

participent à cette décussation, ou s'il y en a un certain nombre qui continuent de marcher du même côté.

4° Chiasma des Mammifères et de l'homme. Là point de structure lamelleuse. Les fibres des deux nerfs éprouvent une décussation partielle dans le chiasma ; celles qui ne se croisent pas continuent de marcher du même côté. Cette conformation est plus facile à apercevoir chez les animaux que chez l'homme.

La structure intime de la rétine a été déterminée dans ces derniers temps par une découverte de Treviranus (1) et par les observations de Gottsche (2). Cette membrane se compose de trois couches principales, une externe pulvée ou granuleuse, une médiane formée de fibres nerveuses, et une interne formée de cylindres, qui sont la continuation de la couche fibreuse. Le nerf optique se divise en cylindres nerveux, qui s'épanouissent en rayonnant dans la couche médiane ou fibreuse. Chaque cylindre nerveux ou chaque faisceau de cylindres s'écarte, suivant Treviranus, de la direction horizontale à un certain point de son trajet, et se dirige vers le côté interne de la rétine, où il se termine en manière de papille. Le diamètre transversal des cylindres était de 0,001 millim. chez le Hérisson ; celui des papilles de 0,0033 chez le Lapin, et de 0,002 à 0,004 chez les Oiseaux. Dans la Grenouille, il est de 0,0044 pour les cylindres, et de 0,0066 pour les papilles. Examinée à l'état frais, la rétine offre sur sa face interne, dans toutes les classes d'animaux vertébrés, de petits cylindres, pressés les uns contre les autres, dont les extrémités regardent l'intérieur de l'œil. Ces cylindres se détachent facilement, et flottent alors librement dans le champ du microscope. Chez les Poissons, ils sont pourvus de petits renflemens ou de papilles, dont Gottsche a donné la description.

(1) *Beiträge zur Aufklärung des organischen Lebens.* Brene.

(2) Dans PFAFF, *Mittheilungen aus dem Gebiete der Medicin*, 1836, Cah. 34.

Les extrémités des cylindres nerveux à la face interne de la rétine ne peuvent être étudiées qu'à l'état frais ; après la mort, elles s'altèrent d'une manière rapide, et il suffit de quelques heures, surtout en été, pour qu'on ne puisse plus rien distinguer de la texture de la membrane ; on n'aperçoit plus alors, au lieu de cylindres, qu'une couche grenue, qui est celle qu'avaient signalée les anciens anatomistes. Quelque certain qu'on soit de l'existence des trois couches de la rétine, et de celle des cylindres dans la plus interne de toutes, on ne s'explique pas bien la connexion de ces corps avec la couche fibreuse, ni la manière dont elle a lieu. On se demande surtout si le nombre des cylindres ne correspond qu'à celui des fibres nerveuses, ou s'ils sont implantés en séries sur les fibres de la couche fibreuse.

II. Théorie de la vision d'après la structure des yeux.

La théorie de la vision est différente suivant 1° que l'œil se compose de cônes transparents rayonnés, dont les parois sont couvertes de pigment, et qui ne laissent parvenir aux fibres du nerf optique placées au fond du cône que la lumière tombant dans l'axe de celui-ci, comme chez les Insectes et les Crustacés à yeux composés ; 2° que l'œil possède des moyens dioptriques de réunir la lumière, une cornée, avec ou sans humeur aqueuse, un cristallin et un corps vitré, comme les yeux simples des Insectes, des Arachnides, des Mollusques et des animaux vertébrés.

A. Vision au moyen d'yeux composés et de milieux dioptriques isolés par du pigment.

La vision chez les Insectes et les Crustacés à yeux composés est d'autant plus intéressante, qu'elle diffère totalement de celle qui s'accomplit au moyen d'un œil semblable à celui de l'homme, et qu'elle nous permet d'approfondir la nature de la fonction elle-même.

