

Si l'œil examiné est hypermétrope, l'observateur voit en général l'image de la rétine, parce qu'il accommode pour la distance à laquelle est cette image. On place alors successivement devant l'œil des lentilles convergentes de puissance croissante; au début l'observateur continue à voir sans modification parce qu'il diminue l'accommodation de manière à compenser l'augmentation de convergence produite par la lentille. Le même effet continue jusqu'à ce que l'accommodation soit complètement supprimée; si on prend alors une lentille plus forte, la vision cesse d'être nette, le système devenant trop convergent.

La dernière lentille qui permettait la vision nette constituait avec l'œil emmétrope non accommodé de l'observateur un œil artificiellement myope dont le p. remotum, dont on connaît la position par la puissance de la lentille employée, coïncide avec le p. remotum de l'œil examiné.

653. — La position du p. remotum de l'œil observateur rendu myope ou hypermétrope est donné par rapport à l'œil observateur : connaissant la distance des deux yeux, on pourrait en déduire facilement et avec exactitude la distance de ce même point à l'œil examiné : ce point étant aussi le p. remotum de ce dernier, sa position fait connaître la puissance du verre correcteur à employer (582). Mais dans la pratique, on simplifie la question : l'observateur place son œil aussi près que possible de l'œil examiné et on néglige la distance des deux yeux, de telle sorte qu'on admet que le p. remotum est à la même distance de l'un et de l'autre : la puissance du verre placé devant l'œil observateur est alors égale à celle du verre, de nature opposée, qui produira la correction pour l'œil examiné. On commet ainsi une erreur qui est sans importance réelle dans la pratique lorsque le p. remotum est un peu éloigné, mais dont il y aurait lieu de tenir compte si cette distance était faible, c'est-à-dire dans le cas des fortes amétropies.

654. **Kératoscopie.** — L'ophtalmoscope peut servir d'une autre manière à l'étude de la réfraction par l'examen de l'ombre pupillaire; ce procédé, inventé par le Dr Cuignet et qui est très avantageux dans la pratique, est désigné sous le nom général de *kératoscopie*.

Quoique la kératoscopie puisse être appliquée soit avec l'ophtalmoscope à miroir concave, soit par l'ophtalmoscope à miroir plan, nous examinerons seulement le cas où l'on emploie ce dernier. Des résultats différents sont obtenus avec le miroir concave, mais la question est moins simple, et il n'y a pas d'avantage particulier à son emploi.

Soient L (fig. 329) une source lumineuse, M N un miroir plan que l'on fait tourner de manière à l'amener en  $M_1N_1$ ; le faisceau incident reste invariable, mais le faisceau réfléchi se déplace. Dans chaque cas, il a la même forme que s'il émanait de l'image de L, soit de  $L'$  pour la première position du miroir M N, et de  $L'_1$  pour la deuxième. Sur un

écran quelconque placé en avant, sur la face de l'individu examiné, par exemple, il y aura une tache lumineuse qui se déplacera de  $m n$  en  $m_1n_1$ ; nous dirons que cette tache que l'on observe facilement se déplace dans le même sens que le miroir.

D'autre part une partie du faisceau réfléchi pénètre dans l'œil examiné et forme sur la rétine une tache lumineuse ou quelquefois un point lumineux; la position de cette tache varie avec la direction du faisceau, avec la position du sommet d'où le faisceau semble partir. Quand le miroir tourne, le sommet se déplace de  $L'$  en  $L'_1$  (fig. 330), la tache lumineuse sur la rétine se déplace de  $ll'$  en  $l_1l'_1$ , dans le même sens que la tache sur la face même.

Supposons maintenant que l'œil examiné soit myope et soit  $RR'$  (fig. 331) le plan qui correspond à son p. remotum; supposons l'œil éclairé par le miroir dans sa première position, et soit  $l l'$  la tache produite sur la

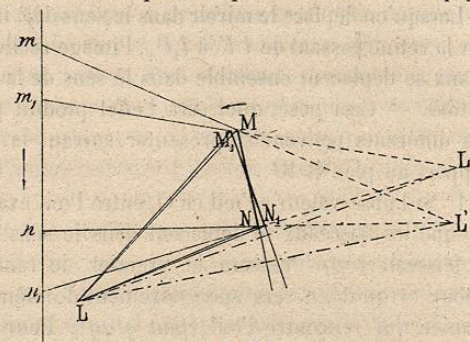


Fig. 329.

