

CHAPITRE XII

DIOPTRIQUE OCULAIRE

§ 71. EXCITATION LUMINEUSE. — La lumière est l'excitant physiologique de l'œil. Le principe de la conservation de l'énergie et l'étude des phénomènes de l'optique physique ont conduit à regarder la lumière comme engendrée par la vibration d'un fluide particulier, l'éther, qui existerait aussi bien dans les espaces interplanétaires que dans les espaces intermoléculaires des corps. Le mouvement de l'éther, c'est la lumière, et son repos, l'obscurité. L'intensité lumineuse dépend de l'amplitude des vibrations de l'éther, et la rapidité variable de ces vibrations engendre la diversité des couleurs.

La perception de la lumière par l'œil humain résulte de transformations encore inconnues que le mouvement vibratoire lumineux subit au sein de la rétine, probablement au niveau de la couche des bâtonnets et des cônes. L'œil ne perçoit, d'ailleurs, que les couleurs qui, dans le spectre, s'étendent du rouge au violet et dont le nombre de vibrations par seconde varie de 435 trillions (rouge) à 764 trillions (violet). La gamme lumineuse perceptible est donc limitée comme la gamme sonore et pour la même cause; comme dans l'oreille, il n'existe pas dans l'œil humain d'élément nerveux excitable par des vibrations moins rapides que celles du rouge et plus rapides que celles du violet. La sensibilité lumineuse, la sensibilité chromatique et la sensibilité visuelle varient d'ailleurs avec la région de la rétine où on la considère; elles sont affectées par divers états individuels ou pathologiques de l'organe de la vision et on peut les apprécier.

§ 72. APPAREIL DIOPTRIQUE OCULAIRE. — L'œil humain constitue, au point de vue dioptrique, un système complexe centré. Si l'on considère la cornée comme une membrane courbe à faces parallèles et si l'on fait abstraction des diffé-

rences d'indice des couches successives du cristallin, on peut regarder l'œil comme renfermant trois surfaces réfringentes, cornée et faces du cristallin. Ces surfaces limitent trois milieux d'indice différent qui constituent un système de trois lentilles accolées correspondant en réalité à trois dioptries :

1° ménisque convexe-concave limité par la cornée et la face antérieure du cristallin : cornée, humeur aqueuse; 2° lentille biconvexe : cristallin; 3° ménisque concave-convexe limité en avant par la face postérieure du cristallin, en arrière par la rétine. L'œil est le siège des phénomènes de réflexion et de réfraction lumineuses.

§ 73. RÉFLEXION LUMINEUSE. — Les rayons sont réfléchis de telle sorte que l'angle d'incidence égale l'angle de réflexion. Il en est ainsi pour les surfaces planes convexes ou concaves.

§ 74. RÉFRACTION LUMINEUSE. — La réfraction est différente à travers les milieux à faces planes parallèles ou angulaires et à faces courbes, concaves ou convexes. Elle obéit d'abord aux principes suivants :

1° Les rayons lumineux, en passant d'un milieu moins réfringent dans un milieu plus réfringent, restent parallèles, mais sont réfractés, et se rapprochent de la normale proportionnellement à la différence des milieux;

2° Les rayons lumineux, en passant d'un milieu plus réfringent dans un milieu moins réfringent, restent parallèles, mais sont réfractés, et s'éloignent de la normale proportionnellement à la différence des milieux.

§ 75. LAMELLES. — Les rayons lumineux incidents obliques,

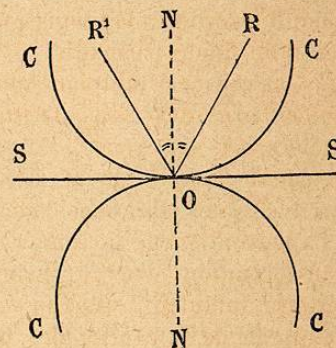


FIG. 64. — Réflexion de la lumière. SOS, surface de réflexion plane; COC, surface de réflexion, courbe; NON, normale; RON, angle d'incidence égal à R'ON, angle de réflexion.

passant à travers le milieu plus réfringent des lamelles, se rapprochent d'abord de la normale, puis, à leur sortie, rentrant dans un milieu moins réfringent, s'éloignent de cette normale parallèlement à leur direction première.