Tant qu'on négligea les cônes translucides et couverts de pigment sur les côtés, qui sont placés entre la cornée et les fibres du nerf optique, et qu'on supposa ces dernières prolongées jusqu'aux facettes de la cornée, la vision des Insectes demeura complètement énigmatique. Si les fibres du nerf optique s'étendaient jusqu'à la cornée, chaque point situé au devant de l'œil, *a, b, c, d*, projetterait de la lumière sur toutes ces fibres à la fois, c'est-à-dire que l'animal ne distinguerait point *a, b, c, d*, et n'aurait que la sensation d'une certaine impression résultant du mélange de toutes les diversités. Mais les cônes ne laissent parvenir à leurs fibres nerveuses correspondantes que la lumière qui frappe l'œil dans le sens de leur axe, et toute celle qui rencontre leurs parois obscures se trouve absorbée par elles. De cette manière, chaque cône représente une partie aliquote de l'image, et l'image se compose, à l'instar d'une mosaïque, d'autant de parcelles qu'il y a de cônes, en sorte que sa netteté doit être en raison du nombre de ces derniers.

4. Degré de netteté de l'image.

La netteté de l'image qui se projette dans l'œil des Insectes et des Crustacés dépend de causes tout autres que celles qui la produisent dans celui des animaux pourvus d'appareils transparents propres à réunir la lumière. Ici elle a pour condition que la rétine se trouve précisément au foyer de la lentille. Là, au contraire, elle ne tient qu'à la grandeur de l'œil et au nombre des cônes ou facettes qui concourent à la production de l'image. Un œil qui possède douze mille appareils isolateurs doit aussi pouvoir distinguer douze mille parcelles du champ visuel sans confusion. Mais lorsqu'il n'y a qu'un petit nombre de ces organes, chaque cône et chaque facette apporte à l'impression totale celle d'une beaucoup plus grande étendue du champ visuel. En effet, toutes celles des particules d'un corps qui envoient leur lumière au même cône et à sa

fibres nerveuses ne peuvent point être distinguées les unes des autres, et elles ne sont représentées que dans une impression commune mixte. La longueur des cônes doit également influer sur la netteté de la vue chez les Insectes et les Crustacés: car plus elle est considérable, plus la lumière qui vient de côté se trouve écartée, plus les rayons qui parviennent à la fibre nerveuse sont rapprochés de l'axe du cône.

2. Vue de près et de loin.

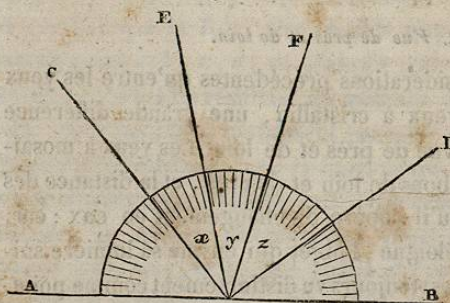
Il résulte des considérations précédentes qu'entre les yeux à mosaïque et les yeux à cristallin, une grande différence existe en égard à la vue de près et de loin. Les yeux à mosaïque sont également bons de loin et de près, et la distance des objets n'exige pas qu'il s'opère de changement en eux: car, qu'il soit proche ou éloigné, l'objet qui envoie sa lumière suivant l'axe d'un cône est toujours vu distinctement comme point. A la vérité, le nombre des unités qui se représentent comme point seulement doit augmenter avec la distance de l'objet; mais il n'y a point ici de cercles de diffusion, et nul changement intérieur de l'œil n'est nécessaire pour porter remède à ce défaut. Au contraire, chez les animaux pourvus de milieux propres à rassembler la lumière, la netteté de l'image dépend non seulement de l'éloignement des objets, mais encore de la juste proportion dans la distance de la rétine au cristallin, c'est-à-dire de celle à laquelle les rayons lumineux coïncident ensemble, et cette distance varie, comme je l'ai expliqué plus haut, suivant qu'un intervalle plus ou moins grand sépare l'œil de l'objet: aussi est-il nécessaire, dans ces sortes d'yeux, qu'il s'opère des changemens intérieurs, sans lesquels ils ne pourraient voir distinctement qu'à une distance déterminée.

