Lorsqu'un verre convexe faible, placé devant l'œil, trouble la vision à distance et démontre l'absence de l'hypermétropie, on essaie un verre concave de 1 dioptrie. Si le sujet est myope, il constate immédiatement une amélioration dans l'état de sa vue. On augmente alors la force réfringente des verres essayés jusqu'à ce que la vision ne s'améliore plus. Le dernier verre améliorant la vision donne la mesure de la myopie.

Il faut remarquer que, si l'interposition d'un verre convexe, quelque faible qu'il soit, trouble toujours la vision à distance de l'œil emmétrope, celle d'un verre concave ne la trouble pas nécessairement, l'œil suppléant par son accommodation à la diminution de réfraction produite par la lentille concave. Si le sujet est jeune, il peut neutraliser ainsi un nombre de dioptries négatives assez élevé. Mais, dans ce cas, l'œil emmétrope se distingue de l'œil myope parce que, sans verre, il lit à 5 mètres la dernière ligne du tableau, ce que ne fait pas le myope.

2° *Emploi des optomètres.* — La méthode de Donders pour la détermination des vices de réfraction a l'avantage de faire connaître, en même temps que le vice de réfraction, le verre correcteur approprié dont le sujet doit faire usage. En somme, c'est toujours à cette méthode de tâtonnement qu'on a recours pour la prescription des verres de lunettes.

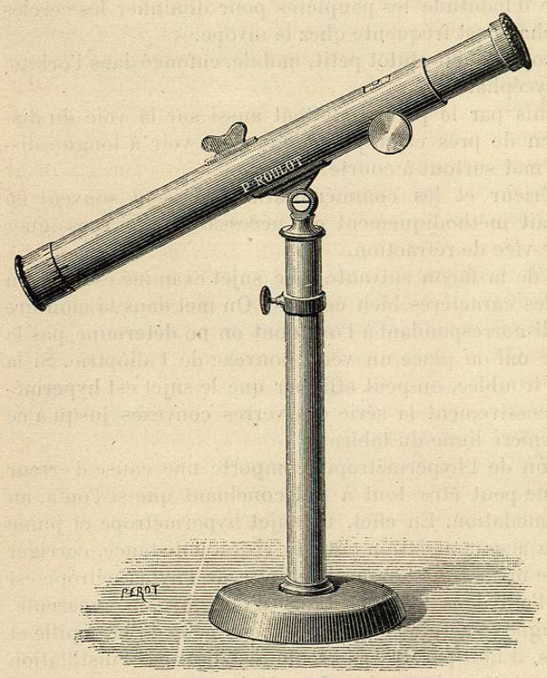

Fig. 28. — Optomètre de Badal.

Les appareils fort ingénieux qui permettent de mesurer les vices de réfraction de l'œil ont reçu le nom d'*optomètres*. D'un maniement facile, ils donnent des indications utiles sur le degré de l'amétropie ; on ne peut cependant se dispenser de contrôler les résultats qu'ils fournissent, par la méthode de Donders, lorsqu'il s'agit de déterminer le verre correcteur.

Quelques-uns de ces appareils sont basés sur l'expérience de Scheiner. On sait que cette expérience consiste à regarder un objet à travers deux trous d'épingle percés dans une carte, à une distance inférieure au diamètre de la pupille. L'objet est vu simple, par l'œil emmétrope, depuis l'infini jusqu'à une distance précisément égale à celle du *proximum*. Pour l'œil myope, l'objet est vu simple entre le *proximum* et le *remotum* ; au delà et en deçà de ces points, il est vu double.

On reconnaît, en outre, que pour le myope les doubles images sont homonymes, et que pour l'hypermétrope, elles sont croisées.

Parent a utilisé ces résultats pour construire un instrument qui, muni d'un verre rouge et d'un verre vert au niveau de chacun des trous, permet, suivant la position des images colorées indiquée par le sujet examiné, de déterminer rapidement s'il est atteint de myopie ou d'hypermétropie.

Les *optomètres* proprement dits sont nombreux. Nous citerons ceux de Perrin et Mascart, de Loiseau, de Parent, de Badal.