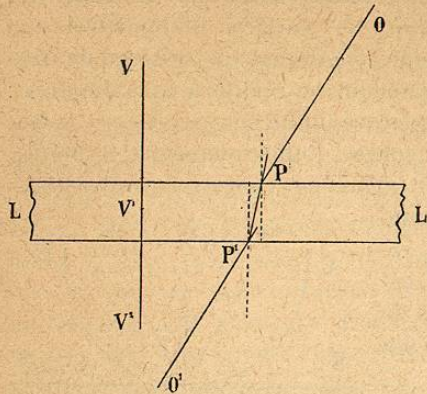


FIG. 65. — Réfraction à travers les lamelles. LL, lame de verre; VV', rayon incident normal; V'V'', rayon continu; OP, rayon oblique incident; PP', déviation; P'O', rayon réfracté parallèle.

sur l'autre face latérale, ils rentrent dans un milieu moins réfringent et s'éloignent de la normale.

Les rayons émis par un objet réel sont ramenés vers la base du prisme et donnent une image virtuelle située à la même distance que l'objet et déviée vers le sommet où l'œil la perçoit.

Avec les prismes à très petit angle et à déviation minima, qui sont généralement employés en ophtalmologie, la déviation est égale à la moitié de l'angle du prisme.

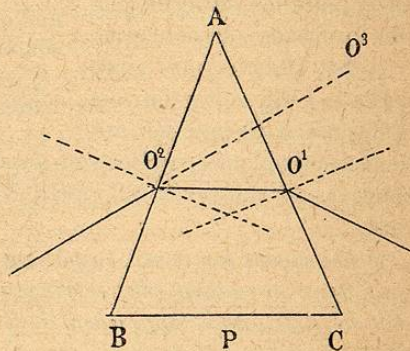


FIG. 66. — Réfraction à travers le prisme. BC, base du prisme; A, sommet; BAC, angles du prisme; OO'V, marche d'un rayon lumineux; O'', point où le point O est vu par l'œil placé en V.

§ 77. LENTILLES. — *Lentilles convexes.* — Les rayons lumineux *parallèles* concourent du côté opposé de la lentille en un point commun appelé *foyer principal*. Les rayons *convergens* se réunissent réellement en deçà du foyer principal opposé. Les rayons *divergents*, partant d'un foyer principal, sortent parallèles entre eux; ceux qui émanent d'un point situé au delà d'un foyer principal se réunissent réellement au delà de l'autre foyer principal; enfin ceux qui émanent d'un point situé en deçà d'un foyer principal restent divergents et concourent virtuellement en un point plus éloigné.

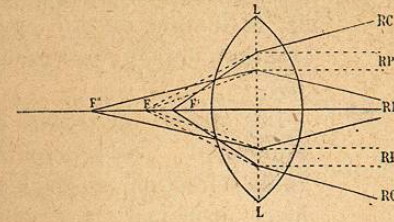


FIG. 67. — Réfraction des lentilles convexes. LL, lentille biconvexe; RP, rayons parallèles; F, leur foyer; RC, rayons convergens; F', leur foyer; RD, rayons divergens; F'', leur foyer.

Les points de concours des rayons incidents et réfractés sont dits *foyers conjugués*.

Les points de concours des rayons incidents et réfractés sont dits *foyers conjugués*.

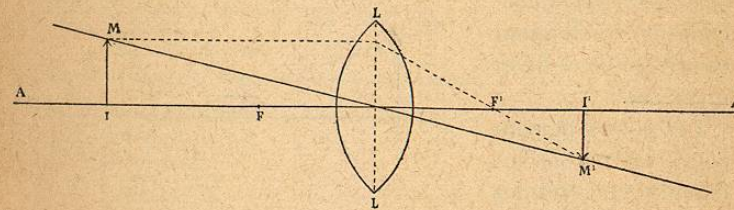


FIG. 68. — Images renversées et réelles des lentilles convexes.

