

eux une qualité toute spéciale, le *timbre*, qu'il est plus difficile de définir, et que la physique paraît devoir attribuer à la production de plusieurs sons qui se combinent de manière à produire un son résultant, qui, selon les variétés de la combinaison, présentera tel ou tel *timbre* (voy. *Phonation*, pag. 437). Toujours est-il que par un effet de l'habitude, le timbre nous permet de juger de la nature du corps vibrant; il constitue ce que nous pourrions appeler, au point de vue physiologique, la *saveur* des sons : c'est lui qui nous permet de reconnaître la voix d'une personne, de juger de son sexe d'après sa voix, enfin de juger même des sentiments qui agitent notre interlocuteur; dans tous ces cas les sons, quoique pouvant être de même *intensité* et de même *hauteur*, sont produits par des combinaisons différentes de sons simples, les ondes résultantes n'ont pas la même *forme*, et en jugeant du timbre nous pouvons dire que nous jugeons de la *forme des vibrations*. C'est sans doute cette aptitude de l'organe de l'ouïe à juger de qualités si différentes (*amplitude, rapidité et forme ou combinaisons* des ondes sonores) qui exige de la part de l'oreille interne cette complication si grande, qui embarrasera encore longtemps les physiologistes. — Les *Canaux semi-circulaires* auraient encore, d'après Flourens, une grande influence sur l'*équilibre* de l'animal. Ce physiologiste a découvert que les lésions de ces canaux produisent des mouvements de *rotation*. Vulpian a confirmé ces résultats expérimentaux et montré que sur un pigeon on obtient des mouvements de rotation, ou de roulement, ou de culbute, selon que l'on agit sur le canal horizontal, ou sur le canal vertical antérieur, ou enfin sur le vertical postérieur. Mais ces faits résultent plutôt d'un *vertige des sens* et ne démontrent nullement que les canaux semi-circulaires président à l'équilibre et à la coordination des mouvements. Enfin, on peut même se demander si les phénomènes produits dans ces expériences tiennent bien à la lésion des canaux semi-circulaires et non à celle de parties voisines. Böttcher, en isolant par une dissection attentive les canaux semi-circulaires de la grenouille, a pu les détruire avec la certitude de n'intéresser aucune autre partie du labyrinthe ou de

l'encéphale. Jamais, dans l'expérience ainsi conduite, il n'a pu constater le moindre trouble de la locomotion ou de la station chez les batraciens. Ces troubles ne se manifestent que si la lésion est plus profonde. On en peut donc conclure que les canaux semi-circulaires constituent bien un appareil auditif et non un organe régulateur de l'équilibre dans la marche et la station (1).

V. — DU SENS DE LA VUE

Le sens de la vue nous fait juger des *propriétés lumineuses* des objets qui nous environnent et par suite de leur

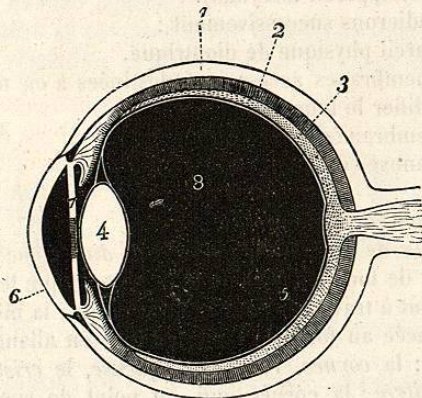


FIG. 419. — Ensemble du globe de l'œil (section verticale)

couleur, de leur forme, de leur position. — L'organe de la vision (*œil*) se compose essentiellement : 1° d'une membrane (*rétilne*) en rapport avec des terminaisons nerveuses, et sur laquelle viennent se faire les impressions des rayons lumineux; 2° d'un *appareil de dioptrique* destiné à amener

(1) Voy. *Journ. de Ch. Robin*, mars 1875, p. 203.

