

ARTICLE VI.

ASTIGMATISME.

Nous nous sommes occupé jusqu'ici des anomalies de la réfraction dues à un excès ou à un défaut de puissance réfringente de l'œil considéré dans son ensemble. Nous avons, à cet égard, distingué les yeux myopes, dans lesquels les rayons de lumière venant d'un objet éloigné se réunissent sur un point devant la rétine, et les yeux hypermétropes, dans lesquels ces mêmes rayons lumineux se réunissent sur un point derrière la rétine. — Mais il se rencontre aussi des yeux dans lesquels les rayons de lumière ne se réunissent plus du tout sur un seul point, parce que la force de réfraction n'est pas égale dans tous les méridiens de l'œil ou dans les divers secteurs d'un de ces méridiens. Bien que ces méridiens traversent la même surface, leur courbure varie quelquefois considérablement, et il s'ensuit naturellement que les rayons de lumière qui pénètrent dans la direction d'un méridien plus courbe sont réunis plus vite et font leur foyer plus près de la surface réfringente que les rayons qui pénètrent dans la direction d'un méridien dont la courbure est plus faible.

Cette différence dans la puissance réfringente des méridiens de l'œil constitue ce qu'on nomme l'*astigmatisme* (α , privatif, et $\sigma\tau\epsilon\gamma\mu\alpha$, point) et devient la cause d'une aberration plus ou moins considérable de la lumière.

Avant d'entrer plus loin dans l'étude de l'astigmatisme, nous devons expliquer ce qu'on entend par *aberration de la lumière*. Tout point lumineux envoie un faisceau de rayons divergents qui sont dits *homocentriques*, comme partant d'un même centre. Lorsque ce faisceau de rayons rencontre un système réfringent à surfaces sphériques, tels que l'œil type, il est réfracté de façon à venir faire foyer sur un seul point.

Cette loi des rayons homocentriques subit en réalité quelques altérations en ce sens que les rayons lumineux, après leur réfraction, ne se réunissent plus exactement dans un même point, mais que les uns arrivent à la réunion plus près de la surface réfringente

que les autres (voy. fig. 172). Il en résulte que le foyer, au lieu d'être un point, devient une ligne (ligne focale de *Sturm*). Cette réunion irrégulière des rayons réfractés dépend de deux causes que nous pouvons, par conséquent, considérer comme produisant les deux sortes d'aberration de la lumière, sujet de notre étude.

La première, c'est que la lumière, la lumière solaire par exemple, n'est pas homogène, mais composée de rayons qui diffèrent dans leur réfrangibilité et dans leur longueur d'ondulations, ce qui fait que les uns rejoignent l'axe plus vite, d'autres plus lentement; le violet et le bleu sont le plus tôt réunis, le rouge plus tard. C'est là ce qu'on appelle l'*aberration chromatique*. Elle existe

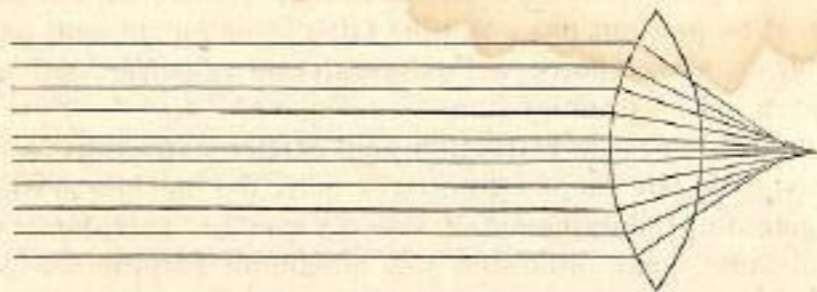


Fig. 172.

aussi dans l'œil, où sa présence a été prouvée par différentes expériences; cependant l'acuité de notre vision n'en est pas altérée d'une manière sensible¹.

Si maintenant nous prenons une lumière homogène, rouge par exemple, et homocentrique, nous verrons que le faisceau qui frappera une surface sphérique sera soumis à une seconde espèce d'aberration. En effet, les rayons qui passent vers le centre de la lentille sont réfractés autrement que ceux qui passent vers la périphérie, et la différence de réfraction devient d'autant plus grande que nous nous éloignons davantage de l'axe. Il n'y a que les rayons qui passent par des points situés symétriquement autour de l'axe qui se réuniront en un même point. Les rayons marginaux seront réunis plus près de la lentille que les rayons centraux. La lumière homogène et homocentrique se réunit donc aussi en plusieurs points et non en un seul; c'est là l'*aberration de sphéricité*. Cette aberration existe dans chaque œil, et elle gênerait fort la vision si elle n'était en grande partie corrigée par la structure spéciale du cristallin et par la présence de l'iris, qui supprime les rayons marginaux.

1. Voyez, pour plus de détails à ce sujet, Helmholtz, *Optique physiologique*, §§ 13 et 14.

Toute aberration en vertu de laquelle la lumière homocentrique ne se réunit pas en un point, mais en plusieurs, peut porter le nom d'*astigmatisme*. Cependant on a réservé ce nom à l'aberration dépendant de la *forme* des surfaces réfringentes de l'œil, qui ne sont pas parfaitement sphériques. Lorsque la réfraction varie dans les divers *secteurs* d'un même méridien, l'*astigmatisme* est appelé *irrégulier*, et c'est à lui que M. *Donders* attribue la polyopie monoculaire. Lorsque les différents *méridiens* de l'œil n'ont pas la même force de réfraction, les rayons homocentriques subissent une réfraction différente, selon qu'ils traversent l'un ou l'autre de ces méridiens, et ne peuvent pas non plus faire foyer en un seul point. Nous avons alors affaire à l'*astigmatisme régulier*, qui nous occupera ici en premier lieu.