3. Étendue du champ visuel.

L'étendue du champ visuel des Insectes peut être déduite avec la plus grande exactitude de la forme de l'œil: car, comme il n'y a jamais de vu que ce qui tombe dans l'axe des

cônes, c'est-à-dire dans les rayons de l'œil, en prolongeant par la pensée les axes des cônes qui sont placés sur les bords de ce dernier, on a exactement l'étendue du champ visuel d'un Insecte ou d'un Crustacé. En d'autres termes, plus le segment de sphère que représente l'œil d'un Insecte est grand, plus le champ visuel de l'animal est étendu, et *vice versa*.

Fig. 24.



Un œil ayant la forme d'une moitié de sphère *fig. 24* AB représenté tout ce qui se trouve placé au devant de lui, depuis le rayon A jusqu'au rayon B. Celui qui n'est que le segment de sphère C D, ne représente non plus que les objets compris entre les prolongemens des rayons C et D. Pour un œil réduit au segment de sphère EF, le champ visuel est bien plus réduit encore. Or, comme la grandeur du segment de sphère diminue en raison de l'aplatissement de l'œil, on peut exprimer la proposition dans les termes suivans : Plus l'œil d'un Insecte est plat, et moins le champ visuel de l'animal a d'étendue, tandis que plus l'organe est convexe, et plus aussi le champ visuel devient étendu. Ainsi, par exemple, une Libellule a un champ visuel très-considérable, parce que son œil représente plus de la moitié d'une sphère : l'animal doit donc bien voir en avant, en arrière et sur les côtés ; ses mouvemens nous prouvent que les choses se passent réellement ainsi, car ils sont prompts, vifs, sûrs, et souvent se déjettent tout à coup de côté. Les yeux plats d'une Punaise d'eau, qui s'élèvent à peine au dessus du sommet de la tête, et qui ne représentent que de très-petits segments de sphère, doivent avoir un champ visuel rétréci. Chez les Naucorés et les No-

tonectes, ces yeux plats sont situés sur le devant de la tête ; nous ne devons donc point être étonnés de ce que les mouvemens de l'Insecte dans l'eau soient en harmonie avec son champ visuel si peu étendu ; en effet, il pousse toujours devant lui, sans s'écarter ni à droite ni à gauche.

Il est facile de juger que le volume absolu de l'œil n'exerce pas la moindre influence sur l'étendue du champ visuel. Un œil peut être très-petit, et avoir cependant un champ visuel fort grand, pourvu qu'il représente un grand segment de sphère. Il peut être large, au contraire, et n'avoir néanmoins qu'un champ visuel très-restreint, si le segment de sphère qu'il représente est petit.

4. Angle optique.

Ce qui précède fait également connaître de quoi dépend, chez les Insectes, la grandeur relative des images par rapport au champ visuel entier. En effet, les limites de l'image d'un corps quelconque sont déterminées par les rayons lumineux qui, partis des points de l'objet, tombent sur les axes des cônes de l'œil. Si, par la pensée, on prolonge ces rayons en dedans jusqu'au point où ils se rencontrent, l'angle compris entre eux donne l'angle optique. Or si l'on se figure le segment de cercle que l'œil représente, prolongé en un cercle complet, et celui-ci divisé en degrés, minutes et secondes, la surface de l'œil exprime en degrés angulaires la distance des points. Mais comme la grandeur relative des objets dépend toujours de la situation des cônes qui laissent passer la lumière émanée des divers points, on peut, pour chaque objet, indiquer en degrés, minutes et secondes, la valeur de l'angle optique d'après la distance des cônes que traversent les rayons provenant de ses limites. Des objets placés à d'inégales distances, qui projettent cependant leurs rayons lumineux à travers les mêmes cônes, ont naturellement des images de grandeur pareille ; leur angle optique est le même. Ainsi, dans la

figure précédente, un corps qui s'étend depuis la ligne C jusqu'à la ligne E paraît toujours sous l'angle optique x ; et sa grandeur apparente est au champ visuel comme x est à cent quatre-vingts degrés. Le plus petit angle sous lequel un Insecte pourra encore distinguer quelque chose sera celui qui se trouvera compris entre les axes de deux cônes adossés l'un à l'autre. Mais comme il y a plusieurs milliers de cônes dans un œil, la perspicacité de la vue doit diminuer généralement, d'après cela, chez ces animaux.