* 1, sclérotique; — 2, choroïde; — 3, rétine; — 4, lentille cristalline ou cristallin, — 5, membrano hyaloïde; — 6, cornée; — 7, iris; — 8, corps vitré. (J. C. Dalton, *Physiologie et hygiène*).

et à condenser les rayons lumineux sur la membrane précédente, où ils viennent représenter en miniature les objets extérieurs, comme sur l'écran d'une chambre obscure; 3° de *membranes annexées* aux deux appareils précédents, pour en assurer et en modifier le fonctionnement. — Ces différentes parties (fig. 119) se rattachent, au point de vue physiologique, à l'étude des surfaces de l'organisme, comme les autres organes des sens, car elles proviennent en grande partie chez l'embryon de végétations profondes et fort compliquées du tégument externe (la partie nerveuse exceptée). A ce globe oculaire, ainsi constitué, sont annexés des appareils accessoires destinés soit à le mouvoir (muscles de l'œil), soit à le protéger contre les injures extérieures (paupières et appareil lacrymal).

Nous étudierons successivement :

- 1° L'appareil physique de dioptrique.
- 2° Les membranes accessoires destinées à en maintenir et à en modifier le fonctionnement.
- 3° La membrane sensible ou *rétine*.
- 4° Les annexes de l'œil.

I. — Appareil de dioptrique.

A. *Milieu de l'œil*. — L'appareil de dioptrique de l'œil se compose de tous les milieux transparents que les rayons lumineux ont à traverser pour arriver jusqu'à la membrane sensible placée au fond de l'œil; ce sont en allant d'avant en arrière : la *cornée*, l'*humour aqueuse*, le *crystallin* et l'*humour vitrée*; la cornée, qui, au point de vue anatomique, constitue une partie des enveloppes de l'œil, fait donc plutôt partie des milieux au point de vue physiologique.

La *cornée transparente* est formée d'une *membrane fondamentale* de tissu collagène (voy. fig. 23, p. 117), revêtue en avant et en arrière d'une couche d'épithélium; celui de la face postérieure est simple (*membrane de Demours* ou *de Descemet*); celui de la face antérieure est identique à l'épithélium de la muqueuse conjonctivale, qui elle-même est en continuité avec la peau et l'épiderme : aussi les maladies superficielles de la cornée ont-elles les plus grands

rapports avec les maladies de la peau, les maladies épidermiques.

L'*humour aqueuse* est comprise entre la face postérieure de la cornée et la face antérieure du cristallin, en un mot dans la *chambre antérieure* (où nous étudierons plus tard une dépendance de la choroïde, l'Iris); c'est un liquide très-analogue à l'eau, tenant en dissolution une quantité insignifiante d'albumine et de sels, et qui est sécrété par la *membrane de Demours* (*membrane de l'humour aqueuse*).

Le *crystallin* se compose d'une membrane enveloppante, *capsule du cristallin*, et d'un contenu ou *corps du cristal-*

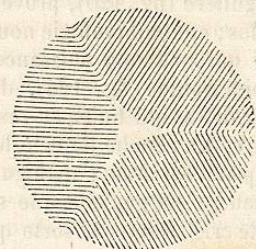


FIG. 120. — Disposition des fibres du cristallin *.



FIG. 121. — Développement du cristallin (d'après Remak) **.

lin. — La *capsule* est un tissu amorphe, très-élastique, qui incisé tend à se rétracter en expulsant son contenu (comme dans l'opération de la cataracte); sa face interne est revêtue

* Cette figure montre la disposition régulière des prismes du cristallin, qui, sur chaque face, viennent se rejoindre par leurs extrémités, de façon à constituer par l'ensemble de ces points de soudure une sorte d'étoile à trois branches : aussi un cristallin que l'on fait durcir soit par la cuisson, soit par des réactifs chimiques, éclate-t-il en général selon des lignes en étoile, correspondant aux lignes indiquées.

** A, B, C, degrés de plus en plus complets d'invagination et d'isolement du bourgeon qui formera le cristallin; — 1, feuillet épidermique; — 2, épaisseur de ce feuillet, bourgeon du cristallin isolé (en B); — 3, fossette cristalline, qui représentera plus tard le centre même du cristallin; — 4, vésicule oculaire primitive (bourgeon nerveux venu du centre encéphalique), dont la partie antérieure est déprimée par le cristallin; — 5, cavité formée par le refoulement de la vésicule oculaire et qui sera occupée par le corps vitré; — 6, endroit où le cristallin s'est séparé du feuillet épidermique.

de cellules qui peuvent reproduire son contenu, ou corps du cristallin. — En effet ce corps est formé d'éléments prismatiques en couches concentriques et à disposition très-régulière (fig. 120), provenant de la métamorphose de cellules; et l'embryologie nous montre que le bourgeon primitif qui a donné naissance au cristallin est un bourgeon épidermique (fig. 124), d'abord en connexion avec l'épiderme, et qui finit par rester isolé au milieu du globe oculaire. La couche de cellules tapissant la face interne de la capsule est donc l'analogie de la couche de Malpighi de la peau : c'est par elle que se fait l'accroissement de la lentille cristalline, de sorte qu'on y trouve toujours des zones de jeunes cellules en train de se transformer en prismes.

