. Le rayon AD, moins marginal que le précédent, a moins de tendance, par conséquent, à rapprocher son foyer de la lentille. Dans une lentille homogène, son foyer correspondrait au point x' ; mais il est rejeté pareillement en C, parce qu'il ne traverse que les couches 1 et 2 (comparez avec la figure 156.)

Quand on envisage l'iris comme un diaphragme destiné à remédier à l'aberration de sphéricité du cristallin, on semble oublier que l'ouverture de la pupille augmente ou diminue à chaque instant avec le degré de clarté des objets lumineux. A mesure que le champ de la pupille augmente, et que, par conséquent, une plus grande quantité de rayons marginaux s'engagent dans le cristallin, les phénomènes de l'aberration de sphéricité de cette lentille devraient se produire et s'exprimer par du trouble dans la vision. Il n'en est rien. La vue des objets n'est pas altérée d'une manière sensible par les changements dans les dimensions de l'ouverture de la pupille. La vision est aussi nette lorsque la pupille est dilatée que lorsqu'elle est contractée.

Il est vrai que l'iris, même au moment de sa dilatation maximum, couvre toujours une petite partie de la circonférence du cristallin, et s'oppose ainsi, d'une manière permanente, à l'entrée des rayons marginaux les plus excentriques. Il est donc possible, sans qu'on puisse cependant l'affirmer, que l'iris agisse sur la portion *toujours masquée* du cristallin, à la manière des diaphragmes placés dans les lunettes aplanétiques.

§ 283.

Des dimensions de la pupille dans la vision des objets rapprochés et dans celle des objets éloignés. — Lorsque les yeux sont alternativement dirigés sur des objets rapprochés, on peut remarquer que l'iris ne reste pas immobile. La pupille se dilate pour les objets éloignés et se resserre pour les objets rapprochés. Voici l'explication qu'on a donnée de ce fait. Les rayons envoyés à l'œil par un objet éloigné étant moins divergents que ceux qui émanent d'un objet rapproché, la dilatation de la pupille aurait pour but, dans le premier cas, de laisser pénétrer dans l'œil les rayons qui ont à traverser les couches du cristallin les plus distantes du centre, et, dans le second cas, le resserrement de la pupille aurait pour but de ne laisser pénétrer dans l'œil que les rayons centraux. On a pensé, dès lors, que ces variations de l'iris avaient pour effet de faire concorder toujours le foyer ou l'image au même point, pour une distance quelconque de l'objet. Cette explication ne peut pas être admise. Elle suppose, en effet, que les divers degrés, dans l'ouverture de la pupille, auraient le pouvoir d'éloigner ou de rapprocher le foyer des rayons formés derrière le cristallin; elle admet, par conséquent, que la lentille cristalline est, comme nos lentilles de verre, une lentille homogène à plusieurs foyers; ce qui, nous l'avons vu,