L'optomètre de Badal est un des plus simples. Il est formé par deux tubes de laiton glissant l'un dans l'autre et supportés par un pied vertical. Ces deux tubes peuvent être inclinés plus ou moins par rapport à l'horizon. A l'intérieur du tube fixe est une lentille biconvexe dont le foyer répond au centre de réfraction de l'œil, c'est-à-dire au point nodal lorsque l'œil se place au-devant de l'œilleton de l'instrument. La situation de cette lentille ne varie pas et tout objet vu à travers elle se présente sous un angle visuel invariable, quelle que soit la distance à laquelle il est placé (Bravais).

L'objet visé par l'œil est une plaque de verre portant une réduction photographique de l'échelle de Snellen. Cette plaque, vue par transparence, est fixée à l'extrémité du tube mobile opposée à celle qui porte la lentille. Par un système de crémaillère on peut, au moyen d'un bouton, faire varier lentement la position de la plaque photographique par rapport à la lentille. Dans ces différentes positions, l'image rétinienne a une grandeur constante.

Cet instrument permet d'évaluer les vices de réfraction compris entre + 15 et — 20 dioptries, ce qui est plus que suffisant pour les besoins de la pratique.

Pour s'en servir, on le dispose sur une table en face d'une fenêtre bien éclairée. L'extrémité qui porte l'œilleton doit être à hauteur convenable. Le sujet à examiner applique un de ses yeux contre l'œilleton, gardant autant que possible l'autre ouvert pour relâcher son accommodation. En manœuvrant le bouton on cherche d'abord la position la plus éloignée où l'image puisse être vue distinctement. Si le sujet examiné a une acuité normale, il doit lire la dernière ligne sans erreur. Le numéro auquel correspond l'index sur la graduation du tube donne en dioptries le vice de réfraction, et, si l'accommodation est relâchée, l'objet visé est au *remotum*. On rapproche ensuite très lentement l'échelle en invitant le sujet à faire des efforts d'accommodation et l'on s'arrête au moment où la dernière ligne cesse d'être distincte. On a ainsi déterminé le *proximum* et l'on peut en déduire l'amplitude de l'accommodation.

Cet optomètre permet aussi de déterminer l'astigmatisme, en substituant à l'échelle de Snellen la réduction photographique d'un cadran horaire.

3° *Détermination de la réfraction par l'examen à l'image droite.* — Cette détermination tout objective exige l'emploi de l'ophtalmoscope à réfraction. Celui-ci diffère du miroir à main ordinaire en ce qu'il est pourvu d'un miroir à foyer beaucoup plus court et incliné latéralement. Il porte, en outre, une série de verres concaves et convexes qu'un mécanisme spécial peut faire passer successivement derrière le trou central dont il est percé.

Le nombre des modèles d'ophtalmoscopes à réfraction est considérable. Il n'est guère d'oculiste qui n'ait fait subir quelque modification au type primitif.

Nous avons vu, à propos de l'examen du fond de l'œil à l'image droite, que l'observateur doit approcher son œil muni du miroir aussi près que possible de l'œil homonyme du sujet examiné et y projeter la lumière de la lampe, qui, en

raison de l'inclinaison du miroir, doit être placée plus près que dans l'examen à l'image renversée.

Le sujet en observation dirige son regard en haut et un peu en dedans. L'observateur relâche son accommodation, s'approche aussi près que possible et cherche à percevoir une image nette du fond de l'œil, soit un vaisseau, soit plus simplement l'aspect granulé du stroma choroïdien. Si l'œil observé est emmétrope ainsi que l'œil de l'observateur, l'image nette est obtenue sans interposition d'aucun verre. Dans le cas d'amétropie de l'œil observé, l'image nette ne s'obtient qu'en interposant le verre concave ou convexe qui corrige exactement le défaut de réfraction.

Il suffit donc de lire le numéro de la lentille qu'il a fallu amener derrière le trou central du miroir pour connaître le degré de myopie ou d'hypermétropie.

Il faut, bien entendu, que l'observateur, s'il n'est pas emmétrope, tienne compte du degré de son amétropie ou qu'il la corrige au préalable.