LL, lentille biconvexe; AA', axe principal; MM', axe secondaire; IM, image; F, foyer antérieur; F'M', image réfractée; F', foyer postérieur.

Dans les lentilles convexes, les *objets réels* ont donc des images réelles et renversées, s'ils sont situés à un foyer principal ou au delà; ils ont des images droites et virtuelles, s'ils sont placés en deçà.

Les *objets virtuels* ont toujours des images réelles et droites plus rapprochées de la lentille.

Lentilles concaves. — Les rayons lumineux *parallèles* sont rendus divergents, et leurs prolongements concourent

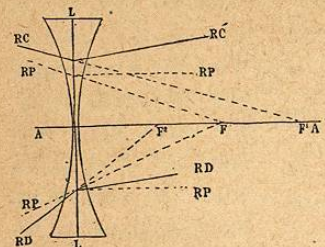


FIG. 69. — Réfraction à travers les lentilles concaves.

LL, lentille; AA, axe principal; RP, rayons parallèles; F, leur foyer virtuel; RC, rayons convergents; F', leur foyer virtuel; RD, rayons divergents; F², leur foyer virtuel.

virtuellement du même côté de la lentille en un point commun appelé *foyer principal*. Les rayons *divergents* se réunissent virtuellement, après réfraction, en deçà du foyer principal correspondant. Les rayons *convergents* émanés virtuellement du foyer principal opposé, sortent parallèles; ceux qui viennent virtuellement d'un point situé au delà du foyer principal opposé sortent divergents et se réunissent virtuellement au delà du foyer principal correspondant. Enfin ceux qui émanent virtuellement d'un point situé en deçà du foyer principal opposé concourent réellement en arrière de ce foyer principal.

Les points de concours des rayons incidents et réfractés sont dits *foyers conjugués*.

Dans les lentilles concaves, les *objets réels* ont donc des images droites et virtuelles; les *objets virtuels* ont des images réelles et renversées, ou virtuelles et droites, suivant que ces objets sont situés au delà ou en deçà d'un foyer principal.

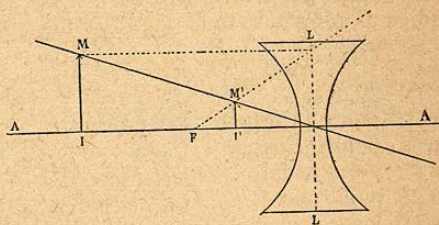


FIG. 70. — Images droites et virtuelles des lentilles concaves.

LL, lentille biconcave; AA, axe principal; MM', axe secondaire; IM, image; I'M', image virtuelle; F, foyer virtuel.

La grandeur des images réfractées par les lentilles dépend de la situation de l'image par rapport au foyer de la lentille et de la force réfringente de la lentille en raison inverse de la distance focale.

Les *lentilles juxtaposées* ou *associées* ont une valeur égale à la somme de la valeur réfringente positive ou négative des diverses lentilles.

§ 78. ÉLÉMENTS DIOPTRIQUES. — Ils sont assez nombreux. Ils ont pu être déterminés soit par l'expérience (courbures, indices, distances des dioptries), soit par le calcul (points focaux, principaux et nodaux). Nous en donnons le tableau d'après Helmholtz.

ÉLÉMENTS DIOPTRIQUES MESURÉS.	ACCOMMODATION POUR :	
	LOIN millim.	PRES millim.
Rayon de courbure de la cornée.	8	8
Rayon de la face antérieure du cristallin.	10	6
Rayon de la face postérieure du cristallin.	6	5,5
Distance de la surface antérieure de la cornée à la face antérieure du cristallin.	3,6	3,2
Distance de la surface antérieure de la cornée à la face postérieure du cristallin.	7,2	7,2
Épaisseur du cristallin.	3,6	4
Indice de réfraction de la cornée, de l'humour aqueuse et du corps vitré.	1,3365	
Indice de réfraction totale du cristallin	1,4371	

ÉLÉMENTS DIOPTRIQUES CALCULÉS.