L'*humour vitrée* ou *hyaloïde* est formée de tissu collagène à l'état embryonnaire et d'autant plus analogue à la gélatine de Wharton qu'on l'examine sur un sujet plus jeune; elle est contenue dans un sac très-mince, anhiste et transparent, la *membrane hyaloïde*.

B. *Réfraction*. — Cet ensemble de milieux forme, au point de vue physique, une série de *trois lentilles très-différentes* : la *première constituée par la cornée et l'humour aqueuse*, serait une *lentille convexo-concave*, très-compiquée, vu les diverses couches de la cornée. La *seconde, ou cristallin*, est une *lentille biconvexe*, à face antérieure moins courbe que la postérieure, et également très-compiquée, car ses couches concentriques vont en augmentant de densité de la périphérie au centre. Enfin en *troisième lieu*, le corps vitré constitue une *lentille concavo-convexe*, puisqu'il est creusé en avant pour loger le cristallin. C'est immédiatement derrière cette dernière lentille que se trouve la membrane sensible à la lumière, la *Rétine*.

Pour plus de simplicité on peut assimiler tout cet ensemble de lentilles à une seule lentille ayant le même pouvoir convergent total, et il est alors facile de se rendre compte du résultat final de la marche des rayons lumineux. En un mot, tout l'appareil peut être représenté par une lentille formée d'une substance ayant un indice de réfraction de 1,39 à 1,40, et d'une distance focale égale à 17 mm., 48.

Les rayons lumineux qui, partis d'un point extérieur, viennent tomber en divergeant sur la cornée, convergent donc après avoir traversé cet appareil de dioptrique, et viennent se réunir en un point qui, à l'état normal, et dans des circonstances que nous préciserons, se trouve précisément sur la rétine : c'est là que viennent se peindre dans de moindres dimensions les objets extérieurs. Mais si la convergence ne se fait pas précisément sur la rétine, mais plus en avant ou plus en arrière, il est facile de comprendre que chaque *point* de l'objet mis en présence de l'œil viendra se peindre sur cette membrane *non par un point, mais par un petit cercle*, correspondant au plan de section par la rétine du cône convergent que forment ces rayons avant leur réunion, ou du cône divergent qu'ils constituent après leur réunion (fig. 122).

Pour fixer les idées d'une manière simple appelons *cône*

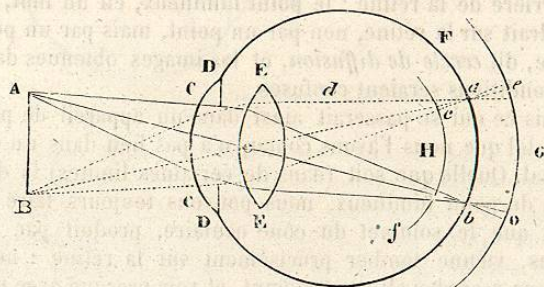


FIG. 122. — Cônes oculaires et cônes objectifs *.

objectif le cône des rayons lumineux partant du point lumineux et venant tomber en divergeant sur la cornée, et *cône oculaire* celui que représentent ces rayons après avoir subi

* A, B, points lumineux considérés; — c, c, cornée; — DD, iris; — EE, cristallin.

— D'abord les rayons lumineux partis des points A ou B sont brisés par la cornée CC et par l'humour aqueuse comprise entre cette membrane et le cristallin, c'est-à-dire qu'ils sont rapprochés du rayon médian qui marche parallèlement à l'axe. Une seconde réfraction s'opère à travers la lentille du cristallin, et il en résulte finalement les cônes oculaires qui ont leur sommet en a, et en b, c'est-à-dire précisément sur la rétine : mais on voit aussi que si la rétine, au lieu de correspondre précisément au sommet des cônes oculaires, venait les couper soit plus en avant (en H), soit plus en arrière (en G), l'image qui se peindrait sur cette membrane ne serait plus un point mais un petit cercle (*cercle de diffusion*).