Cette différence de réfraction peut exister entre tous les méridiens; mais elle est peu prononcée entre des méridiens voisins et augmente graduellement à mesure que les méridiens sont plus distants, pour atteindre son maximum lorsque les méridiens sont perpendiculaires entre eux. Les deux méridiens qui ont la plus grande différence de réfraction sont désignés sous le nom de *méridiens principaux*.

Il en résulte donc pour l'œil astigmaté l'impossibilité de réunir sur la rétine en même temps les rayons de lumière qui traversent les méridiens différents par leur puissance réfringente. Lorsque les deux méridiens principaux, comme cela arrive souvent, ont la direction verticale et horizontale, l'œil astigmaté ne pourra distinguer nettement des lignes horizontales et verticales placées à la même distance de l'œil. A la distance où les unes pourront être reconnues et comptées sans difficulté les autres paraîtront confuses, et *vice versa*.

Pour faire bien comprendre les conséquences de l'astigmatisme dans l'œil, exposons encore l'expérience suivante, due à *Donders*. Lorsqu'on pratique dans une feuille de carton une petite ouverture ronde et qu'on place le carton à contre-jour, on voit pour une certaine distance le trou sous la forme d'un point lumineux; mais si, sans changer la tension de l'accommodation, on rapproche ou éloigne le carton, l'ouverture paraîtra ovale, alternativement dans le sens transversal et dans le sens longitudinal. Si l'on poursuit l'expérience, on verra que l'ouverture revêt successivement les formes indiquées dans la figure 173.

Expliquons par quelques mots cette expérience :

Dans A la distance est telle que ni les rayons verticaux (*v*) ni les rayons horizontaux (*h*) ne se sont encore réunis, mais les

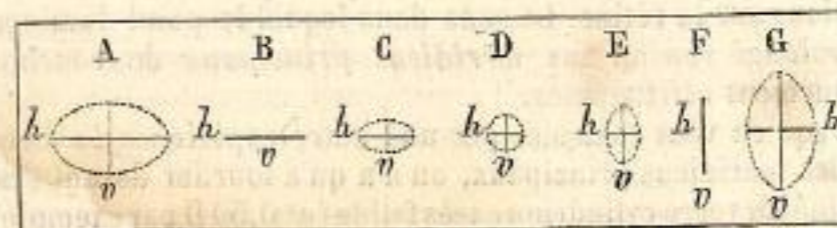


Fig. 173.

premiers sont plus près de leur réunion, ce qui prouve que le méridien vertical est plus réfringent.

Dans B, les rayons verticaux sont réunis dans un point, l'ouverture apparaît sous forme d'une ligne transversale.

Dans C, les rayons verticaux, après s'être croisés, divergent.

Dans D et E, les relations sont les mêmes, les rayons verticaux se sont croisés, les horizontaux s'approchent de plus en plus de leur réunion en un point. Ils y sont arrivés en F, et l'ouverture apparaît de nouveau comme une ligne, mais cette fois-ci verticale.

Dans G, les deux ordres de rayons, aussi bien les horizontaux que les verticaux se sont croisés et divergent.

On voit par ces divers dessins que l'ouverture n'est vue ronde que dans une seule distance, D, où les rayons verticaux divergent sous le même angle que les rayons horizontaux convergent. La distance entre les deux points où se réunissent, d'une part les rayons verticaux, B, d'autre part les horizontaux, F, a reçu par *Sturm* le nom d'*intervalle focal*. C'est juste au milieu de l'intervalle focal que l'ouverture apparaît ronde, et c'est probablement aussi pour cette distance que l'œil astigmaté s'accomode.

Le phénomène que nous venons de décrire, et qui dépend de l'astigmatisme de l'œil, devient encore plus évident lorsqu'on met devant l'œil un verre convexe faible (n° 0,75 D par exemple) et qu'on fait ensuite passer devant le même œil un verre concave plus fort (par exemple n° 1,50 D). Suivant que ce second verre se trouve devant l'autre ou non, le point lumineux

(sans changer sa distance de l'œil) apparaîtra sous forme d'une ligne tantôt verticale, tantôt horizontale; si les passages successifs du second verre sont suffisamment rapides, l'œil pourra même percevoir une croix, à cause de la persistance des impressions sur la rétine. Le sens dans lequel le point lumineux est prolongé répond aux *méridiens principaux* de courbure des surfaces réfringentes.

Lorsqu'on veut contrôler par une autre expérience la direction des méridiens principaux, on n'a qu'à tourner devant l'œil examiné un verre cylindrique très faible (n° 0,50 D par exemple); on reconnaîtra alors deux positions du verre qui agissent dans un sens opposé sur l'acuité de la vision. Dans l'une de ces positions, celle où l'astigmatisme du verre corrige l'astigmatisme de l'œil, la vision sera meilleure; dans l'autre, où l'effet du verre s'ajoute à l'astigmatisme de l'œil, la vision sera plus mauvaise. — L'expérience démontre que ces deux méridiens dans lesquels la réfraction est au maximum et au minimum sont toujours perpendiculaires entre eux, ce qui est très avantageux, tant pour les recherches que pour la correction de l'astigmatisme. Par contre, ce n'est pas toujours le méridien vertical ni l'horizontal qui sont les méridiens principaux, mais bien plus souvent des méridiens qui obliquent un peu dans un sens ou dans l'autre. Cependant, pour plus de commodité dans l'exposition, nous supposons souvent que les méridiens principaux d'un œil astigmaté sont le méridien vertical et l'horizontal.