Distance en millimètres de la face antérieure de la cornée.

Au 1 ^{er} point principal.	— 1,9403	— 2,0330
Au 2 ^o point principal.	— 1,3563	— 2,4919
Au 1 ^{er} point nodal.	— 6,9570	— 6,5150
Au 2 ^o point nodal.	— 7,3730	— 6,9740
Au 1 ^{er} foyer principal.	+ 2,9180	+ 11,2410
Au 2 ^o foyer principal.	— 22,2311	— 20,2480

Les *points nodaux* d'une lentille ou d'un système optique sont deux points tels qu'un rayon dont la direction, dans le premier milieu, passe par le premier de ces points, conserve dans le dernier milieu, une direction parallèle à la direction primitive et passe par le second point.

Les *points principaux* d'une lentille ou d'un système optique sont deux points tels que la grandeur d'une image plane perpendiculaire en ces points à l'axe optique soit égale à celle de l'objet.

Les *foyers principaux* sont les points où se réunissent les rayons parallèles à l'axe dans le premier et le dernier milieu, en avant et en arrière des surfaces lenticulaires.

Les plans perpendiculaires à l'axe en ces trois couples de

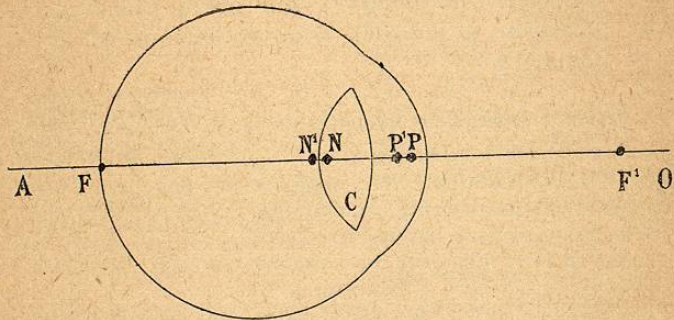


FIG. 71. — Œil schématique grossi deux fois.

AO, axe optique; F, foyer postérieur; F', foyer antérieur; C, cristallin; NN, points nodaux; PP, points principaux.

points portent respectivement les noms de *plans nodaux*, *plans principaux* et *plans focaux principaux*.

On appelle enfin *centre optique* d'un système un point qui jouit de la propriété que tout rayon, qui dans l'intérieur du système, est dirigé vers ce point, possède à l'extérieur des directions parallèles. Les points nodaux sont les foyers conjugués de ce point par rapport aux deux surfaces réfringentes extrêmes.

Ces définitions permettent de construire l'image d'un objet et de calculer sa grandeur et sa position.

§ 79. ŒIL SCHÉMATIQUE. — On appelle œil schématique l'œil construit sur les données du tableau précédent.

§ 80. ŒIL RÉDUIT. — On peut remarquer que les deux points

principaux ne sont distants l'un de l'autre que de quelques dixièmes de millimètre et qu'il en est de même des points nodaux. Il est dès lors permis de considérer les points nodaux d'une part, les points principaux de l'autre comme respectivement confondus en un seul. Cette hypothèse revient à substituer à l'œil schématique, formé de trois dioptries, un système réfringent plus simple constitué par un dioptré unique dont le sommet coïnciderait avec les points principaux de l'œil schématique supposés confondus et dont le centre de courbure serait situé là où se trouvent les points nodaux fusionnés. Ce dioptré unique, constitué comme nous venons de le dire, a reçu le nom d'œil réduit. L'ensemble, comme l'œil normal, représente une chambre noire.

