

minaisons nerveuses auditives. Pour expliquer la perception des différences dans la hauteur d'un son (qui dépend du nombre des vibrations), HELMHOLTZ a admis hypothétiquement, en se basant sur le principe de l'énergie spécifique des nerfs, qu'il existe une fibre nerveuse et un appareil terminal pour chaque son de hauteur déterminée. Il compara les fibres de la membrane basilaire à des cordes tendues, de différentes dimensions (comme dans une harpe) et supposa que chacune d'elles était accordée pour un son déterminé. Or, ces fibres sont assez nombreuses (60 000) pour que chacune d'elles puisse vibrer pour un son d'une hauteur donnée, dans la limite des sons perceptibles. Il faut remarquer, en effet, que le sens de l'ouïe n'est plus impressionné par des vibrations qui descendent au-dessous de 30 à la seconde ou qui s'élèvent au-dessus de 15 à 20 000. D'autre part, l'oreille la plus exercée ne parvient à distinguer l'intervalle de deux sons que s'il est marqué par une différence d'un certain nombre de vibrations. Entre 120 et 1024 vibrations, on peut bien encore avec de l'habitude, distinguer deux sons qui ne diffèrent que par une vibration par seconde : mais en deçà ou au delà de ces chiffres, l'incapacité de l'oreille s'accuse ; ainsi, nous ne distinguons pas deux sons dont l'un a 10 000 et l'autre 10 100 vibrations par seconde. Le *timbre* d'un son est dû comme nous l'avons dit à propos de la phonation, aux sons partiels ou harmoniques qui accompagnent le son fondamental. La sensation auditive de timbre n'est donc pas une sensation simple ; mais elle se compose de la perception simultanée du son fondamental et de tous les sons partiels. Par l'exercice, on parvient à saisir dans la vibration d'une corde, ou dans le son rendu par un instrument de musique quelconque, beaucoup de ces sons partiels. L'appareil auditif peut donc percevoir isolément chaque vibration simple d'un son composé ; il se comporte à cet égard tout autrement que l'appareil visuel pour le mélange des couleurs. Par la vue nous ne percevons que la résultante du mélange des vibrations de l'éther ; avec l'oreille au contraire nous pouvons analyser les mélanges sonores et en percevoir les composantes.

A l'aide de nos sensations acoustiques, nous portons diffé-

rents jugements sur la nature, la distance, la direction des corps sonores. La justesse de nos appréciations dépend de l'expérience antérieure que nous avons acquise en associant nos sensations auditives aux indications fournies par les autres organes des sens. Pour juger de la direction d'un son, nous faisons varier le champ auditif par des mouvements de tête qui nous permettent de présenter les divers replis de la conque et la surface du tympan au choc des ondes sonores suivant certaines incidences. Chez les animaux, la mobilité de la conque sert au même but. Dans l'appréciation de la direction d'un son, l'appareil collecteur joue donc un rôle très important. Si on l'élimine artificiellement comme dans l'expérience du tube bi-auriculaire de GELLÉ, il nous devient impossible de juger la position d'un corps sonore par rapport à notre corps : on place les deux extrémités d'un long tube de caoutchouc dans les conduits auditifs externes d'un individu, et on applique une montre sur la partie moyenne du tube ; le sujet entend bien le tic tac de la montre, mais il ne peut se rendre compte, les yeux fermés, de la position du corps sonore et des déplacements que l'on fait subir au tube.

ARTICLE V

SENS DE LA VUE

Le sens de la vue nous donne les sensations de lumière et de couleur ; l'excitant adéquat de la rétine consiste dans les vibrations du milieu hypothétique appelé *éther*. Négligeant toute la partie physique de la réfraction, nous nous occuperons seulement du mécanisme physiologique qui préside au réglage de la quantité de lumière qui entre dans l'œil, à l'accommodation et à la perception des sensations visuelles ; et dans un paragraphe complémentaire nous indiquerons le rôle que remplissent les organes annexes de l'appareil oculaire.