Les *troubles fonctionnels* qui doivent résulter nécessairement d'un tel état de choses se déduisent aisément des explications que nous venons de donner sur les effets optiques de l'astigmatisme. Si l'on réfléchit que nos caractères d'imprimerie se composent pour la plupart de lignes verticales et horizontales, que les images de tous les objets qui nous entourent résultent également de ces lignes ou de lignes courbes, et que l'œil astigmaté n'est pas en état de reconnaître en même temps et distinctement les lignes verticales et horizontales situées dans un même plan, ni de distinguer des formes rondes, qui lui paraîtront allongées dans un sens ou dans l'autre; si l'on réfléchit, dis-je, à l'influence que cette anomalie de réfraction doit avoir sur la forme des images rétinienne, on peut se faire aisément une idée des troubles visuels qui

résultent de l'astigmatisme. Nous ne pouvons oublier que l'astigmaté n'amène jamais sur sa rétine que des images diffuses; tandis que le myope peut remédier à son défaut de réfraction en se rapprochant des objets, l'hypermétrope en se servant de son accommodation, et que l'un et l'autre peuvent par ces moyens ou par l'usage des verres sphériques amener des images nettes sur leur rétine, l'œil astigmaté ne trouvera dans aucun de ces moyens une correction complète à son anomalie.

Le trouble visuel est surtout évident lorsque l'œil stigmaté doit distinguer des lignes verticales et horizontales situées dans le même plan et très près les unes des autres. Les cercles de diffusion qui se forment dans une direction recouvrent les images nettes qui se produisent dans celle pour laquelle l'œil est adapté, et la vision devient diffuse; voilà ce qui arrive pour la plupart des lettres capitales romaines.

Lorsqu'on veut neutraliser cette anomalie à l'aide de verres sphériques ordinaires, on peut employer successivement plusieurs verres de force différente qui amèneront une même amélioration dans la vision sans produire une acuité normale. S'il existe, en effet, M 5 D dans le sens vertical, M 3 D dans le sens horizontal, avec — 5 D il y aura amélioration de la vision dans un sens, avec — 3 D dans l'autre et avec — 4 D dans les deux sens, cependant sans que le défaut de réfraction soit neutralisé d'une manière complète.

Il est très naturel que les astigmatés voient mieux à travers une *fente sténopéique* (voy. p. 498). En effet, ils ne voient jamais distinctement que dans la direction d'un méridien, tandis que les rayons pénétrant dans le méridien opposé ne jettent que de la confusion dans leurs images rétinienne. C'est là justement ce qui gêne principalement la vision, et si l'on couvre, à l'aide d'un appareil sténopéique, les parties de l'œil qui sont cause de cette confusion, la vision sera améliorée. Les astigmatés eux-mêmes se servent de leurs paupières comme d'un appareil sténopéique; ils les ferment de façon à ce que l'ouverture palpébrale représente une fente, puis ils inclinent leur tête d'un côté ou de l'autre jusqu'à ce que cette fente corresponde à un des méridiens principaux. D'autres fois ils cherchent à obtenir l'effet voulu en exerçant avec le doigt une traction sur la peau près de l'angle externe de l'œil, traction

qui rétrécit la fente palpérale et lui donne la direction reconnue par l'expérience comme la meilleure pour la netteté de la vision.

Un certain nombre d'astigmates hypermétropes prennent l'habitude de mettre les objets qu'ils veulent reconnaître, par exemple le livre dans lequel ils veulent lire, extrêmement près des yeux, se donnant ainsi l'aspect de personnes fortement myopes. Ils profitent ainsi de l'agrandissement de l'angle visuel, qui (d'après l'explication donnée par de Graefe) augmente plus vite que le diamètre des cercles de diffusion. Après correction de leur astigmatisme par le verre approprié, ils préfèrent naturellement éloigner le livre.

Des lignes de même longueur, mais dirigées les unes horizontalement, les autres verticalement, paraissent à l'astigmate de longueurs différentes, et ce même phénomène fausse son jugement sur la forme des objets. C'est ainsi qu'un carré a pour lui la forme d'un rectangle.

Enfin, on observe chez les astigmates un autre trouble de vision : ils voient les couleurs du prisme autrement disposées que nous ne les voyons d'ordinaire. Chez eux, l'aberration chromatique se fait sentir, ils voient au bord des objets des couleurs invisibles à l'œil normal. *Helmholtz* a fait des expériences très instructives sur l'emploi des verres colorés comme moyen de diagnostic des diverses sortes d'amétropies ; mais l'examen de ces expériences nous entraînerait trop loin¹.

Diagnostic de l'astigmatisme. — Nous avons ici plusieurs points à considérer :

1° Le trouble de vision qu'accuse le malade dépend-il de l'astigmatisme ?

2° Il y a astigmatisme ; quelle est la direction des méridiens principaux ?

3° Quel est l'état de la réfraction dans chacun des méridiens principaux, par conséquent quelle est l'espèce, quel est le degré de l'astigmatisme existant ?

Pour résoudre ces diverses questions, on dispose de divers moyens dont nous allons indiquer les plus pratiques. Disons

1. Voyez, pour plus de détails, *Helmholtz*, *Optique physiologique*, traduction de Javal et Klein. Paris, 1867.

d'abord, et ceci n'a pas besoin d'être expliqué d'après les études qui précèdent, qu'une personne atteinte d'un astigmatisme excédant un certain degré n'a jamais une acuité normale de la vision, et, ce qui est assez important, ce défaut de la force visuelle a toujours existé. Ces malades déclarent qu'ils n'ont jamais vu aussi bien que des personnes ayant des yeux normaux, ou du moins ils se sont aperçus qu'ils avaient mauvaise vue quand ils ont commencé à se servir de leurs yeux pour des travaux assidus. On place ces malades devant les échelles typographiques graduées ; on constate ainsi immédiatement de combien leur force visuelle est au-dessous de l'acuité normale, et l'on essaye si les verres convexes ou concaves améliorent leur vision. On trouve généralement, lorsqu'il s'agit d'astigmatisme, plusieurs verres convexes par exemple, mais de différents numéros, qui améliorent la vision au même degré, mais sans la rendre absolument normale¹. Nous reconnaissons ainsi qu'il n'existe pas seulement de l'hypermétropie, mais une autre complication qui empêche l'acuité de la vision d'être normale.

