

CHAPITRE X.

RÉFRACTION ET ACCOMMODATION.

Physiologie. — Lorsque les rayons lumineux pénètrent dans l'œil, ils rencontrent un ensemble de milieux réfringents plus denses que l'air (cornée, humeur aqueuse, cristallin, corps vitré), qui leur font éprouver des déviations comme le ferait un système de lentilles biconvexes.

Rappelons donc en quelques mots les lois qui président à la formation des images par ces lentilles et nous aurons, par là même, exposé les lois de la réfraction dans l'œil.

On appelle *réfraction* la déviation qu'éprouve un rayon lumineux lorsqu'il passe obliquement d'un milieu dans un autre. De plus, on sait que si le rayon lumineux passe d'un milieu dans un autre plus dense, il se rapproche de la normale au point d'incidence; tandis qu'il s'en éloigne dans le cas contraire.

Tous les rayons lumineux parallèles entre eux viennent, après avoir été réfractés par une lentille convexe, converger en un point qu'on nomme *foyer principal* de la lentille, point qui coïncide avec son centre de courbure. Par exemple, une lentille taillée sur une sphère convexe de 25 centimètres de rayon aura son foyer principal à une distance de 25 centimètres (voy. fig. 147). On considère comme sensiblement parallèles les rayons qui viennent d'une distance très éloignée.

Plus la source lumineuse se rapproche, plus le foyer s'éloigne de la lentille. Si le point lumineux coïncide avec le centre de courbure, les rayons lumineux qui en émanent sortent de la lentille parallèles entre eux; ils ne forment pas de foyer. Si la source lumineuse se place entre le foyer principal et la lentille, les rayons réfractés divergent et ne se réunissent pas: on admet cependant que leurs prolongements se réunissent en avant de la lentille, en un point appelé *foyer virtuel*.

Chacun des points lumineux situés entre l'infini et le centre de courbure de la lentille, et l'endroit où les rayons lumineux se réunissent après avoir traversé la lentille, s'appellent *foyers conjugués*, parce que leur relation est telle que le foyer et le point lumineux sont réciproquement le foyer l'un de l'autre. Dans la figure 148

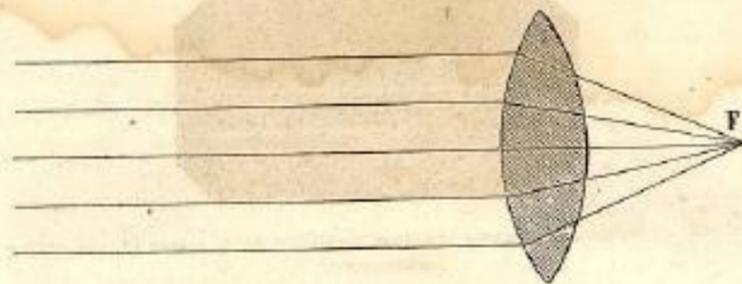


Fig. 147. — F, foyer principal de la lentille.

F et f sont des foyers conjugués, parce que, si la source lumineuse est en F, le foyer sera en f et vice versa, C étant le foyer principal.

Réfraction de la lumière dans l'œil. — Dans l'œil normal (emmétrope) la force de réfraction de l'appareil dioptrique est telle, que la réunion des rayons lumineux émanant d'un point très éloigné se fait sur la rétine, ou, pour être plus exact, sur la couche de cette

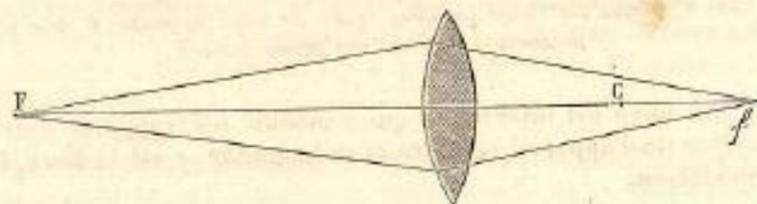


Fig. 148. — Foyers conjugués.

membrane qui est formée par les cônes et les bâtonnets (fig. 149). Or, pour que la vision soit nette et distincte, le foyer des rayons lumineux doit toujours se faire sur cette même couche de la rétine.