l'action convergente de la lentille oculaire (fig. 122) : il est évident, d'après les plus simples notions d'optique, que si le point lumineux est situé très-loin, si les rayons lumineux viennent par exemple de l'infini, d'une étoile, le *cône objectif* a sa longueur maximum, tandis que le *cône oculaire* est le plus court possible. Si au contraire les rayons lumineux viennent d'un objet très-rapproché de l'œil, le *cône objectif* est très-court, mais produit dans l'œil un *cône oculaire* beaucoup plus long que précédemment. On voit que dans ces circonstances ce ne serait que pour une seule distance de l'objet lumineux que le cône oculaire présenterait exactement la longueur nécessaire pour que son sommet vint tomber précisément sur la rétine; dans tous les autres cas, que le point lumineux fût plus loin ou plus près de l'œil, il donnerait un cône oculaire ou trop court ou trop long, et dont le sommet se trouverait par conséquent en avant ou en arrière de la rétine : le point lumineux, en un mot, se peindrait sur la rétine, non par un point, mais par un petit cercle, dit *cercle de diffusion*, et les images obtenues dans ces conditions seraient confuses.

Mais ce qui se passerait ainsi dans un appareil de physique tel que nous l'avons conçu, n'a pas lieu dans un œil normal. Quelle que soit (dans de certaines limites) la distance du point lumineux, nous pouvons toujours faire en sorte que le sommet du cône oculaire, produit par ses rayons, vienne tomber précisément sur la rétine : nous pouvons regarder alternativement, et voir presque avec une égale netteté, une étoile et le bout de notre nez. En un mot nous pouvons *adapter*, *accommoder* notre œil aux distances.

C. *Adaptation* — Le mode selon lequel se produit l'*adaptation*, c'est-à-dire la *coïncidence toujours exacte du sommet du cône oculaire avec la rétine*, n'a pu être précisé que dans ces derniers temps. On a même longtemps nié l'existence de l'adaptation. La preuve de l'existence de cette fonction peut être donnée par plusieurs expériences. Si l'on place par exemple en face de soi deux doigts l'un derrière l'autre à une certaine distance, et qu'on fixe son attention sur l'un d'eux, on s'aperçoit alors que l'on ne voit

distinctement que celui-ci, c'est-à-dire que l'œil n'est *adapté* que pour voir l'un des doigts, et ne l'est point pour l'autre, qui paraît vaguement dessiné; c'est qu'en ce moment l'un des deux doigts se peint régulièrement sur la rétine, et les divers points de l'autre n'y produisent que des *cercles de diffusion*. — Le fait est encore bien mieux démontré par une expérience célèbre due à Scheiner : elle consiste à placer devant l'œil une carte percée de deux petits trous rapprochés l'un de l'autre (Mm, Nn; fig. 123) et à regarder

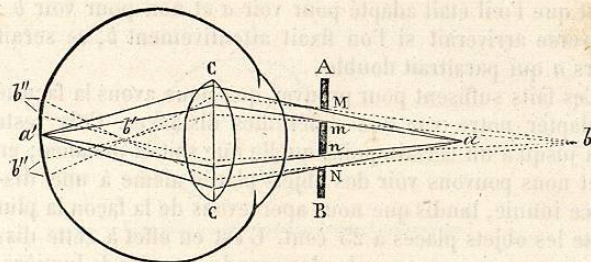


FIG. 123. — Expérience de Scheiner*.

deux points lumineux (deux têtes d'épingle par exemple) placés l'un devant l'autre à une certaine distance (comme les deux doigts dans l'expérience précédente) : si l'on fixe attentivement l'un de ces points, on voit l'autre double. Voici la raison de ce fait. Si par les deux ouvertures Mm et Nn (fig. 123) on fixe le point lumineux *a*, il se passe dans l'œil un phénomène d'adaptation, à la suite duquel le cône oculaire est tel que son sommet tombe sur la rétine; donc les sommets des deux cônes partiels passant par les deux ouvertures se confondent en un seul (en *a'*), puisque ces deux cônes font partie du cône total qui se produirait si l'on examinait le point lumineux à l'œil découvert; mais cette disposition est uniquement relative au point *a*, et quant

* AB, diaphragme avec deux ouvertures (Mm et Nn).

a, point pour lequel l'œil est adapté, et dont l'image vient se faire en *a'* (sur la rétine).