Très souvent, l'existence de l'astigmatisme se révèle alors directement par la forme de la cornée, et *Donders* a indiqué un moyen de la constater sans autre mensuration, d'après l'image réfléchie par la cornée, d'une croisée ou d'un autre objet carré et très éclairé, situé vis-à-vis de l'œil examiné. Lorsque l'asymétrie de la cornée est très sensible, ces images, au lieu d'être carrées comme les objets, sont allongées dans un sens ou dans l'autre, et la direction de cette déformation correspond naturellement à celle dans laquelle la cornée a une courbure moins forte.

L'ophtalmoscope nous donne un moyen un peu plus exact pour diagnostiquer l'existence de l'astigmatisme : De même que l'astigmate ne peut voir en même temps des lignes horizontales et verticales avec une netteté égale, de même nous ne pourrions voir simultanément, en examinant à l'image droite la rétine de son œil, tous les vaisseaux qui suivent sur cette membrane une direction horizontale et verticale. On ne voit dans ces cas, avec une netteté parfaite, que les vaisseaux qui suivent une di-

1. Nous devons cependant rappeler ici que dans les degrés très forts de myopie et d'hypermétropie, l'acuité de la vision, malgré la neutralisation complète du défaut de réfraction, reste aussi bien souvent au-dessous de l'acuité normale, lors même qu'il n'y a pas d'astigmatisme.

rection déterminée, et il faut changer d'accommodation ou de verre correcteur pour voir aussi nettement ceux qui ont la direction opposée (*Donders*). — Il est peut-être plus facile encore de diagnostiquer l'existence de l'astigmatisme dans l'œil, à l'aide de l'ophtalmoscope, en examinant la forme de la papille du nerf optique. Si cette dernière est en réalité parfaitement ronde, elle doit, dans un œil astigmaté, paraître ovale (*Knapp*); mais il arrive souvent que la papille optique est réellement ovale et l'astigmatisme de l'œil se révèle plutôt dans le fait suivant : La papille optique allongée dans un sens, lorsque nous examinons à l'image droite, subit, par l'effet de l'astigmatisme, un allongement en sens contraire, dans l'image renversée (*Schweigger*).

Il faut cependant avouer que la détermination de l'astigmatisme à l'aide de l'ophtalmoscope demande une assez grande habitude dans le maniement de cet instrument, et d'ailleurs cette manière d'exploration ne donne des renseignements précis que lorsque le degré de l'astigmatisme est assez prononcé pour produire des changements appréciables dans la forme de la papille optique. Parmi un grand nombre d'autres moyens qui ont été imaginés, nous ne voulons en indiquer que deux que nous considérons comme les plus pratiques, puisqu'ils nous renseignent non seulement sur l'existence de l'astigmatisme, mais en même temps sur la direction des méridiens principaux.

Quand un œil normal regarde les lignes tracées, comme

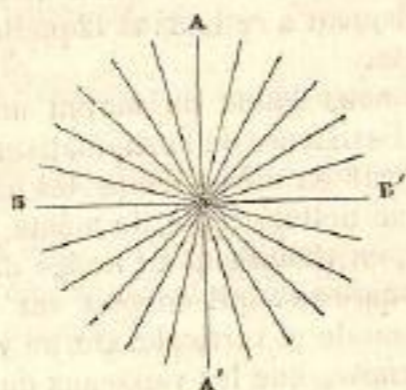


Fig. 174.

dans la figure 174, sur un carton, il les voit toutes également nettes, et si l'on rapproche le carton lentement des limites de

la vision distincte, toutes les lignes à la fois perdent de leur netteté quand elles se trouvent en deçà du *punctum proximum*, ou au delà du *punctum remotissimum*. Un œil astigmaté qui regarde les lignes de la figure 173 ne les verra pas toutes également bien à la même distance, et lorsque le carton se trouvera à une distance suffisamment grande pour que les lignes commencent à disparaître, une seule de ces lignes restera nette le plus longtemps. La direction de cette ligne indique en même temps celle du *méridien principal*, dans lequel la *puissance réfringente* de l'œil est la *plus faible*. Cette ligne est-elle verticale, le *méridien principal* ayant la puissance réfringente la plus faible sera horizontale, car c'est la réfraction exacte des rayons dans le *méridien horizontal* qui fait paraître une ligne verticale comme une ligne nette, ou comme une bande large à couleurs diffuses lorsque la réfraction dans ce *méridien* est exagérée ou insuffisante. L'autre *méridien principal* dans lequel la *puissance réfringente* de l'œil est la *plus forte*, est situé perpendiculairement au premier, comme nous l'avons indiqué plus haut. Il est évident que cette expérience se fait plus facilement sur des yeux myopes, chez lesquels on n'aura pas besoin d'éloigner beaucoup la figure 173, et voilà pourquoi on préfère placer devant l'œil à examiner, un verre convexe fort qui amène une myopie artificielle. *M. Javal* emploie un instrument (voy. plus loin) construit sur le principe de cette même expérience, pour déterminer immédiatement le degré de l'astigmatisme et le verre apte à le corriger.

Le second moyen consiste à faire fixer par le malade un point lumineux pareil à celui dont nous avons parlé plus haut (voy. p. 541); en plaçant devant son œil alternativement un verre concave et convexe, le point lui paraîtra allongé successivement dans deux directions perpendiculaires entre elles, et qui indiquent le maximum et le minimum de courbure de l'œil. Ces directions sont donc celles des *méridiens principaux* dont le diagnostic est ainsi fait.