1° Iris. — L'iris est un diaphragme qui convertit l'œil en

chambre noire et qui, de plus, par les variations de diamètre de son orifice (pupille), règle la quantité de lumière qui doit entrer dans l'œil. Le rétrécissement de la pupille est dû à la contraction du sphincter de l'iris, muscle circulaire à fibres lisses, que commande le moteur oculaire commun. Quant à sa dilatation, on peut l'attribuer à la contraction de fibres musculaires rayonnées ou à une action nerveuse inhibitoire s'exerçant sur le sphincter par l'intermédiaire des ganglions microscopiques du plexus ciliaire. Le cordon sympathique cervical contient presque toutes les fibres nerveuses irido-dilatatrices. Sa section amène la constriction de la pupille, en laissant prédominer l'action tonique du moteur oculaire commun sur le sphincter irien. De plus, après cette section, le globe oculaire s'enfoncé légèrement dans l'orbite, ce qui fait paraître la fente palpébrale un peu rétrécie; ce phénomène provient de la paralysie des fibres musculaires lisses de l'aponévrose orbitaire. L'excitation du bout céphalique du sympathique produit, au contraire, une large dilatation pupillaire et la saillie du globe oculaire (*exophthalmie*). Toutes les fibres irido-dilatatrices proviennent de la portion cervico-dorsale de la moelle dans laquelle nous avons localisé le centre cilio-spinal; d'après les recherches de FR. FRANCK, elles abandonnent le cordon sympathique à la base du crâne pour se rendre au trijumeau par un petit filet spécial qui va se jeter dans le ganglion de Gasser; de là, par l'ophtalmique et les filets ciliaires, elles gagnent le globe oculaire et le plexus ciliaire (fig. 173). En outre, un certain nombre de fibres irido-dilatatrices proviennent directement de la moelle allongée et passent dans le tronc du trijumeau.

Les mouvements de resserrement et de dilatation de la pupille sont provoqués par action réflexe sous un grand nombre d'influences : la principale consiste dans l'excitation de la rétine par les rayons lumineux; la pupille se contracte à la lumière, se dilate à l'obscurité. De plus, tout effort d'accommodation, la convergence des yeux s'accompagnent d'un rétrécissement pupillaire; d'autre part, la dilatation de la pupille est produite par toute excitation un peu vive des nerfs sensitifs (douleur), par l'accumulation de CO_2 dans le sang (as-

phyxie). Certains poisons exercent une action remarquable sur l'iris; les uns, dits *mydriatiques*, comme l'atropine, paralysent le sphincter irien : d'où dilatation de la pupille; les autres, dits *myotiques*, comme l'ésérine, ont une action inverse : ils rétrécissent la pupille; l'ésérine est antagoniste de l'atropine. Ces poisons agissent aussi sur l'appareil de l'accommodation, sur le muscle ciliaire; l'atropine paralyse ce muscle et l'ésérine le fixe, au contraire, en contraction spasmodique.

2° Accommodation. — On nomme accommodation la propriété que possède l'appareil dioptrique de l'œil de modifier son pouvoir réfringent, de manière que les objets placés à des distances variables de l'œil puissent toujours former une image nette sur la rétine. Il n'est pas possible de voir avec netteté simultanément deux objets placés sur la même ligne visuelle, à une distance différente; pour les voir distinctement, il faut les regarder successivement, c'est-à-dire *accommoder* l'œil pour la distance à laquelle se trouve chacun d'eux. L'accommodation est opérée par des modifications dans les rayons de courbure du cristallin. Cette expérience de PURKINJE le démontre. Lorsqu'on place la flamme d'une bougie devant l'œil d'une personne, on distingue, en regardant latéralement cet œil, trois images de la flamme : la première, droite et brillante, se forme par réflexion sur la cornée; la seconde, plus grande, moins éclairée et droite aussi, se produit sur la face antérieure convexe du cristallin; la troisième, petite et renversée sur la face postérieure du cristallin, agissant comme miroir concave. Or, si la personne en observation regarde d'abord un objet rapproché, puis un objet éloigné, on s'aperçoit que les dimensions des images cristalliniennes se modifient, tandis que l'image cornéenne demeure invariable. Les images cristalliniennes, surtout celle qui est donnée par la face antérieure de la lentille, se rapetissent pour la vision d'objets rapprochés et s'agrandissent, au contraire, pour la vision éloignée; d'où l'on déduit que dans le premier cas les faces du cristallin, surtout sa face antérieure, se bombent davantage, par conséquent diminuent leur rayon de courbure, et que dans le second