b, Point pour lequel l'œil n'est pas adapté; les rayons lumineux qui en partent, après s'être rencontrés en *b'* (en avant de la rétine), divergent de nouveau et rencontrent la rétine en *b''*, de sorte que le point *b* est vu double.

au point *b*, son cône objectif étant plus long, il a un cône oculaire plus court, dont le sommet sera en avant de la rétine, et qui n'ira frapper cette membrane qu'en divergeant, après avoir opéré l'intersection de ses rayons : si donc, comme dans l'expérience, on divise le cône en deux, en regardant par deux trous, l'objet qui n'est pas fixé, l'objet *b* viendra se peindre par deux cônes distincts (et sera vu double) puisque la rétine ne les rencontre pas au niveau de leur sommet commun (*b'*), mais plus en arrière, lorsqu'ils se sont de nouveau séparés (*b''*, *b''*). Il est donc évident que l'œil était adapté pour voir *a* et non pour voir *b* : l'inverse arriverait si l'on fixait attentivement *b*, ce serait alors *a* qui paraîtrait double.

Ces faits suffisent pour prouver que nous avons la faculté d'adapter notre vue aux différentes distances. Cela reste vrai jusqu'à un certain point quelle que soit la distance; en effet nous pouvons voir des objets placés même à une distance infinie, tandis que nous apercevons de la façon la plus nette les objets placés à 25 cent. C'est en effet à cette distance que nous recevons la plus grande quantité de lumière, et en général la faculté d'adaptation oscille entre l'infini et 25 centim.

Sous ce rapport il y a cependant de grandes différences individuelles : les limites que nous venons d'indiquer sont celles des yeux normaux, des yeux dits *emmétropes*. Mais certaines personnes ont les milieux oculaires doués de si peu de pouvoir convergent que, quelle que soit la longueur du cône objectif, le cône oculaire n'est jamais assez court pour que son sommet tombe sur la rétine; même quand l'objet lumineux est à l'infini, son image vient se faire plus loin que la rétine : ces personnes sont dites *hypermétropes*, c'est-à-dire qu'il faudrait que l'objet fût au delà de l'infini pour que le sommet de son cône oculaire pût tomber sur leur rétine (fig. 124; 1) : ces yeux sont nommés *hypermétropes*, et ce défaut de convergence (de brièveté du cône oculaire) constitue l'*hypermétropie*. — D'autres personnes au contraire jouissent de milieux oculaires à pouvoir tellement convergent que le cône oculaire est toujours trop

court, son sommet se faisant toujours en avant de la rétine, et il leur faut rapprocher beaucoup les objets, regarder de très-près pour que ce cône s'allongeant, son sommet vienne

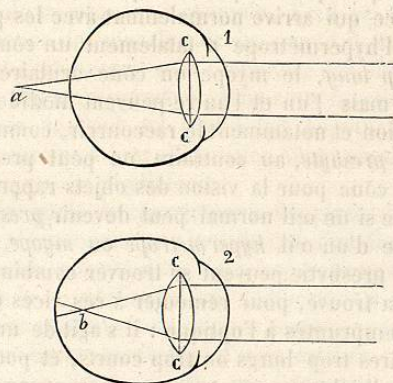


Fig. 124. — Œil hypermétrope et œil myope *.

tomber sur la membrane sensible : c'est là le cas des *myopes* (fig. 124; 2), et cette trop grande brièveté du cône oculaire constitue la *myopie* (1).

On voit que l'*hypermétropie* et la *myopie* sont deux états opposés, dans le premier desquels l'œil, à l'état de repos, sans aucun effort d'adaptation, ne peut voir que des objets très-éloignés, plus éloignés que l'infini, tandis que dans le second, il ne peut, dans les mêmes circonstances, voir que des objets très-rapprochés. — Un autre état

(1) Voy. dans le *Nouveau Dict. de méd. et de chir. prat.* les articles de Liebreich et de Javal : ACCOMMODATION, EMMÉTROPIE, DIPLOPIE, ASTHÉNOPIE, etc.

* 1. *Œil hypermétrope*. Les rayons lumineux, venus même de l'infini (parallèles), donnent un cône oculaire dont le sommet tombe en arrière de la rétine (en *a*), soit que ce cône soit trop long (défaut de pouvoir convergent dans les milieux de l'œil), soit que la rétine soit trop en avant (œil trop court).