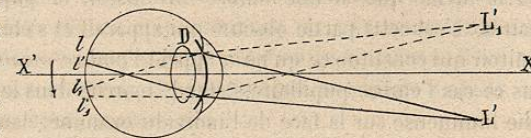


Fig. 330.

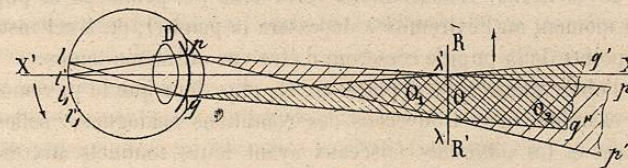


Fig. 331.

rétine : l'image réelle de cette tache se fera en  $\lambda \lambda'$ ,  $\lambda$  étant l'image de  $l$  et  $\lambda'$  l'image de  $l'$ , c'est-à-dire que le faisceau ayant son sommet en  $l$  dans l'œil est remplacé hors de l'œil par un faisceau convergent ayant son sommet en  $\lambda$ , et de même pour  $l'$  et  $\lambda'$ .

Mais nous pouvons considérer les rayons comme groupés autrement et, par exemple, concevoir que tous les rayons qui passent en un point de la pupille, en son bord  $p$  par exemple, constituent un faisceau tel que  $p'pp''$ . Si un observateur reçoit ce faisceau et s'il est à une distance de  $p$  pour laquelle il peut accommoder, il verra le point  $p$  sommet de ce

faisceau : il en serait de même de tous les autres points de la pupille, et notamment du point  $q$  bord opposé.

Lorsqu'on déplace le miroir dans le sens déjà indiqué la tache lumineuse sur la rétine passant de  $l' l'$  à  $l_1 l'_1$ , l'image réelle se meut et tous les faisceaux se déplacent ensemble dans le sens de la flèche.

655. — Ceci posé, quel sera l'effet produit pour l'observateur? Trois cas différents peuvent se présenter suivant la position qu'il occupe par rapport au plan  $R R'$ .

1° Si l'observateur a l'œil en  $O$ , entre l'œil examiné et son p. remotum, lorsque les faisceaux se déplacent dans le sens de la flèche, on voit que le faisceau  $p' p p''$  cessera le premier de rencontrer l'œil de l'observateur et qu'il en sera successivement de même de tous les autres, le dernier qui rencontre l'œil étant  $q' q q''$ . Pour l'observateur qui voyait d'abord la pupille éclairée dans toute son étendue, puisqu'il recevait des faisceaux ayant leurs sommets en ses divers points, le point  $p$  cessera le premier d'être éclairé, puis successivement les autres, de  $p$  à  $q$  : l'effet sera le même que si une ombre envahissait la pupille précédemment éclairée : c'est cette partie obscure qui apparaît et s'étend quand on tourne le miroir qui constitue ce qu'on a appelé l'ombre pupillaire. On voit que dans ce cas l'ombre pupillaire s'étend, marche dans le même sens que la tache lumineuse sur la face de l'individu examiné, dans le sens du déplacement du miroir.

2° L'observateur a l'œil placé en  $O$  dans le plan qui passe par le p. remotum. On voit que, dans ce plan, tous les faisceaux ayant pour sommets les divers points de la pupille ont même section  $\lambda \lambda'$ . Si on déplace le miroir, l'image  $\lambda \lambda'$  se déplacera comme nous l'avons dit dans le sens de la flèche. L'observateur verra tous les points de la pupille jusqu'au moment où l'extrémité  $\lambda$  dépassera le point  $O$ , et, à cet instant, tous les points de la pupille cesseront d'être vus en même temps.

3° Si l'observateur a l'œil placé en  $O_2$  plus loin que le p. remotum de l'œil examiné, nous trouverons des conditions analogues à celles du premier cas et les différents faisceaux ayant leurs sommets aux divers points de la rétine cesseront successivement d'arriver à l'œil de l'observateur. Mais comme on le voit immédiatement, dans ce cas, c'est le faisceau  $q' q q''$  qui cesse le premier de rencontrer l'œil de l'observateur  $O_2$ , c'est le faisceau  $p' p p''$  qui est le dernier à le rencontrer. L'observateur verra donc dans ce cas l'ombre envahir la pupille du bord  $q$  au bord  $p$ , c'est-à-dire en sens contraire du déplacement de la tache lumineuse sur la figure, en sens contraire du déplacement du miroir.