Afin que les éléments dioptriques de l'œil réduit puissent être retenus plus facilement et qu'ils donnent lieu à des calculs plus simples, Donders a proposé de placer le dioptré simple de cet œil réduit à 2 millimètres en arrière de la cornée de l'œil schématique, d'attribuer à ce dioptré un rayon de courbure de 5 millimètres, et de prendre pour second milieu réfringent l'eau distillée dont l'indice est égal à 1,33. Les foyers principaux de l'*œil réduit de Donders* coïncident, à quelques dixièmes de millimètre près, avec les foyers principaux de l'œil schématique.

L'œil réduit de Landolt est rigoureusement construit d'après les données de Donders. Les yeux de Perrin, de Parent, etc., imaginés pour faciliter l'apprentissage de l'ophtalmoscopie, sont des systèmes réfringents qui n'ont aucun rapport avec l'œil schématique ou avec l'œil réduit.

§ 81. LIGNES ET AXES. — Lorsque nous voulons voir un objet, nous dirigeons vers cet objet non pas l'axe optique principal de notre œil, mais un axe secondaire. Ce fait tient à ce que la région de la rétine la plus apte à percevoir la forme des objets, la macula, n'est pas située au point où l'écran rétinien est rencontré par l'axe principal, mais à quelques degrés en dehors.

On appelle *lignes visuelles* les droites, parallèles entre elles,

qui vont, l'une, la ligne visuelle antérieure, du point visé au premier point nodal et l'autre, la ligne visuelle postérieure, du second point nodal à la macula. La ligne visuelle antérieure est généralement située du côté nasal par rapport à l'axe optique principal.

La *ligne de regard* est la droite qui joint le point visé au point sensiblement fixe, *centre de rotation de l'œil*, autour duquel peut tourner le globe oculaire.

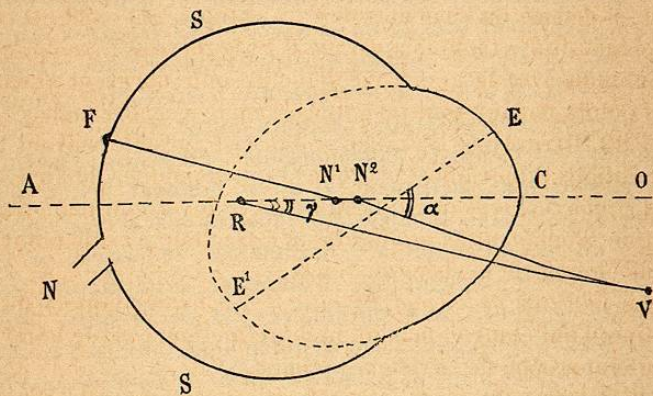


FIG. 72.

N, nerf optique; S, sclérotique; C, cornée; AO, axe optique; F, fossette centrale; FN¹, ligne visuelle postérieure; N²V, ligne visuelle antérieure; EE¹, axe de l'ellipsoïde cornéen; R, centre de rotation; N¹, point nodal postérieur; N², point nodal antérieur; α , angle alpha; γ , angle gamma.

L'*axe optique* est la ligne qui passe par le milieu de la cornée et le centre de rotation du globe.

L'*axe de la cornée* est le grand axe de l'ellipsoïde cornéen.

§ 82. ANGLES. — L'angle α est l'angle formé par le grand axe de la cornée et la ligne visuelle. Il est positif, si la ligne visuelle est en dedans de l'axe optique; négatif, dans le cas contraire; nul, si les deux lignes coïncident exactement. Cet angle est en moyenne de $+3^\circ$ chez l'emmetrope, de $+7^\circ$ à 8° chez l'hypermetrope. Il est très faible dans la myopie et peut même devenir négatif dans la myopie forte.

On mesure rapidement l'angle α par le procédé de Javal. L'œil placé au centre du périmètre regarde vers le zéro de l'instrument. Avec une bougie, le long de l'arc, on cherche le point où son image se voit exactement au centre de la pupille. Le déplacement angulaire de la bougie indique la valeur de l'angle α .