Cette condition est remplie, d'après ce que nous venons de dire, dans l'œil normal pour les objets très éloignés, dont l'image se fait ainsi naturellement sur la rétine par la simple force de réfraction des milieux en rapport avec la longueur de l'œil. Mais lorsque l'ob-

jet se rapproche de plus en plus, les rayons lumineux qui en partent se réunissent, d'après la loi précitée, derrière la rétine, qui ne change pas de place (fig. 150). Par conséquent, l'image de cet objet rapproché ne se trouverait pas sur la rétine et la vision ne pour-

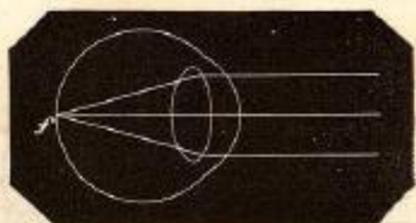


Fig. 149. — Réunion des rayons lumineux parallèles sur la rétine de l'œil normal (emmétrope).

rait être nette. Cependant nous voyons les objets distinctement de près comme de loin; il y a donc quelque chose de changé dans

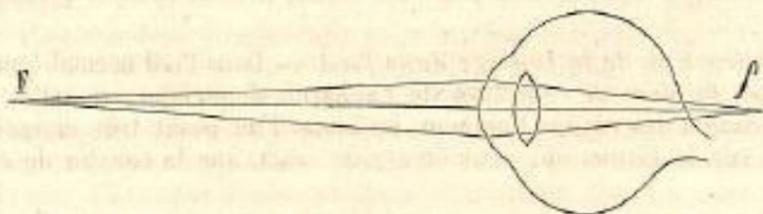


Fig. 150. — Marche des rayons lumineux venant du point rapproché F dans un œil accommodé pour une très grande distance.

l'œil, une force est intervenue qui a modifié les rapports entre la réfraction de l'appareil oculaire et sa longueur, c'est la force d'*accommodation*.

Accommodation de l'œil. — Les recherches modernes ont démontré que l'œil, lorsqu'il regarde de loin, est à l'état de repos, et qu'il subit, lorsqu'il regarde de près, les changements suivants : La surface antérieure du cristallin devient plus convexe et se rapproche de la cornée; la surface postérieure devient à peine plus convexe, ne change pas de place d'une manière sensible (fig. 151). (Cramer, Helmholtz.)

Quant au mécanisme suivant lequel s'effectue l'accommodation, les avis sont partagés. D'après une théorie, le muscle ciliaire (voy. p. 177) en se contractant rapproche l'un de l'autre les deux points où il s'in-

sère, c'est-à-dire la périphérie de l'iris et la choroïde. Comme la zonule de Zinn est intimement liée à la choroïde, elle suit le mouvement de cette dernière en avant, se relâche, et le cristallin, abandonné à son élasticité naturelle, devient plus convexe. H. Müller est d'avis

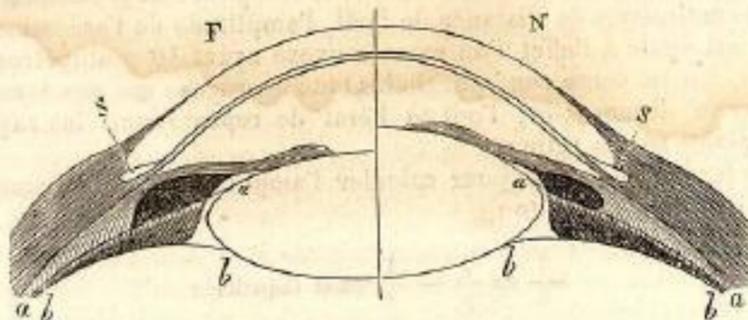


Fig. 151. — F, adaptation de l'œil lorsqu'il regarde de loin; N, lorsqu'il regarde de près. S, canal de Schlemm. a, cristalloïde antérieure; b, crist. postérieure.