Si l'on a bien suivi les déductions précédentes, on sentira que l'œil des Insectes et des Crustacés n'avait pas besoin que sa structure variât pour la vue dans l'air et pour la vue dans l'eau, car ces deux conditions différentes n'apportent aucun changement à rien de ce qui concerne la vision. Aussi mes observations m'ont elles démontré qu'il n'y a pas la moindre différence de structure entre l'œil des Insectes aériens et celui des Insectes aquatiques. Chez les animaux pourvus d'appareils concentrateurs de la lumière, le cristallin a besoin d'une puissance réfringente plus grande pour la vie dans l'eau que pour celle dans l'air, parce qu'il y a moins de différence de densité entre lui et l'eau qu'entre lui et l'air. Mais la puissance réfringente des milieux oculaires ne joue presque aucun rôle chez les Insectes, et chaque cône représente l'objet placé en face de lui, qu'il voie dans l'eau ou dans l'air.

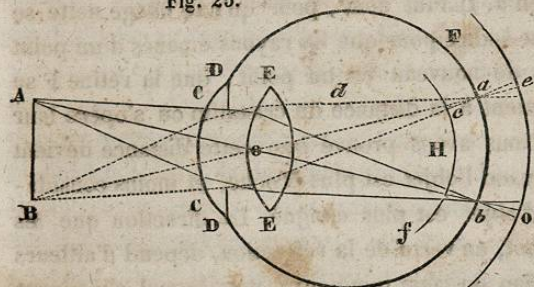
Enfin l'œil d'Insecte le plus complet est celui auquel le volume absolu de l'organe, le nombre des cônes et des facettes et la longueur des cônes procurent une vue nette et distincte, celui aussi qui a un grand champ visuel en raison de sa convexité, ou de l'étendue du segment de sphère qu'il représente.

B. Vision au moyen d'yeux pourvus d'appareils réfringens.

Ce qui rend la vue des objets possible dans les yeux composés des Insectes et des Crustacés, c'est que, parmi les rayons du cône lumineux que chaque point isolé projette sur l'organe

entier, celui qui correspond à un certain rayon de l'œil est le seul qui pénètre dans sa profondeur, tous les autres étant écartés. Dans la vision au moyen d'instrumens réfringens, le cône lumineux émané d'un point est de nouveau réuni, par la réfraction, en un point qui se trouve sur la rétine. Mais la réfraction par des milieux réfringens est triple dans l'œil de l'homme et des animaux supérieurs. D'abord les rayons du

Fig. 25.

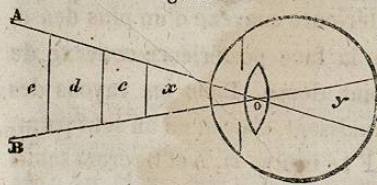


cône lumineux parti des points fig. 25 A et B, sont brisés par la cornée CC et par l'humeur

aqueuse comprise entre cette membrane et le cristallin, c'est-à-dire qu'ils sont rapprochés du rayon médian, de celui qui marche parallèlement à l'axe; car ces milieux réfractent en vertu et de leur convexité et de la différence de densité entre eux et l'air. Une seconde réfraction s'opère à travers la face antérieure du cristallin EE, et les rayons du cône lumineux se rapprochent encore davantage du rayon qui suit l'axe, à cause de la convexité de cette face et de la différence de densité entre l'humeur aqueuse et le cristallin. Une troisième réfraction a lieu quand les rayons du cône quittent le milieu plus dense du cristallin pour passer dans le milieu moins dense du corps vitré. J'ai démontré précédemment qu'une lentille rapproche les rayons de l'axe tant lorsqu'ils passent d'un milieu moins dense à la face antérieure convexe d'un plus dense, que quand ils repassent de la face postérieure convexe de celui-ci dans un milieu moins dense. Donc les rayons des cônes lumineux A et B se réunissent, chacun en un seul point, en b et en a , et si la rétine F se trouve là, A et B seront sentis