La détermination de la réfraction par l'image droite repose sur ce principe que l'œil de l'observateur emmétrope, ou rendu tel, ne peut réunir sur sa rétine, pour y former une image nette, que les rayons sortant en parallélisme de l'œil observé. Si l'œil observé n'est pas emmétrope, il faut, par l'interposition d'un verre concave ou convexe, rendre parallèles les rayons qui en sortent. Or il est évident que le numéro du verre qui rend les rayons parallèles indique précisément en dioptries le degré de myopie ou d'hypermétropie qu'on veut déterminer.

Nous avons déjà indiqué plus haut quels sont les inconvénients de l'examen à l'image droite : le désagrément de se rapprocher presque jusqu'au contact du visage du sujet observé et la difficulté de bien diriger le faisceau lumineux. Il faut y ajouter l'obligation de relâcher complètement son accommodation. On arrive toutefois à ce dernier résultat avec un peu d'exercice.

Ces inconvénients mis à part, cette méthode de détermination de la réfraction a le grand avantage de ne pas exiger le concours intelligent du sujet examiné. Elle est purement objective et par cela même précieuse lorsqu'il s'agit d'apprécier la réfraction chez les enfants, chez les individus tout à fait illettrés et chez ceux qui peuvent avoir intérêt à tromper le chirurgien.

4° *Détermination de la réfraction par la kératoscopie.* — Cuignet a le premier signalé le parti qu'on peut tirer, pour l'appréciation de la réfraction statique de l'œil, du jeu des ombres qu'on observe quand on éclaire le fond de l'œil avec le miroir ophtalmoscopique. Nous ne pouvons entrer dans les considérations théoriques auxquelles a donné lieu ce mode d'examen désigné sous les noms de *kératoscopie*, *pupilloscopie*, *rétinoscopie* et *skiascopie* ou *skioposcopie* (Panas).

La déterminaison de la réfraction par la *kératoscopie* ou *skiascopie* a pris depuis quelques années une grande importance, et, dans la pratique, elle mérite la préférence sur les autres méthodes, en raison de sa simplicité et de sa précision.

L'observateur se place, comme pour l'examen ophtalmoscopique ordinaire, assis devant le sujet, mais à une distance supérieure à 1 mètre ($1^{m},20$ d'après Parent). Il tient à la main le *miroir plan* et invite le sujet à ouvrir largement les paupières, et à regarder vaguement, sans fixer, dans la direction de son oreille droite, s'il examine l'œil droit.

Si l'observateur recherche l'état de la réfraction du méridien horizontal, tenant la tête immobile, et le manche du miroir bien vertical, il imprime à celui-ci des mouvements lents de rotation autour de son axe. Il note alors le jeu

des ombres qui se meuvent horizontalement sur le champ éclairé de la pupille.

Si l'ombre se déplace *en sens inverse* du mouvement du miroir, le méridien examiné est *myope*. La marche de l'ombre en *sens direct* indique que le méridien est *emmétrope* ou *hypermétrope*.

La détermination de la réfraction du méridien vertical se fait de la même manière, mais en imprimant au miroir des mouvements de rotation autour de son axe *horizontal*. On peut également reconnaître l'état de la réfraction des méridiens obliques, en faisant pivoter le miroir autour d'un de ses axes obliques.

Ces diverses déterminations, avec un peu d'habitude, se font en quelques secondes. (En employant le miroir concave, la marche des ombres observées serait exactement inverse; mais, l'éclairage fourni par le miroir plan étant plus favorable, nous conseillons d'employer toujours ce dernier.)

L'amétropie des principaux méridiens étant reconnue, il reste à la mesurer. Il suffit, pour cela, de faire passer au-devant de l'œil, en commençant par les plus faibles, les verres correcteurs de l'amétropie jusqu'à ce que le sens de la marche des ombres devienne incertain et soit sur le point de changer.

Le mieux est de placer successivement, au-devant de l'œil en observation, dans la monture des lunettes d'essai, la série des lentilles concaves ou convexes qui servent à choisir les numéros des verres par la méthode de Donders. Mais, pour abréger l'examen, on se sert généralement de la règle de Parent qui porte les deux séries de lentilles. Le sujet en examen la tient à la main verticalement et amène successivement chaque lentille au-devant de son œil.