L'angle γ est formé par l'axe optique et la ligne de regard. Il est important seulement dans l'étude des mouvements de l'œil. Il est positif ou négatif suivant que la ligne de regard est en dedans ou en dehors de l'axe optique. Si l'objet est très éloigné, situé à l'infini, la cornée est régulière et l'axe optique confondu avec le grand axe de l'ellipsoïde cornéen; si enfin les points nodaux sont fusionnés, l'angle α égale l'angle γ .

§ 83. RÉFRACTION OCULAIRE. — Elle est variable suivant les conditions dioptriques, statiques ou dynamiques de l'œil.

Le *punctum remotum*, PR ou R, est le foyer conjugué de la rétine; l'œil étant au minimum de réfraction, c'est le point le plus éloigné de la vision distincte.

Le *punctum proximum*, PP ou P, est le foyer conjugué de la rétine; l'œil étant au maximum de réfraction, c'est le point le plus rapproché de la vision distincte.

Réfraction statique. — La réfraction statique est celle de l'œil à l'état de repos. Les rayons lumineux venant de l'infini, en pratique d'au moins 5 mètres, peuvent être considérés comme parallèles; pénétrant dans l'œil à travers la pupille, ils sont réfractés et vont converger en un foyer unique, sur la rétine, en avant ou en arrière de cette membrane.

Dans l'*emmetropie*, la réfraction oculaire est telle que les rayons parallèles forment foyer exactement sur la rétine. Les courbures des membranes, l'indice de réfraction des milieux, la longueur du globe sont à l'état normal. Le R est à l'infini.

Dans l'*hypermétropie*, les rayons parallèles forment foyer en arrière de la rétine. Les courbures, l'indice de réfraction des milieux, la longueur du globe sont insuffisants. Le R est en arrière de l'œil, au delà de l'infini, si l'on peut ainsi dire.

Dans la *myopie*, les rayons parallèles ont leur foyer en avant

de la rétine. Les courbures sont excessives, l'indice de réfraction est très élevé ou la longueur du globe est trop considérable. Le R est en deçà de l'infini, plus ou moins près.

Dans l'*astigmatisme* ou mieux *astignie*, la réfraction est inégale dans les divers méridiens ou le long d'un même méridien; les rayons parallèles forment divers foyers sur la rétine; en avant ou en arrière des deux méridiens perpendiculaires ou principaux, l'un présente le minimum et l'autre le maximum de réfraction.

La réfraction statique varie notablement suivant les sujets. Par le fait du développement de l'œil, elle se modifie surtout

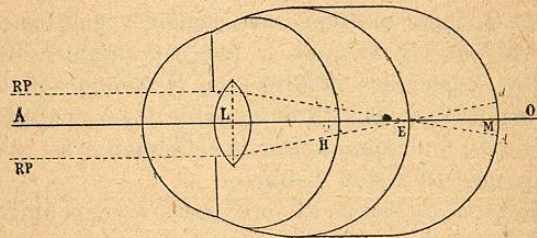


FIG. 73. — Réfraction oculaire.

AO, axe optique; L, lentille cristallinienne; RP, rayons parallèles; E, œil emmétrope à foyer sur la rétine; H, œil hypermétrope à foyer en arrière de la rétine; M, œil myope à foyer en avant de la rétine.

avec l'âge. Suivant les prédispositions individuelles ou les conditions ambiantes, il existera de l'emmétropie, de l'hypermétropie, de la myopie. Le tableau suivant de Herrnhaiser porte sur 11 000 yeux et donne une large idée des variations moyennes de la réfraction avec l'âge.

Originellement l'homme est hypermétrope; il ne devient que plus tard, le cas échéant, emmétrope ou myope. On a dit que les races inférieures à développement incomplet étaient hypermétropes. Les animaux restent aussi hypermétropes; ils ne deviendraient emmétropes ou myopes qu'à l'état domestique. L'hypermétropie semble donc un état de nature, et la myopie le produit de la civilisation.