cas l'inverse se produit, les faces du cristallin s'aplatissent et augmentent leur rayon de courbure.

Par quel mécanisme s'opèrent ces mouvements du cristallin ? C'est un muscle, le muscle ciliaire, situé à la périphérie de la lentille qui en est l'agent essentiel (voy. fig. 188). Le muscle ciliaire est formé de fibres lisses, à direction radiaire qui prennent leur insertion fixe sur l'angle irido-cornéen et leur

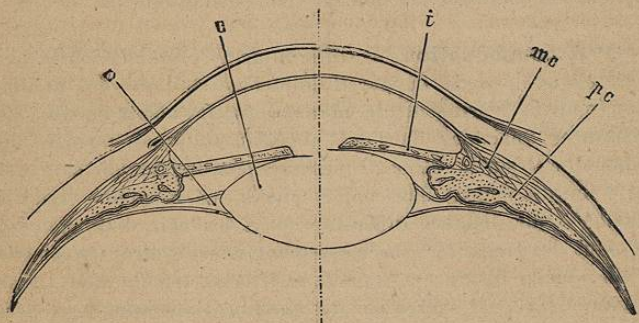


Fig. 188.

Schéma du mécanisme de l'accommodation.

c, cristallin. — z, zone de Zinn. — i, iris. — pc, procès ciliaires. — mc, muscle ciliaire

insertion mobile en arrière de ce point sur une large étendue de la choroïde antérieure ; en outre, ce muscle contient aussi en avant quelques fibres circulaires disposées en anneau à la manière d'un sphincter, autour des procès ciliaires. Le mode d'action du muscle ciliaire dans l'accommodation serait le suivant, d'après HELMHOLTZ. A l'état de repos de l'œil, le cristallin est déprimé et aplati au maximum, d'une façon purement mécanique, par la tension des fibres de la zonule de Zinn, qui s'attachent d'une part à l'équateur du cristallin et d'autre part à la face interne des procès ciliaires et à l'hyaloïde. Si l'on supprime cette traction de la zonule, le cristallin prend mécaniquement par la réaction élastique de son tissu, son maximum de courbure. Le muscle ciliaire aurait précisément pour effet

de produire par la contraction de ses fibres radiées le relâchement de la zonule ; en tirant sur la choroïde, il porte en avant les insertions postérieures de la zonule et permet ainsi au cristallin d'augmenter mécaniquement la convexité de ses courbures. Quant aux fibres circulaires, leur mode d'action est d'une interprétation plus difficile. ROUGER supposa qu'en pressant sur les procès ciliaires, elles amèneraient une turgescence vasculaire, une sorte d'érection de ces organes qui, à leur tour, comprimerait la périphérie du cristallin, de façon à faire bomber ses faces. Mais les procès ciliaires ne touchent pas le cristallin. Il est plus probable que les fibres circulaires agissent comme les fibres radiées ; en resserrant l'anneau qu'elles forment, elles attireraient les parties antérieures de la choroïde vers la périphérie de la cornée et relâcheraient ainsi la zonule. Il résulte de là que dans la vision des objets très éloignés, le muscle ciliaire doit être complètement relâché, au repos ; théoriquement pour l'œil normal, *emmétrope*, cet état ne devrait exister que dans la vision des objets situés à l'infini (rayons parallèles) ; mais en pratique, on peut admettre que l'œil est encore au repos dans la vision des objets situés à 60 ou 65 mètres (*punctum remotum R*). Au contraire, dans la vision des objets rapprochés, l'œil devient actif, le muscle ciliaire se contracte. L'accommodation est donc un phénomène actif, qui n'a pour limite que la limite de la contraction musculaire et de l'élasticité du cristallin. Pour l'œil normal, cette limite est atteinte quand l'objet est placé à environ 12 centimètres de l'œil (*punctum proximum P*). Le passage de R à P s'opère donc par une contraction musculaire, le passage inverse de P à R par le relâchement musculaire. Avec l'âge, la force d'accommodation diminue et le *punctum proximum* s'éloigne (*presbytie*), ce qui tient moins à un affaiblissement de la puissance du muscle ciliaire qu'à une diminution de l'élasticité du tissu cristallinien.