Quand nous serons renseignés sur la présence de l'astigmatisme et la direction des méridiens principaux, il nous restera à rechercher l'état de réfraction de chacun de ces méridiens. Dans ce but, nous ramenons le malade devant les échelles typographiques, nous plaçons devant son œil une *lunette sténopéique* dont la fente est dirigée dans le sens d'un

des deux méridiens trouvés. Si la force visuelle est normale ($V = 1$) dans cette direction, l'œil est emmétrope dans ce méridien; dans le cas contraire, on cherche à déterminer, par l'essai des verres convexes ou concaves que l'on place derrière la fente, le degré de myopie ou d'hypermétropie qui existe dans ce méridien.

C'est ainsi que l'on détermine, de la même manière et avec les mêmes précautions que nous avons indiquées pour la recherche générale de la myopie et de l'hypermétropie, l'état de la réfraction successivement dans chacun des deux méridiens principaux. Ce sera le *verre concave le plus faible* avec lequel le malade voit le mieux dans un méridien qui représentera la myopie dans ce méridien. Par contre, le *verre convexe le plus fort* avec lequel le malade voit le mieux indiquera le degré de l'hypermétropie.

Lorsqu'on a reconnu qu'il existe de l'hypermétropie dans l'un ou l'autre des méridiens, on est exposé à commettre une erreur dans la détermination du degré d'hypermétropie, parce que le malade en cache facilement une partie par ses efforts d'accommodation. Il peut donc devenir nécessaire, pour arriver à une détermination exacte de l'astigmatisme hypermétrope, surtout chez des individus jeunes, de paralyser préalablement les efforts d'accommodation au moyen de l'atropine.

La réfraction des deux méridiens principaux étant trouvée, comment pourrions-nous exprimer le *degré* de l'astigmatisme? L'astigmatisme est constitué, comme nous l'avons défini, par l'asymétrie entre les méridiens de l'œil; son *degré* sera indiqué par la différence de courbure des deux méridiens les plus asymétriques l'un par rapport à l'autre, c'est-à-dire des deux méridiens principaux. Quant à la courbure respective de ces deux méridiens, elle est donnée par la force de réfraction qui existe dans chacun de ces deux méridiens. Le degré de l'astigmatisme est donc exprimé par la *différence de réfraction des deux méridiens principaux*.

Ceci posé, il reste à indiquer les différentes formes que peut prendre l'astigmatisme; nous en reconnaissons trois, que M. Donders a désignées sous les noms de :

1° L'astigmatisme simple;

2° L'astigmatisme composé;

3° L'astigmatisme mixte.

1° Dans l'*astigmatisme simple*, un des méridiens est emmétrope, l'autre est ou myope, ou hypermétrope, d'où deux variétés : l'*astigmatisme simple myopique*, l'*astigmatisme simple hypermétrope*.

Exemples : a. Dans le méridien horizontal, l'emploi de la fente sténopéique rend la vision normale; dans le méridien vertical, il faut armer la fente d'un verre concave n° 4 D; la différence de réfraction entre les deux méridiens est de 4 D, et comme un des méridiens est myope, on a affaire à un *astigmatisme simple myopique* de 4 D désigné par la formule :

$A m 4 D.$

b. L'œil peut être emmétrope dans le méridien vertical, et hypermétrope dans le méridien horizontal; si l'hypermétropie est de 4 D, c'est un *astigmatisme simple hypermétrope* de 4 D, désigné par la formule :

$A h 4 D.$

2° Dans l'*astigmatisme composé*, les deux méridiens principaux sont tous deux myopes ou hypermétropes, mais alors à des degrés différents; la différence entre le degré de myopie ou d'hypermétropie constaté dans chacun des méridiens donne le degré d'astigmatisme.

Exemples : a. Un œil a une myopie de 3 D dans le sens vertical, une myopie de 2 D dans le sens horizontal : la différence entre ces deux degrés de myopie est de 1 D, et le degré de l'astigmatisme sera exprimé par le même chiffre. Cependant la simple indication du degré de l'astigmatisme composé ne ferait pas connaître d'une manière suffisamment exacte l'état de réfraction de l'œil. Pour le préciser davantage, il faut indiquer de quoi se compose cet astigmatisme. Dans l'exemple choisi, il existe dans l'œil une myopie générale de 2 D et dans le méridien vertical il y a un surcroît de myopie de 1 D, ce qui constitue l'astigmatisme. On dit donc : cet œil est atteint d'*astigmatisme myopique composé : myopie générale de 2 D plus astigmatisme myopique de 1 D*, désigné par la formule :

$M 2 D + A m 1 D.$

b. De même pour l'astigmatisme composé hypermétropique. On considère l'œil comme hypermétrope d'une façon absolue; le degré d'hypermétropie générale correspond au degré d'hypermétropie dans le méridien où l'amétropie est la moins forte; l'astigmatisme se mesure comme toujours par la différence entre la réfraction des deux méridiens. Soit par exemple une hypermétropie de 1 D dans le méridien vertical, et de 2 D dans l'horizontal, nous avons un *astigmatisme hypermétropique composé*: hypermétropie générale de 1 D, plus *astigmatisme hypermétropique* de 1 D, désigné sous la formule :

$$H 1 D + A H 1 D.$$

3° Dans l'*astigmatisme mixte*, un des méridiens principaux est myope, l'autre hypermétrope. Si le degré de myopie est plus fort que celui de l'hypermétropie, on désigne cet astigmatisme sous la formule : *A m h*; lorsque l'hypermétropie prédomine, on le désigne par *A h m*. — Quant au degré de l'astigmatisme mixte, il est exprimé par la somme des chiffres qui servent à noter le degré d'amétropie dans chaque méridien.