AGE.	NOMBRE D'YEUX.	EMMÉTROPIE.	MYOPIE.	HYPERMÉTROPIE
		p. 100	p. 100	p. 100
Nouveau-nés	1 920	0	0,4	99,9
1-6	546	23,22	4,39	71,79
6-12	985	31,66	11,68	56,66
12-20	1 971	32,75	20,13	42,42
20-25	2 665	34,97	10,38	54,65
25-30	1 063	28,51	14,46	56,98
30-35	598	28,93	12,04	59,03
35-40	591	29,61	11,84	58,54
40-45	652	31,90	12,88	55,21
45-50	568	33,33	13,46	53,20
50-55	342	32,16	10,52	57,31
55-60	376	28,40	14,36	57,18
60-65	283	30,74	13,45	55,82
65-70	230	32,61	14,34	53,04
70	466	29,79	19,17	51,06

Réfraction dynamique. — C'est la réfraction fonctionnelle, celle de l'œil en travail d'accommodation, qui permet l'adaptation visuelle de l'œil aux diverses distances. L'appareil dioptrique oculaire diffère en effet essentiellement des systèmes centrés des divers instruments d'optique, par la faculté qu'il possède de s'adapter, c'est-à-dire de faire former sur un même écran de position invariable, la rétine, les images d'objets diversement éloignés. Cette faculté d'*accommodation* de l'œil résulte du changement de courbure que nous pouvons faire subir aux faces du cristallin par la contraction ou le relâchement du muscle ciliaire. Le relâchement de ce muscle correspond à la vision au loin, sa contraction à la vision de près.

Le *pouvoir accommodatif* ou *amplitude d'accommodation* est représenté par la valeur dioptrique de la lentille convergente qui, placée au foyer principal antérieur d'un œil, produit le même effet que l'accommodation intervenant avec son

maximum d'action. On peut dire encore que le pouvoir accommodatif est mesuré par la différence algébrique des distances, exprimées en dioptries, du proximum et du remotum, au foyer principal antérieur de l'œil. Il est indépendant des

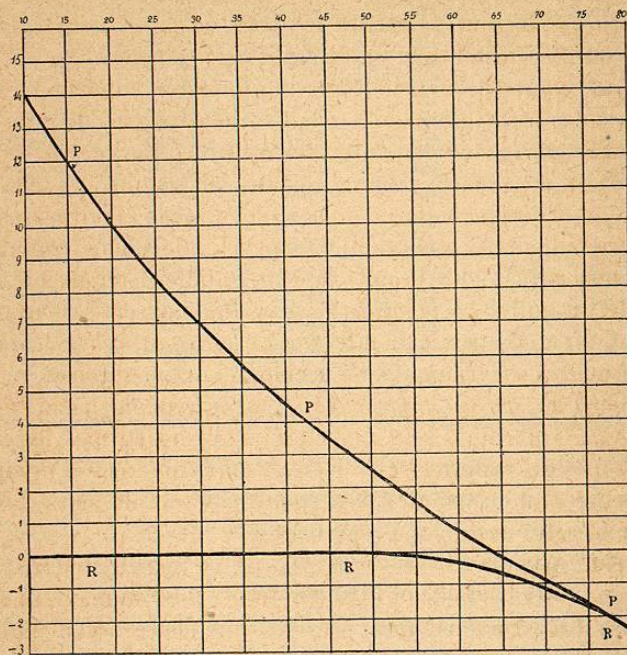


FIG. 74. — Variations de l'accommodation avec l'âge. Schéma de Donders.

Lignes horizontales = âge ; lignes verticales = dioptries ; PP, courbe des variations du punctum proximum avec l'âge ; RR, courbe des variations du punctum remotum avec l'âge.

positions absolues du proximum et du remotum, ou de la réfraction statique ; il diminue avec l'âge. La diminution du pouvoir accommodatif est dû à un accroissement de la consistance du cristallin entraînant un recul progressif du proximum ; le remotum, au contraire, reste fixe jusque vers cinquante ans et s'éloigne alors, mais moins rapidement que le

proximum. Le pouvoir accommodatif devient sensiblement nul vers soixante-dix ans. Le schéma de Donders est très démonstratif à cet égard.