Le muscle ciliaire est innervé par le nerf moteur oculaire commun ; l'excitation de ce nerf fait bomber les faces du cristallin. Le sympathique contient au contraire des fibres à action inverse ; leur excitation produit le relâchement du muscle

ciliaire, sans doute en développant une action inhibitoire dans les cellules ganglionnaires du plexus ciliaire, comme l'ont avancé MORAT et DOYON.

3° Rétine. — La rétine est la membrane de l'œil sensible à

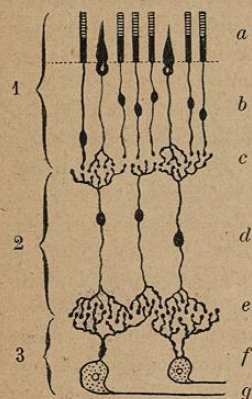


Fig. 189.

Schéma des éléments nerveux de la rétine, d'après les travaux de R. Y CAJAL.

a, cônes et bâtonnets. — *b*, grains externes. — *c*, moléculaire externe. — *d*, grains internes. — *e*, moléculaire interne. — *f*, cellules ganglionnaires. — *g*, fibres du nerf optique. — 1, neurone externe. — 2, neurone de deuxième ligne. — 3, neurone de troisième ligne.

sous-jacent. Le grain externe n'est pas autre chose que la cellule nerveuse de ce neurone périphérique ; les cônes et les bâtonnets sont des cellules épithéliales différenciées. Le neurone de seconde ligne est représenté par le grain interne muni également de deux prolongements, l'un cellulipète, l'autre cellulifuge. Le prolongement cellulipète prend naissance dans la

la lumière. Les histologistes y ont décrit depuis longtemps la superposition suivante des éléments nerveux de dehors en dedans : couches des cônes et bâtonnets, grains externes, moléculaire externe, grains internes, moléculaire interne, ganglionnaire, fibres du nerf optique. Cette structure se trouve considérablement simplifiée par les recherches de RAMON Y CAJAL. Les éléments nerveux rétinienens se composent de trois neurones superposés, comme l'indique le schéma ci-contre (fig. 189). Le neurone le plus externe est représenté par le grain externe muni de deux prolongements : l'un cellulipète venant du cône ou du bâtonnet, l'autre cellulifuge s'engageant dans la couche moléculaire externe. Ce dernier se termine par un simple bouton s'il provient du grain d'un bâtonnet, par une arborisation terminale s'il provient du grain d'un cône ; l'un et l'autre, d'ailleurs, se mettent en rapport avec des arborisations du neurone