Si, pour neutraliser la marche inverse des ombres suivant le méridien horizontal, il faut placer au-devant de l'œil une lentille concave de 3 dioptries, c'est que le méridien horizontal est précisément myope de 3 dioptries.

Lorsque le premier examen a fourni pour ce méridien des ombres directes, on fait passer au-devant de l'œil la série des verres convexes; mais il faut alors retrancher 1 dioptrie du chiffre de la lentille nécessaire pour neutraliser la marche directe de l'ombre. Si, par exemple, il a fallu une lentille convexe de + 5 dioptries, on en conclut que l'hypermétropie est de 4 dioptries.

La kératoscopie permet donc de déterminer objectivement d'une manière rapide et exacte la réfraction des divers méridiens de l'œil, et de reconnaître les différentes variétés d'astigmatisme myopique ou hypermétropique, simple ou composé et d'astigmatisme mixte.

Mais le numéro des verres correcteurs que doit porter le sujet sera toujours déterminé en dernier ressort par la méthode subjective ou de Donders.

b. Détermination de la réfraction dynamique. — L'essai fait avec les verres concaves ou convexes, tel que nous venons de l'indiquer, renseigne seulement sur la réfraction statique de l'œil; il ne permet pas d'apprécier la réfraction dynamique, c'est-à-dire le pouvoir accommodateur.

Chez l'emmétrope, l'amplitude d'accommodation est représentée en dioptries par la lentille convexe dont le foyer est égal à la distance du *punctum proximum* de l'œil. Si cette distance est de 25 centimètres, l'amplitude d'accommodation de l'œil est de 4 dioptries. Il suffit donc, dans la pratique, de mesurer la plus petite distance à laquelle l'œil peut percevoir l'image nette d'un objet de petites dimensions, pour évaluer l'amplitude d'accommodation qu'il possède. Pour cette mesure, la lecture des caractères typographiques les plus fins donne une approximation suffisante. On peut aussi se servir d'un instrument de Landolt,

qui, pourvu d'un ruban métrique, rend très facile l'évaluation du *punctum proximum*.

Il faut préalablement avoir déterminé la réfraction de l'œil pour déduire l'amplitude d'accommodation de la distance du *punctum proximum*. Pour le myope, il faut retrancher et pour l'hypermétrope ajouter le nombre de dioptries exprimant le vice de réfraction. Un emmétrope, dont le *punctum proximum* est à 10 centimètres, a 10 dioptries d'accommodation; un myope de 4 dioptries, dont le *proximum* est à la même distance, n'a que 6 dioptries (10 — 4), et l'hypermétrope de 4 dioptries a besoin d'avoir 14 dioptries d'accommodation pour que son *proximum* soit à 10 centimètres.

Le cristallin, par les progrès de l'âge, va toujours perdant de son élasticité et, par suite, le pouvoir accommodateur de l'œil va aussi diminuant. A dix ans, Donders a reconnu que le pouvoir accommodateur équivaut à 14 dioptries. A trente ans, il n'est plus que de 7 dioptries et à soixante-quinze ans, le cristallin ayant perdu toute son élasticité, le pouvoir accommodateur est réduit à zéro.

Toutes les modifications de courbure, subies par le cristallin pendant la période où il jouit de son élasticité, sont sous la dépendance des contractions du muscle ciliaire. Nous étudierons plus loin les spasmes et les paralysies de l'accommodation. Nous voulons seulement indiquer ici le résultat de l'absence du cristallin ou *aphakie*.

On admet que le cristallin représente une valeur réfringente de 14 dioptries en moyenne. Théoriquement l'ablation du cristallin dans l'opération de la cataracte, son absence par suite de luxation, enlèvent donc à l'œil 14 dioptries de son pouvoir réfringent et suppriment du même coup l'accommodation. La perte du cristallin ne peut être compensée que par l'usage de lentilles convexes, et, pour suppléer à l'accommodation absente, il est indispensable de prescrire au sujet un numéro différent pour la vision à distance et pour la vision de près.