Quand le proximum ne peut être amené et maintenu aisément à 25 ou 30 centimètres, distance du travail, en pratique lorsque la lecture ordinaire ne peut se faire couramment à 25 ou 30 centimètres, on dit qu'il y a *presbytie*.

L'accommodation peut être diminuée ou supprimée par l'absence, la luxation du cristallin, la paralysie du muscle ciliaire ; elle peut enfin être contracturée. La *parésie* ou la *paralysie* du muscle ciliaire résulte de lésions du muscle moteur oculaire commun, de son filet moteur ciliaire, de son centre bulbaire protubérantiel ou psychique. Généralement il y a lésion analogue du muscle de la pupille. L'amétropie est faible ou nulle. La *luxation du cristallin* s'observe spontanément ou après traumatisme ; son absence ou *aphakie*, après destruction par traumatisme accidentel ou opératoire.

Quant au *spasme accommodatif*, on le rencontre dans certains états morbides, nerveux, chez les hypermétropes, les emmétropes ou surtout les myopes. L'emmétrope paraît myope, le degré d'amétropie des hypermétropes semble alors diminuer et celui des myopes augmenter.

§ 84. ABERRATION DE SPHÉRICITÉ ET DE RÉFRANGIBILITÉ. — Comme tous les instruments d'optique, l'œil humain, même lorsqu'il n'est pas astigme, présente une aberration de sphéricité et une aberration de réfrangibilité ; en d'autres termes, l'œil humain ne fait pas rigoureusement concourir en un même point les rayons homocentriques, que ces rayons aient ou n'aient pas même réfrangibilité.

Ces aberrations toutefois n'ont aucune influence sur l'acuité visuelle de l'œil, sur la perception nette des objets. Cette acuité visuelle de l'œil humain est réglée par la grandeur des éléments nerveux de la rétine, par son excitabilité à la lumière ; Helmholtz a constaté, en effet, qu'en munissant ses yeux de verres exactement correcteurs des aberrations de sphéricité et de réfrangibilité, l'acuité visuelle n'était pas aug-

mentée d'une façon appréciable. D'ailleurs, des dispositions spéciales corrigent en partie ces aberrations. Il en est ainsi du diaphragme pupillaire pour l'aberration de courbure et des indices différents des couches du cristallin et du vitré combinés, pour l'aberration chromatique. Le cristallin lui-même peut agir d'une manière compensatrice dans l'astigmatisme cornéenne en exagérant sa courbure dans le sens du méridien cornéen insuffisant. Les paupières, en clignant, produisent une fente sténopéique favorable à la netteté visuelle.

L'œil n'est donc pas un instrument si défectueux et, l'eût-on commandé à un simple ouvrier, il n'y aurait pas lieu, comme on l'a dit, de le laisser pour compte.

DEUXIÈME PARTIE

EXAMEN DE L'ŒIL

CHAPITRE PREMIER

INSTRUMENTATION OPTIQUE

L'examen superficiel de l'œil peut être pratiqué directement dans un endroit quelconque; il suffit de l'éclairer à la clarté du jour ou à la lumière d'une lampe ordinaire. L'examen approfondi, anatomique ou fonctionnel, exige des conditions spéciales de *local*, d'*éclairage*, d'*instrumentation*.

§ 85. *Local*. — Il comprend deux chambres, l'une claire et l'autre obscure.

La *chambre claire* est destinée à l'examen général ou superficiel des mouvements de l'œil, du champ visuel, de l'acuité visuelle, etc. Elle est désignée dans les cliniques sous le nom de salle de consultation, de pansement et de réfraction. Pour la réfraction, il est bon d'avoir une large lumière diffuse et d'en déterminer, une fois pour toutes, l'intensité lumineuse au photomètre. On peut d'ailleurs utilement obtenir un éclairage constant des objets-types d'acuité en les plaçant à portée convenable d'une lampe de valeur déterminée et munie d'un réflecteur.

La *chambre obscure* est réservée à l'examen latéral et ophtal-