que les fibres circulaires peuvent, par l'intermédiaire des procès ciliaires, presser sur l'équateur du cristallin et le rendre plus convexe; de plus, tirer en arrière l'insertion périphérique de l'iris. Pendant ce temps, les fibres radiales relâchent le ligament suspenseur; en outre, en ramenant la choroïde en avant, elles augmentent la pression du corps vitré sur le cristallin et portent ce dernier contre l'iris; mais celui-ci, contracté, résiste et le cristallin devient plus convexe, cédant pour ainsi dire à l'endroit où il n'est plus appuyé par l'iris. Ce qui reste certain, c'est que l'accommodation pour les objets rapprochés a pour agents le cristallin et le muscle ciliaire.

Mesure de l'accommodation. — Nous avons vu plus haut que la vision des objets très éloignés a lieu à l'aide de la réfraction, et que la force d'accommodation entre en activité à mesure que notre vue s'exerce sur des objets de plus en plus rapprochés. C'est donc à l'aide de l'accommodation que notre organe parcourt la distance qui sépare les points les plus éloignés et les plus rapprochés de notre vue distincte. Aussi a-t-on appelé cette distance le *parcours de l'accommodation*. — D'ailleurs, comme la force d'accommodation agit par le cristallin qui augmente de convexité, on peut, d'après l'exemple de Young et Donders, comparer le cristallin de l'œil à l'état de repos et le cristallin de l'œil qui s'accommode pour une distance donnée à deux lentilles biconvexes de force différente.

La puissance accommodative de l'œil sera donc égale à l'effet op-

tique du verre convexe à ajouter au cristallin pour le faire passer de l'état de repos accommodatif (*punctum remotum*) à la perception du point le plus rapproché de la vision distincte (*punctum proximum*).

L'œil normal (emmétrope) a le point le plus éloigné de la vision distincte, dans une distance infinie; si son *punctum proximum* est à 10 centimètres de distance de l'œil, l'amplitude de l'accommodation est égale à l'effet d'un verre convexe ayant 10 centimètres de foyer. Un tel verre rend parallèles tous les rayons qui proviennent de cette distance; or, l'œil à l'état de repos réunit les rayons parallèles sur sa rétine.

La formule générale pour calculer l'amplitude de l'accommodation (A) est la suivante :

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{p} - \frac{1}{r} \text{ dans laquelle :}$$

$$\frac{1}{A} = \text{Amplitude d'accommodation.}$$

p = Distance entre le *punctum proximum* et l'œil.

r = Distance entre le *punctum remotum* et l'œil.

Dans l'œil *emmétrope*, nous savons $r = \infty$, donc $\frac{1}{r} = 0$; par conséquent $\frac{1}{A} = \frac{1}{p}$. Par exemple : lorsque le *punctum proximum* est situé à 0^m,20, nous trouvons $\frac{1}{A} = \frac{1}{0,20} = 5$ dioptries (5 D.)¹.

Dans l'œil *myope* dont le *punctum remotum* se trouve à une distance définie, $\frac{1}{A} < \frac{1}{p}$; si le *punctum remotum* est à 0^m,50 de distance de l'œil (myopie = $\frac{1}{0,50} = 2$ D), le *punctum proximum* à 0^m,20, nous trouvons $\frac{1}{A} = \frac{1}{0,20} - \frac{1}{0,50} = 5 \text{ D} - 2 \text{ D} = 3 \text{ D}$.

Dans l'œil *hypermétrope*, qui est adapté à des rayons qui convergent vers un point situé derrière la rétine, r est négatif, donc il faut ajouter $\frac{1}{r}$ à $\frac{1}{p}$; par conséquent $\frac{1}{A} > \frac{1}{p}$. Si $p = 0^m,20$ et $-r = 0^m,10$, $\frac{1}{A}$ sera égal à $\frac{1}{0,20} + \frac{1}{0,10} = 5 \text{ D} + 10 \text{ D} = 15 \text{ D}$.