2. *Œil myope*. Les rayons lumineux, venus même de l'infini (parallèles), donnent un cône oculaire dont le sommet tombe en avant de la rétine (en *b*), soit que ce cône soit trop court (excès de pouvoir convergent des milieux), soit que la rétine se trouve placée trop en arrière (œil trop long; les travaux de Donders rattachent la myopie à cette dernière cause, que la figure fait bien saisir : globe oculaire très-allongé d'arrière en avant).

de l'œil, qu'on confond souvent avec l'*hypermétropie*, c'est la *presbytie*; ce trouble dans les fonctions des milieux oculaires consiste en ce que la faculté de l'adaptation est diminuée et ne peut plus se produire pour les objets rapprochés : c'est ce qui arrive normalement avec les progrès de l'âge. Ainsi l'*hypermétrope* a fatalement un cône oculaire toujours *trop long*, le *myope* un cône oculaire toujours *trop court*; mais l'un et l'autre peuvent modifier ce cône par l'adaptation et notamment le raccourcir, comme nous le verrons. Le *presbyte*, au contraire, ne peut presque plus modifier ce cône pour la vision des objets rapprochés; on voit donc que si un œil normal peut devenir *presbyte*, il en est de même d'un œil *hypermétrope* ou *myope*, et que la *myopie* et la *presbytie* peuvent se trouver combinées.

Mais l'art a trouvé, pour remédier à ces vices de la vue, des moyens empruntés à l'optique : il s'agit de modifier les cônes oculaires trop longs ou trop courts, et pour cela on place devant l'œil un verre concave ou convexe. Les plus simples notions de physique nous permettent de comprendre qu'un verre concave ou divergent allongera le cône oculaire, puisqu'il diminuera le pouvoir convergent de l'œil : les *myopes* feront donc usage de *verres concaves*. Au contraire un verre convexe ou convergent raccourcira le cône oculaire, puisqu'il augmentera le pouvoir convergent de l'œil : ce sera donc d'un *verre convexe* que feront usage les *hypermétropes* pour raccourcir le cône oculaire, de même que les *presbytes*, lorsqu'ils veulent voir de près, et qu'alors leur adaptation est devenue impuissante à produire cet effet.

L'étude des variétés dans le pouvoir convergent de l'œil et du mode artificiel par lequel on y remédie, va nous permettre de comprendre comment peut se faire l'adaptation à l'état normal. En effet, l'emploi des verres dont nous venons de parler est une sorte d'adaptation artificielle, surtout chez le *presbyte*. Il est donc probable que, dans l'adaptation physiologique, il se passe dans l'œil quelque chose d'analogue, c'est-à-dire que le pouvoir convergent de cet organe est modifié.

Cependant on a cru longtemps que le mécanisme de l'adaptation pourrait consister en un changement de forme de l'œil, de manière à modifier non le cône oculaire, mais la position de la rétine, qui viendrait alors se placer vers le sommet de ce cône; par exemple, l'œil se raccourcirait sous l'influence des muscles droits quand il fixe des objets éloignés, et s'allongerait sous l'influence des obliques quand il fixe des objets rapprochés. Mais cette fonction des muscles moteurs de l'œil est tout à fait hypothétique et, qui plus est, contraire à leur disposition anatomique et à toutes les expériences de physiologie.

On a aussi parlé de changements de place du cristallin, qui agirait alors comme une lentille que l'on éloigne ou que l'on rapproche, comme dans un microscope que l'on *met au point*; mais la possibilité de ces déplacements du cristallin est également contraire aux notions anatomiques, et du reste l'expérience directe montre qu'il n'en est rien.

L'expérience directe montre que l'adaptation, comme le faisaient prévoir nos études sur l'adaptation artificielle, consiste dans un changement de courbure et par suite dans un changement de force convergente d'un milieu, d'un seul des milieux de l'œil, du cristallin. L'expérience est basée sur l'étude des images fournies par les diverses surfaces des milieux de l'œil, surfaces fonctionnant comme des miroirs. En effet il est facile d'observer que la surface de la cornée donne lieu à une image, et qu'il en est de même de la face antérieure et de la face postérieure du cristallin, de telle sorte qu'en plaçant une lumière devant un œil (fig. 125) on peut observer dans cet œil trois images de la flamme : deux droites (a et b), dues à la cornée (a) et à la face antérieure du cristallin (miroirs convexes), et une ren-



FIG. 125. — Images données par les surfaces des milieux oculaires fonctionnant comme miroirs (images de Purkinje)*.