Exemples : a. Soit donné un œil avec myopie 3 D dans le sens vertical, avec hypermétropie 1,50 D dans le sens horizontal, on aura à désigner cet *astigmatisme mixte* par la formule :

$$A m h 4,50 D = M 3 D + H 1,50 D.$$

b. Si l'œil a une hypermétropie de 2D dans le méridien horizontal, une myopie de 0,75D dans le méridien vertical, on aura à désigner cet astigmatisme mixte par la formule :

$$A h m 2,75 D = H 2 D + M 0,75 D.$$

Un autre moyen de diagnostiquer l'astigmatisme et de préciser sa forme, moyen précieux aussi pour contrôler les résultats fournis par l'examen que nous venons de décrire, consiste dans l'emploi des *verres cylindriques*. Lorsqu'il sera question de la correction de l'astigmatisme, nous donnerons la description de ces verres et de leurs particularités optiques. Dans ce moment, nous voulons indiquer comment ils peuvent servir au diagnostic de l'astigmatisme. Quand nous avons trouvé, à l'aide des échelles typographiques placées à la distance de 6 mètres,

le verre concave ou convexe qui produit la plus grande amélioration de l'acuité visuelle, sans cependant la rendre normale, nous faisons tourner devant l'œil examiné un verre cylindrique positif ou négatif de 0,75 D. Dans les cas où ce verre produit toujours la même modification de la vision, quelle que soit sa position, il n'existe pas d'astigmatisme; dans le cas contraire nous constatons bientôt que dans une position déterminée de ce verre, l'acuité de la vision diminue considérablement, tandis qu'elle augmente lorsque le verre cylindrique se trouve placé dans une direction perpendiculaire à la première. L'astigmatisme et la direction des méridiens principaux sont ainsi constatés; il faut alors essayer et faire tourner devant l'œil des verres cylindriques positifs ou négatifs, d'abord faibles, et puis de plus en plus forts, jusqu'à ce que l'on ait trouvé le verre, et la position dans laquelle il faut placer ce verre, pour qu'il procure à l'œil examiné la plus grande force visuelle.

Ce mode d'examen dont je me sers avec prédilection et que je ne saurais assez recommander pour obtenir un résultat exact et rapide, devient assez incommode lorsqu'il faut tourner avec la main le verre cylindrique devant l'œil du malade. Pour obvier à cet inconvénient, on se sert avec avantage de l'appareil construit par M. Unger (*Astigmatomètre*, fig. 175), dans lequel les

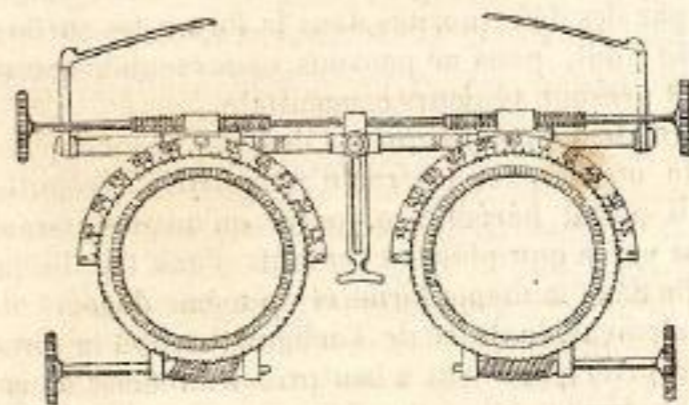


Fig. 175. — Astigmatomètre d'Unger.

verres cylindriques, accolés aux verres concaves ou convexes, sont rendus mécaniquement mobiles et peuvent être tournés dans tous les sens à l'aide de deux boutons placés latéralement

et que le médecin peut mettre lui-même en mouvement ou qu'il peut faire manier par le malade.

Enfin, on a aussi inventé des instruments dans le but de diagnostiquer et de mesurer l'astigmatisme, et dont nous voulons citer deux qui méritent d'être mentionnés à cause de leur ingéniosité : l'optomètre binoculaire de *Javal* et les lunettes doubles de *Snellen* construites d'après le principe de la lentille de *Stokes*.

Étiologie. — Les mensurations nombreuses pratiquées par MM. *Knapp* et *Donders*, à l'aide de l'ophtalmomètre de *Helmholtz*, ont démontré que l'astigmatisme régulier est produit presque exclusivement par l'asymétrie de la cornée, laquelle est ordinairement plus convexe dans son méridien vertical que dans le méridien horizontal. Cependant, on a reconnu en même temps que, dans certains cas, l'asymétrie de la cornée ne correspond pas tout à fait à l'astigmatisme de l'œil. Il faut bien en conclure que le cristallin peut posséder également de l'asymétrie; mais, d'après les différentes mensurations, le plus souvent en sens inverse de celle de la cornée. L'asymétrie du cristallin tend donc à corriger l'astigmatisme de la cornée; il est rare qu'elle contribue à l'augmenter, et plus rarement encore le siège de l'astigmatisme est dans le cristallin seul.

Puisque nous avons vu que l'astigmatisme est causé exclusivement par des défauts dans la forme des surfaces réfringentes de l'œil, nous ne pouvons nous étonner que cette anomalie soit presque toujours congénitale.

L'astigmatisme congénital est donc de beaucoup le plus fréquent, du moins pour les cas d'astigmatisme régulier. Quelquefois il paraît héréditaire, parce qu'un des parents en est atteint ou parce que plusieurs enfants d'une famille présentent l'anomalie dans la même forme et au même degré.

Généralement, le degré de l'astigmatisme et la direction des méridiens principaux sont à peu près les mêmes dans les deux yeux de l'individu astigmaté. Cependant on rencontre aussi des cas où l'état de réfraction présente de grandes différences dans les deux yeux. Ainsi, nous voyons par exemple chez le même individu, d'un côté un état de réfraction normal (emmétropie), et un degré très prononcé d'astigmatisme dans l'autre œil. *Donders* a attiré l'attention des observateurs sur l'asymétrie des

deux côtés de la face, que l'on constate fréquemment en même temps que cette différence des deux yeux.