en a et b comme points parfaitement correspondans. Si la rétine n'était point placée en a et b , mais au devant ou en arrière, par exemple en H ou en G, au lieu de points, des cercles diffus seraient vus, savoir, pour G les cercles c et o , et pour H les cercles e et f ; car en H les cônes lumineux ne sont pas encore réunis en un seul point, et en G ils ne le sont plus, puisqu'ils ont recommencé à diverger après leur réunion en b et en a . Il faut donc, pour qu'une image nette se produise, c'est-à-dire pour que les rayons émanés d'un point se réunissent de nouveau en un point, que la rétine F se trouve exactement à la distance du cristallin où s'opère leur coïncidence. Nous avons prouvé que cette distance devient plus grande quand l'objet est plus proche, et moins considérable lorsque l'objet est plus éloigné. La direction que les rayons prennent, en vertu de la réfraction, dépend d'ailleurs du rayon médian du cône lumineux, vers lequel s'inclinent les rayons latéraux. L'image d'un point se projette donc toujours dans la direction des rayons médians, c'est-à-dire de ceux qui sont parallèles à l'axe Ba et Ab . A la vérité, le rayon médian d'un cône lumineux qui, au lieu de passer par l'axe même du cristallin, tombe obliquement sur la cornée et la lentille, subit aussi des déviations de sa route. Mais, si l'on fait abstraction de cette circonstance, l'endroit où l'image d'un point se projette sur la rétine est déterminé par le prolongement du rayon parallèle à l'axe, ou par le rayon qui traverse le milieu de la pupille de l'œil. On peut donc, à la figure précédente, substituer celle qui suit :

Fig. 26, Ab est le rayon central du cône lumineux parti de A, et *Ba* celui du cône lumineux émané de B. L'image de A apparaît en b , et celle de B apparaît en a , renversée par conséquent. Ce qui était en haut dans l'objet est vu



en bas, ce qui était en bas l'est en haut; de même pour les parties droite et gauche, qui sont vues la première à gauche, et la seconde à droite.

On peut se convaincre de tout ce qui a été discuté jusqu'ici par une expérience sur l'œil d'un animal. Si l'on ouvre avec précaution cet œil par le haut, de manière qu'il soit possible de voir, à travers le corps vitré, ce qui se passe sur la rétine, on distingue au fond de l'organe l'image d'un objet brillant, par exemple d'une fenêtre éclairée. L'expérience est plus facile encore à l'aide de l'œil d'un Lapin atteint d'albinisme, dont les membranes sont translucides à cause de l'absence du pigment noir; il suffit de le bien préparer, d'en placer la partie antérieure en face d'une croisée éclairée, et d'en observer la paroi postérieure translucide. Dans cette expérience, citée par Magendie, on aperçoit au fond de l'œil une image très-nette de la fenêtre, et tout y est renversé.

On nomme angle optique l'angle x compris entre les rayons centraux croisés de deux points d'un objet. Cet angle croît avec la distance du point A au point B, et comme $x=y$ l'éloignement des points de l'image a et b sur la rétine croît aussi avec l'angle optique x . Des objets diversement éloignés qui ont le même angle optique x , par exemple les objets c, d, e , doivent donc aussi projeter sur la rétine des images d'égale grandeur, et s'ils appartiennent au même angle, leur image doit occuper le même emplacement sur cette membrane.