couche moléculaire par une riche arborisation s'articulant avec les prolongements de plusieurs bâtonnets ou cônes : ainsi s'opère une première réduction ou condensation des voies d'innervation. Le prolongement cellulifuge s'engage dans la couche moléculaire interne et va se mettre en contact par une arborisation terminale avec les prolongements protoplasmiques des cellules ganglionnaires. Ces dernières constituent les neurones de troisième ligne. Chacune d'elles s'articule par ses dendrites avec les prolongements de plusieurs grains internes, d'où nouvelle réduction des voies d'innervation, et émet un prolongement cylindraxile qui forme une fibre du nerf optique. On voit que, par suite de la condensation successive des voies d'innervation dans la marche vers le cerveau, les cônes et les bâtonnets sont beaucoup plus nombreux que les fibres du nerf optique, et que par conséquent, il n'y a pas une fibre nerveuse cérébrale pour chacun de ces éléments. Telle est, du moins, la disposition des éléments rétinienens dans les parties périphériques de la rétine ; mais il en est autrement pour la tache jaune ; à ce niveau en effet il n'y a que des cônes chez l'homme, et la réduction des voies d'innervation y est beaucoup moins prononcée ; c'est-à-dire que chaque cellule ganglionnaire et chaque fibre nerveuse, par conséquent, correspond à un seul cône ou à deux tout au plus.

a. Excitabilité de la rétine. — La rétine est l'intermédiaire obligé entre le phénomène physique de la lumière (vibrations de l'éther) et le phénomène physiologique de l'excitation nerveuse (vibration nerveuse). Ainsi, les rayons lumineux tombant sur la section du nerf optique, ne produisent aucune sensation de lumière. Mais la rétine, comme le nerf optique, est sensible aux excitants autres que la lumière ; seulement elle réagit toujours en donnant une sensation lumineuse (principe de l'énergie spécifique des appareils nerveux). Par exemple, la piqûre de la rétine ou du nerf optique, ou toute autre excitation mécanique ou électrique donne lieu à une sensation lumineuse subjective (*phosphènes*) ; si l'on comprime avec le doigt un point de la surface de l'œil, on perçoit un cercle lumineux dans le champ visuel du côté opposé au point comprimé.

Les différentes parties de la rétine ne sont pas également sensibles à la lumière. On nomme champ visuel l'ensemble des points de l'espace qui viennent former leur image sur la rétine. Il est facile de déterminer le champ visuel monoculaire pour une position fixe de l'œil à l'aide de l'instrument appelé *périmètre*. On peut aussi le déterminer grossièrement en marquant sur un tableau, placé à une petite distance devant l'œil, les points qui sont visibles excentriquement pendant que le regard fixe un point au centre du tableau. En réunissant tous les points périphériques, on délimite le champ visuel en projection sur un plan. L'espace ainsi circonscrit n'est pas un cercle parfait; les parties sensibles de la rétine s'étendent moins loin du côté temporal que du côté nasal; l'extension périphérique de la partie temporale ne nous servirait en effet qu'à voir notre nez.

Il est un point de la rétine absolument inexcitable par les rayons lumineux; c'est le point d'entrée du nerf optique ou papille; on lui donne aussi le nom de *punctum cæcum*. Normalement ce point insensible ne se traduit par aucune lacune, aucun scotome dans le champ visuel; par l'habitude, nous en faisons abstraction. Mais on peut le rendre évident artificiellement dans cette expérience de MARIOTTE: on marque sur une feuille de papier blanc deux points noirs distants de quelques centimètres, et l'on fixe avec un seul œil un de ces points: pour une certaine distance de l'œil à l'objet, l'autre devient absolument invisible, lorsque précisément son image vient tomber sur le *punctum cæcum*.

La sensibilité rétinienne acquiert au contraire son maximum au niveau de la tache jaune, surface qui n'a que 1 millimètre carré et qui se trouve à l'extrémité postérieure du diamètre antéro-postérieur de l'œil. C'est la partie de la rétine qui nous sert exclusivement pour distinguer les menus objets. Deux fils très rapprochés, qui sont vus séparément lorsque leur image se peint sur la tache jaune, doivent être 150 fois plus écartés pour être encore vus distinctement lorsque leur image tombe sur les parties périphériques de la rétine. De même, lorsque nous lisons, nous ne voyons distinctement à la fois qu'un très petit nombre de lettres, celles dont l'image se forme précisément sur la tache

jaune et, pour lire toute une ligne, il faut que l'œil se déplace de façon à amener successivement les images sur la partie centrale de la rétine.