En pratique, on obtient un résultat suffisamment exact si l'on recherche le point le plus éloigné de la vision distincte (*punctum remotum*, PR) et le point le plus rapproché (*punctum proximum*, PP), à

1. Dioptrie (D) signifie la force réfringente d'une lentille ayant 1 mètre de foyer (voy. plus loin).

l'aide de lettres typographiques de grandeur déterminée (voy. p. 24).

Cette mesure de l'accommodation indique l'*accommodation absolue de l'œil*; il nous reste à examiner encore l'*accommodation binoculaire*.

À l'état normal, le point le plus éloigné de la vision binoculaire nette est le même que pour la vision monoculaire. Mais le point le plus rapproché n'est plus à la même distance, un seul œil pouvant voir nettement plus près que les deux yeux à la fois. L'amplitude d'accommodation absolue ou monoculaire diffère donc un peu de la binoculaire.

On comprendra parfaitement cette diminution dans la force d'accommodation, si l'on réfléchit que pour voir de près un objet avec les deux yeux, il faut nécessairement que les deux yeux convergent vers cet objet. Il y a une limite à cette convergence, et comme le mouvement d'accommodation est synergique au mouvement de convergence, l'un est forcément limité par l'autre. Par contre, lorsqu'un seul œil regarde, le mouvement d'accommodation, qui n'est plus limité par la convergence devenue inutile, peut être plus considérable.

Cependant ces deux forces, la convergence et l'accommodation, ont une certaine indépendance, ce qu'on peut prouver de la manière suivante : on regarde avec les deux yeux un objet placé au loin (à 3 mètres par exemple); puis on place devant un des yeux un prisme faible à base en dehors, lequel prisme reporte l'image rétinienne du côté de sa base, en dehors de la *fovea centralis*¹. Il y a d'abord diplopie : pour la corriger, l'œil devant lequel est placé le prisme exécute un mouvement de convergence, qui reporte en dehors le pôle postérieur de l'œil, c'est-à-dire la *fovea*. Malgré ce mouvement de convergence, l'objet est vu nettement avec les deux yeux, ce qui n'aurait pas lieu si un mouvement d'accommodation s'était produit synergiquement avec la contraction du muscle droit interne.

On peut prouver encore d'une autre manière que l'accommodation est plus ou moins indépendante. Lorsqu'on regarde un objet d'assez près, les deux yeux convergent vers cet objet, et si l'on place devant un des yeux un verre convexe faible, l'accommodation se relâche dans cet œil; cependant la convergence ne diminue pas, puisque l'objet ne cesse pas d'être vu simple.

En prenant en considération ces rapports entre l'accommodation et la convergence, on peut mesurer l'amplitude d'accommodation

1. La *fovea centralis* est l'endroit le plus sensible de la rétine. Pour qu'un objet soit vu simple avec les deux yeux, les deux images doivent se faire sur les deux *fovea*, ou du moins sur des points dits *correspondants* ou *identiques* des deux rétines.

pour une convergence donnée, et l'on obtient ainsi l'*amplitude relative* d'accommodation.

Mais il est surtout important pour la pratique de faire remarquer à cet endroit que le pouvoir relatif d'accommodation comprend deux parties distinctes, l'une *positive*, l'autre *négative*. Pour faire comprendre ce qu'on entend par cette division de l'accommodation relative, nous nous servirons de la comparaison suivante :

Notre bras peut soulever et tenir suspendu pendant un certain temps un poids de 50 livres, à une hauteur de 1 mètre ; si au lieu de 50 livres je ne prends que 20 livres, par exemple, je n'use pas de ma force entière, j'ai encore à ma disposition une force de 30 livres ; aussi pourrai-je soulever ce poids de 20 livres pendant plus longtemps que je n'ai pu le faire pour le poids de 50 livres. Je le soutiendrai jusqu'à ce que j'aie usé la force de 30 livres qui me restait disponible. Une fois cette force usée, le poids tombera. La force usée s'appellera *force négative*, la force disponible *force positive*.