Précédemment, nous avons admis comme rayons parallèles à l'axe ceux qui passent par le milieu de la pupille, et qui par conséquent tombent au voisinage du centre de la lentille cristalline. Cependant cette hypothèse ne répond point d'une manière rigoureuse à la réalité, c'est-à-dire qu'une ligne qui passe par le centre de la pupille ne rencontre point exactement l'image de la rétine. En effet, les rayons médians d'un cône lumineux subissent aussi, quand ils tombent obliquement sur la cornée et le cristallin, une réfraction qui les

dévie de leur direction. De là vient qu'il faut recourir à l'expérience et au calcul pour trouver le rayon qui sert réellement de guide au cône lumineux émané d'un point, et que ce qui a été dit de l'angle optique doit subir une modification en conséquence. Les points de l'image a et b ne sont donc pas dans le prolongement de $B o$ et $A o$. Maintenant une question se présente : de combien une ligne droite allant de l'objet à l'image sur la rétine s'écarte-t-elle du rayon central passant par le centre de la pupille ?

Ne pouvant pas m'engager ici dans tous les détails que comporterait la discussion approfondie du problème, je me bornerai à donner le résultat des expériences qui ont été faites à ce sujet. Volkmann a publié là dessus d'intéressantes recherches, desquelles il résulte que, dans l'œil, se trouve un point où les lignes tirées de différens objets à leurs images sur la rétine se croisent, et que le point où le croisement a lieu n'est situé ni au milieu de la pupille, ni au milieu du cristallin, mais derrière celui-ci.

Comme le plan de l'œil, sur lequel les images se forment, est concave, et que, du milieu vers les bords, il se rapproche peu à peu du cristallin, on comprend que les images des objets placés de côté ne peuvent pas être aussi nettes que celles des objets médians, à la distance focale desquels se trouve le milieu de la rétine. Mais le défaut de netteté des images latérales a encore d'autres causes. Car les rayons d'un cône lumineux provenant d'objets placés sur le côté, ne se réunissent pas exactement au même point, à cause de l'inégalité de la réfraction. Cependant la principale cause qui fait que la netteté des images va en décroissant du milieu de la rétine à son pourtour, paraît tenir à cette membrane elle-même.

Les rayons qui tombent sur le bord du cristallin subissent une autre réfraction que les rayons médians ou centraux, en vertu de l'aberration de sphéricité; la netteté de la vision exigeait qu'il y eût dans l'œil un appareil analogue à celui dont

on se sert dans les instrumens d'optique, c'est-à-dire que le bord du cristallin fût couvert d'un diaphragme qui ne permit qu'aux rayons centraux de passer par son ouverture médiane. Le diaphragme de l'œil est l'iris, et son ouverture la pupille; mais il a l'avantage d'être mobile, de pouvoir s'élargir et se rétrécir. La dilatation de la pupille dans les lieux peu éclairés permet qu'au moins la quantité de lumière compense la perte éprouvée du côté de la netteté de l'image. Il peut aussi arriver, dans certaines circonstances, qu'avec une pupille très-large l'image des rayons marginaux soit nette, lorsque celle des rayons centraux manque de netteté, ou même n'est point vue, parce qu'elle n'est pas reçue à la distance requise. L'étrécissement de la pupille, une juste distance et une lumière vive sont les conditions qui rendent l'image aussi nette et claire que possible, parce que, dans ce cas, la quantité de la lumière suffit, malgré le peu d'ouverture de la pupille, et que l'étrécissement de celle-ci empêche la formation d'une image sans netteté des rayons marginaux, qui ont une autre distance focale.

Relativement au cristallin, cette lentille doit être d'autant plus dense et plus convexe, qu'il y a moins de différence de densité entre l'humeur aqueuse et le milieu dans lequel vit l'animal. Chez les Poissons, le cristallin est sphérique et la cornée plate, la plupart du temps. Chez les animaux qui vivent dans l'air, la cornée est plus convexe et le cristallin plus déprimé.