656. — Voici, en s'appuyant sur les indications précédentes, la marche la plus simple à suivre pour employer la kératoscopie ou méthode de l'ombre pupillaire à déterminer la réfraction de l'œil et à évaluer les amétropies.

L'observateur muni du miroir plan de l'ophthalmoscope se place à 1 mètre de l'œil examiné et met devant cet œil une lentille convergente de 1 dioptrie. Si l'œil est emmétrope, il constitue avec cette lentille un système myope dont le p. remotum est à 1 mètre, c'est-à-dire que l'observateur est au p. remotum même. L'observateur cherche à éclairer l'œil examiné et à voir la teinte rose caractéristique; quand ce résultat est atteint, il fait tourner lentement le miroir. Dans les conditions que nous supposons il voit l'ombre envahir à la fois toute l'étendue de la pupille.

Si l'œil examiné n'est pas emmétrope les résultats sont différents. D'abord, par exemple, s'il est myope, le p. remotum du système qu'il constitue avec la lentille convergente de 1 dioptrie est plus près de l'œil que 1 mètre; l'observateur se trouve donc plus loin que le p. remotum et, par suite, en déplaçant le miroir, il voit l'ombre envahir la pupille en sens contraire du déplacement du miroir.

Si, au contraire, l'œil examiné est hypermétrope, la puissance du système qu'il forme avec la lentille convergente de 1 dioptrie est moindre que celle de la lentille même : le p. remotum est donc plus éloigné que 1 mètre. L'observateur se trouve alors placé entre ce point et l'œil examiné et, en déplaçant le miroir, il voit l'ombre envahir la pupille dans le sens du déplacement du miroir.

Cette méthode est très simple, on le voit; elle présente surtout le grand avantage que l'état de l'œil de l'observateur n'intervient pas et qu'il n'y a pas à chercher une image nette : il suffit de voir la pupille éclairée et de distinguer comment elle s'obscurcit par un déplacement du miroir.

657. — Pour déterminer le degré d'une amétropie, l'observateur se place dans les mêmes conditions, c'est-à-dire à la distance de 1 mètre et met successivement devant l'œil des lentilles diverses jusqu'à ce que le système formé de l'œil et de la lentille ait son p. remotum à 1 mètre, c'est-à-dire jusqu'à ce que par le déplacement du miroir l'ombre envahisse en même temps toute la pupille. Si, par exemple, l'œil examiné est hypermétrope, on emploie des lentilles convergentes : lorsqu'on est arrivé au résultat indiqué ci-dessus, c'est que le système composé de l'œil et de la lentille a une myopie de 1 dioptrie; on a donc dépassé le but à atteindre par la correction, et en prenant un verre convergent dont la puissance soit moindre de 1 dioptrie que celui qu'on a employé, on ramènera l'œil à l'emmétropie, on aura effectué la correction.

Si l'œil a une myopie de 1 dioptrie, on en est averti directement sans l'emploi de verre; si la myopie est plus forte, on place devant l'œil des verres divergents jusqu'à ramener le système à une myopie de 1 dioptrie. Le verre qui fournit ce résultat n'est dès lors pas suffisant pour la correction complète et il faudrait prendre un verre divergent plus puissant de 1 dioptrie pour arriver à cette correction.

Dans ce cas, on pourrait opérer autrement : l'observateur, se rapprochant de l'œil examiné, cherche la position qu'il doit occuper pour que le déplacement du miroir amène l'obscurissement simultané de toutes les parties de la pupille; d'après ce que nous avons dit, l'œil de l'observateur est alors au p. remotum de l'œil examiné : il suffit donc de mesurer la distance des deux yeux. Cette méthode est d'une application au moins difficile pour les myopies supérieures à 5 dioptries, parce que l'observateur doit trop se rapprocher de l'œil examiné.

Enfin, ajoutons pour terminer que la même méthode peut être appliquée à la détermination de l'astigmatisme. On comprend, en effet, que, en faisant tourner le miroir successivement autour de divers axes, on puisse étudier la réfraction de l'œil dans les différents méridiens; il est donc possible de déterminer la direction des méridiens principaux et la puissance de l'œil dans chacun d'eux. On a ainsi tous les éléments nécessaires pour corriger l'astigmatisme.