* a, image droite produite par la cornée; — b, image droite produite par la face antérieure du cristallin; — c, image renversée produite par la face postérieure du cristallin.

versée (c) due à la face postérieure du cristallin (miroir concave). En commandant à une personne, sur laquelle on vérifie ce fait, de fixer des objets placés à des distances différentes, on verra que le seul changement qui s'opère dans les trois images indiquées a lieu dans l'image fournie par la face antérieure du cristallin (l'image *(b)*). On en conclut que dans le phénomène de l'accommodation, les changements qui surviennent dans l'œil n'ont lieu que sur la partie antérieure du cristallin, et les mensurations de l'image en question prouvent (d'après les lois des miroirs convexes), que quand on regarde un objet éloigné, la convexité du cristallin diminue (puisque cette image augmente), que si au contraire on regarde un objet rapproché, cette convexité augmente (puisque les dimensions de cette image diminuent).

Ainsi l'adaptation se fait par une modification du cristallin. Quant aux puissances qui peuvent ainsi changer la forme de cette lentille, nous les étudierons avec les membranes accessoires destinées à maintenir et à modifier le fonctionnement des parties essentielles de l'œil, et notamment avec la choroïde et l'iris (muscle ciliaire).

D. *Imperfections de l'appareil de dioptrique oculaire.* — Considéré comme appareil physique, l'œil est loin d'être parfait: aussi peut-on y constater les diverses imperfections qui se trouvent dans les appareils physiques analogues, et qui sont connues sous le nom d'aberration soit de *sphéricité*, soit de *réfrangibilité*.

L'œil n'étant qu'un appareil dont la partie essentielle est une lentille, il arrive que celle-ci, quoique très-perfectionnée, ne réunit pas exactement au même point les rayons qui, partant d'une même source lumineuse, arrivent sur les bords ou sur le centre du cristallin. Le foyer de la lentille n'est donc pas unique, et c'est ce qui constitue l'*aberration de sphéricité*. Nous verrons que l'iris, comme les diaphragmes des instruments d'optique, remédie en partie à cet inconvénient.

L'*aberration de réfrangibilité* consiste en une inégale

réfraction des divers rayons colorés qui composent la lumière blanche, de sorte que l'œil décompose la lumière ordinaire des objets qui la lui projettent et nous les fait voir plus ou moins colorés: en un mot *l'œil n'est pas un appareil achromatique parfait*. Ce défaut ne nous est pas sensible d'ordinaire, par l'effet de l'habitude, mais plusieurs expériences le rendent évident. Nous n'en citerons qu'une: si on regarde le cheveu d'une lunette astronomique, en l'éclairant avec de la lumière rouge, on s'aperçoit que pour le voir avec un autre rayon du spectre (avec une autre couleur), il faut changer la place de l'oculaire; donc l'œil adapté pour voir avec la lumière rouge ne l'est plus exactement pour voir avec les autres rayons du spectre.

Enfin une certaine *irrégularité* dans la courbure des surfaces des milieux de l'œil constitue ce qu'on nomme l'*astigmatisme* (ou *aberration monochromatique*). L'*astigmatisme* est une irrégularité de la réfraction de l'œil si fréquente, qu'on peut regarder ses faibles degrés comme existant chez la majorité des individus; mais d'ordinaire son existence ne trouble pas la vision au point d'attirer l'attention du sujet. L'*astigmatisme* consiste en ce que la courbure des surfaces de séparation des milieux de l'œil (et surtout la courbure de la surface antérieure de la cornée) varie plus ou moins sensiblement d'un méridien à l'autre. Supposons par la pensée une cornée parfaitement normale séparée en deux moitiés suivant son axe vertical, les fragments conservant leur position primitive, la surface de section représentera une courbure d'un rayon déterminé; supposons cette même cornée divisée suivant son axe transversal, alors la surface de section présentera une courbure identique (œil normal, non astigmatique), c'est-à-dire que ces deux sections appartiendront à une circonférence de même rayon. Au contraire, dans un œil astigmatique (et presque tous les yeux le sont), le rayon de l'une sera plus court que le rayon de l'autre, en un mot les deux courbures seront inégales. Il est aisé de comprendre que cet écart, s'il vient à être suffisamment prononcé, troublera la marche des rayons lumineux au moment où ils pénétrèrent dans l'œil;