L'intérieur des parois de l'œil, derrière l'iris et le corps ciliaire, derrière même la rétine, est couvert de pigment noir. Cette disposition offre le même avantage que la couleur noire dont on teint les parois intérieures des instrumens d'optique. Le pigment absorbe les rayons lumineux qui pourraient être réfléchis, les empêche de parvenir une seconde fois au fond de l'œil, et fait ainsi qu'ils ne peuvent pas troubler la netteté de l'image. Tel est le but du pigment qui garnit la face postérieure de l'iris et du corps ciliaire. Mais celui

qui existe à la face postérieure de la rétine et celui même de la choroïde ne sont point sans importance sous ce rapport. La rétine est translucide : si, au lieu d'une membrane de couleur foncée, il s'en trouvait derrière elle une capable de réfléchir la lumière, les rayons lumineux qui auraient déjà rencontré la rétine elle-même seraient réfléchis par elle, et reportés sur d'autres points de cette membrane, ce qui non seulement causerait l'éblouissement par excès de lumière, mais encore troublerait les images. Les animaux chez lesquels manque le pigment de la choroïde, et les hommes atteints d'albinisme, se trouvent dans ce cas; la lumière du jour les éblouit aisément, et ils voient mieux dans l'obscurité. Plusieurs animaux qui se montrent actifs et qui chassent au crépuscule, tandis qu'ils sont lourds et lents pendant la journée, ont également des points de leur choroïde dépourvus de pigment, ou plutôt couverts d'un pigment blanc, comme les Chats et autres animaux ennemis de la lumière.

La netteté ou la clarté de l'image sur la partie moyenne de la rétine tient à plusieurs conditions diverses :

1° A ce que les rayons lumineux venant d'un point se réunissent complètement en un point correspondant de la rétine, de manière à éviter les cercles de diffusion ;

2° A ce que l'éclairage ait une intensité suffisante ;

3° A ce que les plus petites parcelles de la rétine soient aptes à percevoir, comme si elles étaient séparés les unes des autres.

La première condition dépend de ce que la rétine se trouve exactement à la distance focale de l'image. A elle se rattache le plus ou moins de portée de la vue distincte chez les différens hommes, qui, comme on le sait, tantôt sont myopes, tantôt sont presbytes, tantôt n'ont pas de limites arrêtées sous ce rapport, leur œil pouvant s'ajuster à toutes les diversités de l'éloignement des objets et de la distance focale des images. Cependant, comme la faculté de s'accommoder aux différen-

tes distances, par des changemens intérieurs, a des limites, il y a, pour chaque individu, un éloignement auquel il voit plus nettement qu'à tout autre, et dont la distance focale de l'image est celle qui correspond le mieux à l'intervalle compris entre la rétine et le cristallin, ainsi qu'au pouvoir réfringent des milieux de son œil. Cette distance de la vision distincte peut être évaluée de cinq à dix pieds pour la majorité des hommes. Les objets qui sont trop rapprochés de l'œil projettent sur la rétine des cercles de diffusion d'une grande étendue; c'est ce qui fait qu'un corps mince, par exemple une épingle, qu'on tient trop près de son œil, ne peut être aperçu, ou ne procure que la sensation d'une nébulosité. Il est peu d'hommes qui puissent lire encore l'écriture à une distance de plus de vingt pouces. Cependant la puissance réfringente des milieux de l'œil devient la source de nombreuses différences à cet égard. Le myope ne voit distinctement que les objets très-rapprochés de lui, et ne distingue pas ceux qui sont placés à une grande distance; le presbyte, au contraire, est obligé, pour bien voir un objet petit et difficile à distinguer, de le porter à une plus grande distance.

La seconde condition de la netteté de la vue est une quantité suffisante de lumière. L'excès et le défaut de lumière rendent également tous deux l'image confuse.

Enfin la netteté de la sensation dépend des particules de la rétine qui sont susceptibles de percevoir isolément des autres, comme si elles étaient séparées de celles-ci dans l'espace. Nous en avons un exemple dans les corps qui présentent des lignes très-fines, alternativement blanches et noires. Quand on regarde une gravure d'une distance telle que les images des traits blancs et noirs tombent à la fois sur des parcelles de la rétine d'une certaine grandeur, on ne peut pas distinguer les limites de ces lignes, et l'on n'a qu'une impression mixte de gris. La même chose arrive pour les lignes très-fines, diversement colorées, et dont les teintes alternent ensemble :