## CHAPITRE V

### NOTIONS D'OPTIQUE PHYSIQUE

658. **Notions d'optique physique.** — Dans les chapitres précédents nous avons fait usage successivement de deux hypothèses différentes pour expliquer les phénomènes observés : l'hypothèse de l'émission (343) pour l'optique géométrique, l'hypothèse des ondulations (447) pour l'étude des radiations. Dès le début, nous avons indiqué que l'hypothèse de l'émission, quoique permettant d'exposer plus simplement les premiers phénomènes de l'optique géométrique, ne pouvait être acceptée, parce qu'elle est incompatible avec un certain nombre de faits dont l'hypothèse des ondulations rend compte, au contraire, d'une façon complète. Quelques-uns de ces faits donnent lieu à des applications utiles et méritent, à ce titre, d'être signalés; de plus, leur exposé rapide justifiera le rejet de l'hypothèse de l'émission et l'adoption de l'hypothèse des ondulations qui, développée par Huygens dont on lui donne quelquefois le nom, a été complétée par les recherches de Fresnel et des physiiciens modernes et répond à tous les besoins de la science actuelle.

Ainsi que nous l'avons dit, cette hypothèse ne s'applique pas seulement aux phénomènes lumineux, mais à tous ceux que nous avons rattachés aux radiations, et si, dans ce chapitre, nous signalons particulièrement les effets lumineux, c'est parce qu'ils sont plus faciles à étudier, étant directement observables; mais il importe de savoir que des effets

analogues peuvent être mis en évidence pour les phénomènes qui se rapportent aux actions calorifiques ou aux actions chimiques.

Nous attribuons l'origine des phénomènes lumineux au mouvement vibratoire des molécules de l'éther, mouvement vibratoire qui, communiqué en un point de l'espace, se propage dans toutes les directions soit dans le vide, soit dans la matière. Bien que cette hypothèse s'accorde bien comme nous l'avons vu d'une manière générale avec les faits mis en évidence par l'étude des radiations, nous n'avons pas encore signalé d'une manière précise des effets impliquant d'une manière presque nécessaire l'existence de mouvements vibratoires; les phénomènes d'interférence et de diffraction que nous allons indiquer conduisent naturellement, au contraire, à la nécessité de cette hypothèse. L'étude de la polarisation précisera certaines conditions de ce mouvement vibratoire, et l'exposé des phénomènes de polarisation rotatoire mettra en évidence l'influence de la matière et de sa constitution sur les vibrations de l'éther.

C'est l'ensemble des principaux faits se rapportant à ces trois ordres de questions que nous réunissons sous le titre d'*Optique physique*.

659. — Mais, avant d'aborder l'examen de ces questions, il est utile de donner quelques indications générales dont nous aurons à faire usage.

Quelle que soit la nature attribuée à la cause des phénomènes lumineux, on ne saurait admettre que son action se transmette *instantanément* à distance : elle se propage très rapidement, mais il faut un temps fini pour passer d'un point à un autre.

Le fait a été mis en évidence, d'abord par des observations astronomiques : l'étude des éclipses des satellites de Jupiter par Rømer (1676), celle de l'aberration des étoiles par Bradley (1728). Plus récemment les recherches de Foucault, de Fizeau (1850) et de M. Cornu (1873) ont confirmé les premiers résultats obtenus et ont permis même de déterminer la vitesse avec laquelle se propage dans l'éther la cause des phénomènes lumineux. Sans entrer dans l'indication des méthodes employées, nous nous bornerons à dire que cette vitesse est d'environ 300 000 kilomètres par seconde.

Disons, également sans insister, que Foucault a pu expérimentalement déterminer la vitesse de propagation dans l'eau, qu'il a trouvée différente. Le résultat qu'il a obtenu est fort important, car il est conforme à ce qu'on pouvait déduire de l'hypothèse des ondulations : si  $u$  est la vitesse de propagation dans une substance,  $u_a$  la vitesse de propagation dans le vide, le rapport  $\frac{u_a}{u}$  est égal à l'indice de réfraction de la substance par rapport au vide.

660. — Considérons un centre A de vibrations dans l'éther et cherchons à nous rendre compte de la manière dont ces vibrations vont se