La même chose aura lieu dans l'œil pour la *force musculaire* : *accommodation*. Tout le monde sait que si l'on peut lire distinctement certains caractères à une très petite distance de l'œil, on ne peut pas le faire longtemps sans être fatigué ; tandis que si l'on fait la même expérience avec les mêmes caractères en les éloignant de l'œil, à une distance variable suivant les sujets, on pourra lire pendant plus longtemps.

Pour reconnaître l'*accommodation négative*¹, celle dont le sujet a usé pour lire à une certaine distance, on place devant son œil le verre convexe le plus fort qui lui permette de voir aussi nettement à la même distance. Ce verre convexe remplace l'augmentation de courbure que le cristallin avait subie par suite de l'effort d'accommodation devenu maintenant inutile. L'œil revient au repos. La force du verre indique le degré d'accommodation employé, l'accommodation négative.

Pour reconnaître l'accommodation *positive* (disponible), nous agissons avec l'œil comme nous agirions avec le bras dont nous parlions tout à l'heure. Si le bras a une force de 50 livres et que pour le faire fléchir nous soyons obligé d'ajouter au poids qu'il soutient un poids de 10 livres, nous saurons qu'il tenait en réserve une force représentée par ce poids de 10 livres. Pour l'œil qui fixe un objet, nous saurons l'accommodation qui lui reste à employer en plaçant au-devant un verre concave, le plus fort qui lui permette de

1. Quelques physiologistes croient que l'œil est obligé de faire un effort particulier pour voir de très loin, et se servent, pour indiquer cet effort, de l'expression *accommodation négative*. D'après les idées émises plus haut ; l'œil se trouve, pour la vue des objets éloignés, dans un repos accommodatif absolu.

voir encore distinctement l'objet. Pour corriger l'effet de ce verre concave, l'œil sera obligé d'user de toute l'accommodation qui lui restait disponible, et la force de ce verre nous donnera la mesure de l'*accommodation positive*. Plus cette dernière force sera considérable, plus l'œil aura d'énergie pour voir longtemps à la même distance.

ANOMALIES DE LA RÉFRACTION ET DE L'ACCOMMODATION

ARTICLE PREMIER.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

D'après les études physiologiques précitées, nous considérons la *réfraction* comme la force qui, l'œil étant à l'état de repos, réunit sur la rétine les rayons lumineux provenant d'objets éloignés. Cette force dépend de l'*état anatomique* de l'œil. L'*accommodation*, par contre, est la force qui fait réunir sur la rétine les rayons lumineux venant d'objets plus rapprochés ; c'est la force qui nous permet de voir avec une netteté égale successivement à des distances différentes. Cette force est le résultat d'une *contraction musculaire* ; elle dépend donc du fonctionnement d'un muscle, et non plus seulement, comme la réfraction, d'un état anatomique.

Par rapport à la réfraction, un œil normal sera donc celui qui, au repos, réunira juste sur la rétine les rayons lumineux parallèles, c'est-à-dire venant de très loin. *Donders*, dont les travaux ont jeté la plus grande clarté sur ces questions, a donné à cet œil le nom d'œil *emmétrope* (de *ἰσμετρος*, ayant la mesure exacte, *modum tenens*, $\omega\psi$, œil ; fig. 152 E). À côté des yeux normaux nous rencontrons deux sortes d'anomalies (yeux *amétropes*) : 1° les rayons lumineux venant de très loin se réunissent *en avant* de la rétine (fig. 152 M) ; 2° les rayons lumineux se réunissent *en arrière* de la rétine (fig. 152 H).

Dans le premier cas, la réfraction étant trop forte ou l'organe trop long, le point où s'entrecroisent les rayons lumineux est