L'astigmatisme peut aussi être acquis, et succéder alors à des altérations morbides dans la forme de la cornée, ou à un déplacement du cristallin.

On constate assez souvent l'astigmatisme dans des yeux opérés de cataracte, même lorsqu'ils n'avaient pas eu trace d'astigmatisme avant l'opération. L'anomalie peut dans ces cas tenir à deux causes : L'asymétrie des méridiens de la cornée existait déjà avant l'opération, mais était corrigée par une asymétrie en sens inverse des méridiens du cristallin, du moins assez corrigée pour que le sujet ne se plaignît pas de troubles de vision (*de Graefe*). L'opération elle-même peut dans une seconde série de cas avoir amené l'astigmatisme, lorsqu'elle a été exécutée par lambeau cornéen. Le tissu cicatriciel, en se rétractant, attire la cornée dans ce sens et détermine ainsi une asymétrie des méridiens de cette membrane.

Traitement. — De même que la myopie est corrigée par des verres concaves, l'hypermétropie par des verres convexes, nous neutralisons les effets de l'astigmatisme par des verres cylindriques. Une lentille cylindrique est taillée de manière que les rayons de lumière qui la traversent dans une direction (celle de l'axe du cylindre), ne subissent aucune déviation dans leur marche; les rayons lumineux qui la traversent dans la direction opposée (perpendiculaire à l'axe du cylindre) sont réfractés. Si le cylindre est convexe, ils sont rendus plus convergents; tandis que si le cylindre est concave ils sont rendus plus divergents. On distingue ainsi des verres cylindriques, concaves ou convexes, d'après la valeur positive ou négative de leur puissance réfringente, et on les désigne de la même manière que les verres sphériques, en ajoutant seulement *c*. Ainsi, un verre cylindrique concave de 1 mètre de foyer sera désigné par $c - 1D$; un verre cylindrique convexe de 1 mètre de foyer, par $c + 1D$.

On comprendra facilement comment des verres cylindriques appropriés corrigeront tous les degrés d'astigmatisme simple, myopique ou hypermétropique; il suffira d'employer des verres cylindriques concaves dans le premier cas, convexes dans le second, et de placer toujours l'axe du cylindre dans le sens du méridien emmétrope.

Pour corriger $Am\ 4\ D$ (astigmatisme myopique de $4\ D$), on emploiera $c - 4\ D$, c'est-à-dire un verre cylindrique concave n° $4\ D$.

Pour corriger $Ah\ 2\ D$ (astigmatisme hypermétropique de $2\ D$), on emploiera $c + 2\ D$, c'est-à-dire un verre cylindrique convexe n° $2\ D$.

Dans ces deux cas il ne nous reste plus qu'à indiquer la position qu'il faudrait donner, dans les lunettes, aux verres cylindriques. Dans ce but, on détermine l'angle que l'axe du verre cylindrique doit former avec la verticale, détermination qui se fait très facilement pendant le diagnostic de l'astigmatisme, soit à l'aide de l'astigmomètre d'*Unger* où ces angles sont notés comme cela se voit sur la figure 175, soit directement par les verres cylindriques que nous plaçons dans une monture d'essai, dont chaque côté porte un limbe divisé de 15 en 15 degrés sur l'horizontale. D'ailleurs, pour éviter toute erreur, l'opticien peut laisser les verres mobiles dans leur monture; le médecin fait alors l'essai des lunettes sur le malade, régularise la direction de l'axe du cylindre et fait fixer le verre ainsi posé dans sa monture définitive.

Pour corriger l'*astigmatisme composé*, il faut combiner des verres sphériques avec des verres cylindriques; les opticiens fabriquent des verres *sphéro-cylindriques* dont l'axe présente une certaine force de réfraction, et la direction perpendiculaire à l'axe une force de réfraction supérieure. Ces verres sont taillés comme des verres sphériques sur une de leur surface, et comme des cylindres sur l'autre. Pour un cas d'astigmatisme composé de $M\ 3\ D + Am\ 1\ D$, il faudra un verre sphérique concave n° $3\ D$ combiné avec un verre cylindrique concave n° $1\ D$, que l'on désigne pour l'opticien plus brièvement par la formule :

$$- 3\ D \subset c - 1\ D$$

Pour un cas d'astigmatisme composé de $H\ 2\ D + Ah\ 1,25\ D$, il faudra un verre sphérique convexe n° $2\ D$ combiné avec un verre cylindrique convexe n° $1,25\ D$, que l'on désigne par la formule :

$$+ 2\ D \subset c + 1,25\ D$$

L'*astigmatisme mixte* est, on se le rappelle, la variété d'as-

tigmatisme dans laquelle l'un des méridiens est myope et l'autre hypermétrope. Pour corriger cette anomalie, les verres cylindriques simples ne pourraient pas servir, et les verres sphéro-cylindriques présentent, lorsqu'on veut les employer contre l'astigmatisme mixte, de grands inconvénients qu'il est facile d'éviter en se servant de verres dits *verres bicylindriques*. Ces verres ont deux surfaces cylindriques, dont les axes sont perpendiculaires l'un sur l'autre; l'une des surfaces est convexe, l'autre concave. Un verre bicylindrique qui doit avoir dans une direction l'effet d'un verre convexe n° $3\ D$ et dans l'autre (perpendiculaire à la première) l'effet d'un verre concave n° $2\ D$, serait désigné par la formule $c + 3\ D \subset c - 2\ D$. Il faudrait donc prescrire ce verre dans un cas d'astigmatisme mixte où il existe une hypermétropie de $3\ D$ dans un méridien, et une myopie de $2\ D$ dans l'autre.