L'état antérieur de la réfraction de l'œil doit être évidemment pris en considération. Un œil myope de 6 dioptries, qui perd son cristallin représentant 14 dioptries, se trouve dans les conditions d'un œil hypermétrope de 8 dioptries (14 dioptries — 6 dioptries). L'œil myope de 14 dioptries, qui serait privé de son cristallin, se trouverait dans les conditions d'un œil emmétrope, mais dépourvu d'accommodation.

Par contre, l'œil hypermétrope de 4 dioptries a, après l'ablation du cristallin, un déficit de 18 dioptries.

Dans le choix des verres après l'opération de la cataracte, il faut tenir compte de ces conditions antérieures. Pour un œil emmétrope avant l'opération, le verre nécessaire pour corriger l'hypermétropie acquise n'est pas, d'ailleurs, de 14 dioptries. Par suite de la position du verre à environ 23 millimètres en avant du centre de réfraction de l'œil, la valeur réfringente de la lentille doit être diminuée; elle n'est plus que de 10 dioptries environ.

Pour la vision de près, cette valeur doit être en général augmentée de 4 dioptries, si l'on veut que la vision soit possible à 25 centimètres. Théoriquement, après l'opération de la cataracte, un sujet antérieurement emmétrope, a besoin pour la vision à distance de verres de + 10 dioptries et pour la vision rapprochée de + 14 dioptries. En réalité, le choix des verres doit toujours être vérifié par tâtonnement.

De la convergence et de sa mesure. — La vision étant binoculaire, dans les conditions habituelles, il faut que la direction des lignes du regard soit telle que la fusion des images rétiniennes puisse se produire. Pour la vision rapprochée, ces deux lignes s'entre-croisent au point fixé et l'on dit qu'il y a convergence. Dans la vision à l'infini, il y a encore convergence, mais l'angle est nul et les deux lignes sont parallèles.

La notation adoptée pour exprimer l'angle de convergence ou *angle métrique* (A. *m.*) correspondant à des distances données fournit les mêmes chiffres que la notation en dioptries. L'unité est l'angle de convergence pour la distance de 1 mètre. Pour une distance de 50 centimètres, la convergence est de 2 angles métriques (2 A. *m.*), de même que l'accommodation est de 2 dioptries (2 D.). A une distance de 20 centimètres, correspondent 5 D. et 5 A. *m.*

La convergence et l'accommodation sont donc étroitement associées. Cependant la convergence peut varier dans des limites plus étendues par l'accommodation dans l'œil emmétrope.

L'*amplitude de la convergence* est représentée par la valeur de l'angle de convergence pour le point le plus rapproché (*proximum*) diminué de l'angle de convergence pour le point le plus éloigné (*remotum*).

L'angle de convergence maximum est de 11 à 12 A. *m.* Pour l'œil amétrope la concordance de l'accommodation et de la convergence cesse d'exister. Pour la vision des objets rapprochés, le myope a besoin de converger beaucoup et n'accommode pas ou accommode fort peu. Un myope de 10 dioptries a son *remotum* à 10 centimètres et voit à cette distance sans dépenser d'accommodation, alors qu'il converge de 10 angles métriques.

L'hypermétrope, au contraire, accommode plus qu'il ne converge. Il doit d'abord par son accommodation corriger son hypermétropie. Pour voir à 50 centimètres, un hypermétrope de 3 dioptries à besoin d'employer 2 + 3, c'est-à-dire 5 dioptries, tandis que sa convergence n'est représentée que par 2 angles métriques.

CHAPITRE PREMIER

MALADIES DU GLOBE OCULAIRE

I

VICES DE CONFORMATION ET ANOMALIES CONGÉNITALES DU GLOBE OCULAIRE

La connaissance du mode de développement du globe oculaire est indispensable pour comprendre la pathogénie des vices de conformation. On trouvera un bon exposé de ce développement dans la thèse d'agrégation de Picqué (*Anomalies de développement et maladies congénitales du globe de l'œil*. Paris, 1886). Nous en résumerons seulement les points essentiels.

L'œil se forme aux dépens d'une *vésicule primitive* prolongement de la vésicule cérébrale antérieure et d'un bourgeonnement du feuillet externe du blasto-