si elles sont bleues et jaunes, par exemple, elles font naître l'impression mixte du vert. C'est cette cause enfin qui fait que tous les mélanges de deux couleurs différentes ne nous apparaissent pas comme mélange, mais comme teinte intermédiaire homogène. De là résulte donc qu'il y a, dans la rétine, des minima, qui confondent en un seul tout les impressions reçues par eux, et ne peuvent plus les distinguer les unes des autres, quoiqu'elles soient réellement distinctes dans l'image. Or l'idée se présente naturellement que ces minima sont, suivant toute probabilité, les terminaisons papillaires de la couche interne de la rétine. On peut donc présumer que des rayons différens qui tombent à côté les uns des autres sur ces minima de la membrane nerveuse, ne sont plus sentis distincts, et que chaque papille n'obtient et ne transmet qu'une seule impression moyenne de toutes les influences qui l'affectent en même temps. De cette manière, l'image ressemblerait à une mosaïque, dont chaque élément serait homogène en lui-même. Or les plus petites parcelles de la rétine coïncident assez bien avec les plus petits points sensibles de cette membrane. L'angle le moins ouvert sous lequel nous puissions distinguer deux points est de quarante secondes. Smith a calculé d'après cela que le plus petit point sensible de la rétine avait $1/8000^{\circ}$ de pouce. D'après les recherches de Treviranus, le diamètre transversal des papilles de cette membrane est de 0,0033 dans le Lapin, et de 0,002 à 0,004 dans les Oiseaux. Or 0,003 millimètres = 0,00011 pouce anglais, et 0,004 millimètres = 0,00015 pouce. Donc, en évaluant le diamètre moyen des papilles de la rétine entre 0,003 et 0,004, c'est-à-dire à peu près entre $1/6000^{\circ}$ et $1/10000^{\circ}$ de pouce, la plus petite partie sensible de cette membrane correspondrait très-exactement à sa plus petite partie matérielle. Les mesures que E.-H. Weber avait déjà données des globules de la rétine, en les portant de $1/8000^{\circ}$ à $1/8400^{\circ}$ de pouce, s'accordent parfaitement aussi avec ces appréciations.

Cependant il n'y a plus correspondance lorsqu'on prend d'autres déterminations pour point de départ, et Volkmann croit très-probable que la faculté de distinguer avec la rétine a plus de portée qu'elle n'en aurait si les fibres nerveuses étaient les derniers élémens. Muncke admet que le plus petit angle visuel est de trente secondes. Treviranus distinguait jusqu'à une distance de quarante-huit lignes, un point noir de 0,00833 ligne de diamètre sur un fond blanc, et Volkmann calcule d'après cela que le diamètre de la plus petite image sur la rétine est de 0,000060 ligne. Cette évaluation est trop forte encore; car un œil médiocre distingue, à la distance de trente lignes, un cheveu qui n'a que 0,002 ligne de diamètre, ce qui donnerait une image sur la rétine ayant un diamètre de 0,000023 ligne. Un élève de Baër pouvait encore apercevoir à une distance de vingt-huit lignes un poil d'un soixantième de ligne, ce qui, selon Volkmann, donnerait une image sur la rétine de 0,00000014 ligne de diamètre. De là, Volkmann conclut qu'en faisant abstraction du dernier cas, qui est tout-à-fait extraordinaire, les plus petites images sur la rétine sont inférieures aux moindres élémens de cette membrane dont nous connaissons la masse.

III. Changemens intérieurs dans l'œil pour la vision distincte à des distances diverses.

De ce qui précède on peut déjà conclure d'une manière générale que la vision distincte à des distances diverses exige qu'il se passe des changemens dans l'intérieur de l'œil. Le foyer de l'image est un peu plus rapproché du cristallin pour les objets proches, et un peu plus distant pour les objets éloignés. Olbers s'est occupé de rechercher à combien s'élève la différence dans la distance focale pour la vue de près et de loin, avec les conditions de réfraction qui existent dans l'œil (1).

(1) *De internis oculi mutationibus*, Göttingue, 1780.