Dans un cas d'astigmatisme mixte avec une myopie prédominante, par exemple $A\ m\ h\ 5\ D$ composé de $M\ 3\ D + H\ 2\ D$, le verre correcteur serait :

$$c - 3\ D \subset c + 2\ D$$

Dans tous ces cas, il faudrait placer l'axe de la surface concave dans la direction du méridien hypermétrope, et *vice versa* pour l'axe de la surface convexe.

Jusqu'ici nous ne nous sommes occupés que des verres à donner pour la vision de loin. Lorsqu'on veut donner des verres pour lire et écrire à un astigmat hypermétrope affecté de presbytie, ou à un astigmat myope (dans les conditions indiquées page 532), on ne changera rien à la force du verre cylindrique, mais on combinera avec le même verre cylindrique un verre sphérique convexe plus fort pour l'hypermétrope presbyte, un verre concave plus faible pour le myope. Ainsi, a-t-on affaire à un astigmat hypermétrope atteint de $H\ 3\ D + Ah\ 1,50$ et de presbytie $1\ D$, on ajoutera au verre qui neutralise l'hypermétropie ($+ 3\ D$) un autre verre qui indique le degré de sa presbytie ($+ 1\ D$). On obtiendrait ainsi un verre convexe n° $4\ D$, et le verre qu'on lui prescrirait pour lire serait le verre suivant : $+ 4\ D \subset c + 1,50\ D$. — Veut-on faire lire à une distance de 25 centimètres un astigmat myope atteint de $M\ 6\ D + Am\ 3\ D$: il faut déduire du verre qui corrige sa myopie une lentille

ayant pour distance focale la distance même à laquelle on veut que le myope voie. Dans l'exemple que nous avons choisi, le verre avec lequel il devrait lire à 25 centimètres serait un verre concave de 2 D ($6 - \frac{1}{0,25} = 6 - 4$) combiné avec un verre concave cylindrique n° 3 D. Nous désignons ce verre par la formule $-2D \text{ } \ominus \text{ } e - 3D$.

Ajoutons encore ici que lorsqu'on emploie des verres sphéro-cylindriques, il faut placer le verre de manière que la surface dont la courbure est la plus forte soit dirigée vers l'œil. Si l'une des surfaces est convexe, l'autre concave, c'est celle-ci qui doit être tournée vers la cornée.

ASTIGMATISME IRRÉGULIER.

L'*astigmatisme irrégulier* est produit, comme nous l'avons expliqué plus haut, par la différence de réfraction dans plusieurs secteurs du même méridien. Il en résulte un abaissement considérable de l'acuité visuelle et parfois la polyopie monoculaire. — La cause de l'astigmatisme irrégulier réside dans des irrégularités de courbure de la cornée, à la suite de kératites, de staphylômes et d'opérations, ou dans des modifications de l'indice de réfraction de la substance cristallinienne, que l'on observe au début du développement de certaines formes de cataracte. — L'astigmatisme irrégulier ne peut être neutralisé par des verres, mais nous obtenons souvent des améliorations de la force visuelle à l'aide de lunettes sténopéiques, sphériques ou cylindriques qui corrigent partiellement l'anomalie de la réfraction. — Quant à l'opération du kérato-conus, voy. p. 155.

ARTICLE VII.

DIFFÉRENCE DE RÉFRACTION DANS LES DEUX YEUX (ANISOMÉTRIE).

Les anomalies de la réfraction : hypermétropie, myopie, astigmatisme, que nous avons exposées dans les précédentes leçons, existent ordinairement au même degré dans les deux yeux.

Si telle est la règle, il y a cependant des exceptions. La puissance réfringente peut ne pas être la même dans les deux yeux. Nous rencontrons sous le rapport de ces différences toutes les variétés possibles : tandis qu'un œil est normal (emmétrope) l'autre est myope, hypermétrope ou astigmaté ; ou bien il y a myopie, hypermétropie ou astigmatisme dans les deux yeux, mais à différents degrés ; ou enfin un œil est myope et l'autre hypermétrope ou astigmaté. Dans ce dernier cas, c'est-à-dire si l'astigmatisme n'existe que d'un côté, c'est presque toujours un astigmatisme myopique si l'autre œil est myope ; ou hypermétropique si l'autre œil est hypermétrope ; ou mixte si l'autre œil est emmétrope (*Donders*).

Cette différence dans la réfraction des deux yeux existe presque toujours depuis la naissance ; cependant, elle peut aussi être acquise comme, par exemple, après l'opération d'une cataracte unilatérale.

Quant au fonctionnement des deux yeux, différents au point de vue de leur réfraction, il faut y distinguer trois possibilités : 1° Les deux yeux, quoique différents, concourent ensemble à la vision, il y a *vision binoculaire simple*.

2° Les deux yeux ne regardent *jamais ensemble* ; mais, selon les circonstances, on se sert tantôt de l'un, tantôt de l'autre.

3° Un des deux yeux est *exclu* d'une manière permanente de la vision.

Pour juger si la vision binoculaire existe sans effort particulier, on fait fixer un doigt, et l'on observe les mouvements de chacun des yeux, en les couvrant alternativement avec la main. Au moment de couvrir ainsi un œil, on examine attentivement si l'autre conserve sa direction, ou s'il ne doit pas faire un petit mouvement pour fixer le doigt qu'on lui présente. Dans le premier cas, il concourrait sans effort à la vision binoculaire de l'objet fixé ; dans le second, au contraire, son axe optique était dévié et ne prend la bonne direction que lorsque nous fermons l'autre œil.

En cas d'incertitude dans le résultat de cette expérience, nous possédons un moyen de diagnostic plus certain dans l'essai suivant : Nous plaçons un aible prisme avec la base en dehors, devant un des yeux du sujet et examiner : si celui-ci voit d'abord double, et arrive ensuite, par un mouvement de conver-