Il ne suffit pas de déterminer en surface les différences de l'excitabilité rétinienne, il faut encore se demander quels sont, parmi les différents éléments stratifiés de la rétine, ceux qui subissent les premiers l'influence des rayons lumineux. L'ordre dans lequel se superposent les éléments rétiens ne saurait nous renseigner sur ce point, car les premiers éléments atteints par les rayons lumineux sont évidemment les fibres du nerf optique qui constituent la couche la plus interne, en rapport avec le corps vitré; il est clair que la lumière n'agit pas directement sur ces fibres, mais bien sur les éléments terminaux situés plus excentriquement. L'expérience suivante, dite de l'*arbre vasculaire* de Purkinje, rend très vraisemblable que les premiers éléments impressionnés par la lumière sont les cônes et les bâtonnets. Les vaisseaux de l'œil qui rampent dans les couches antérieures de la rétine projettent normalement leur ombre sur les couches postérieures de cette membrane. À l'état normal, par l'effet de l'habitude, nous ne percevons pas cette ombre; mais, par un éclairage approprié, faisons en sorte que l'ombre se projette sur des parties de la rétine qui n'ont pas coutume d'être impressionnées par elle, et nous distinguerons immédiatement les vaisseaux rétiens avec le dessin de toutes leurs arborisations. Pour cela il suffit, pendant que l'on regarde un fond obscur, de placer une source lumineuse très latéralement par rapport à l'œil. En se basant sur la grandeur apparente du mouvement que présente cette ombre dans le champ visuel, lorsqu'on déplace la source lumineuse, HELMHOLTZ a calculé que la couche de la rétine impressionnée par l'ombre des vaisseaux doit être séparée des vaisseaux eux-mêmes par une distance qui est précisément égale à l'épaisseur de la rétine. C'est dire que les éléments impressionnés sont les cônes et les bâtonnets.

Les rayons lumineux traversent donc toutes les couches de la rétine pour venir exciter les éléments terminaux; il est probable que ce n'est qu'après réflexion sur la choroïde que les rayons

agissent sur les bâtonnets. Le pigment choroidien, d'après ROUGET, n'aurait pas seulement pour rôle d'absorber les rayons lumineux, mais encore celui de les réfléchir à la façon du tain d'un miroir. Les cellules pigmentaires qui tapissent la choroïde envoient entre les cônes et les bâtonnets des prolongements protoplasmiques effilés qui présentent des mouvements remarquables; КИХНЕ a vu, chez la grenouille, les grains de pigment émigrer sous l'action d'une vive lumière dans les interstices des cônes et des bâtonnets, de façon à les entourer d'une gaine pigmentaire, et réintégrer le corps cellulaire à l'obscurité.

Nous ignorons comment l'énergie physique (vibrations de l'éther) se transforme dans la rétine en énergie nerveuse. Cependant les recherches de BOLL et КИХНЕ montrent qu'il doit y avoir un processus chimique intermédiaire. Dans l'obscurité, le segment externe des bâtonnets tourné du côté de la choroïde se colore vivement en rouge. Cette teinte est due à une matière colorante, le *rouge rétinien*, ou *érythroopsine*. Or, fait remarquable, cette substance se décolore très vite à la lumière; mais elle reste inaltérable et se fixe si l'on plonge l'œil dans une solution d'alun à l'obscurité. On a pu utiliser cette propriété pour obtenir des photographies des objets sur la rétine (*optogrammes*). Pour cela, l'œil d'un animal préalablement tenu à l'obscurité est placé pendant quelque temps devant un objet éclairé, une fenêtre par exemple; puis l'animal est sacrifié et son œil, rapidement énucléé, est plongé dans une solution d'alun, à l'abri de la lumière. Alors, quand la fixation du rouge rétinien est effectuée, on peut constater que l'image de la fenêtre avec ses montants et ses barreaux se trouve dessinée sur la rétine; les parties éclairées sont transparentes et le reste rouge.

b. *Sensations visuelles*. — On sait que la sensation de lumière blanche nous est donnée par la fusion de toutes les couleurs du spectre. Voilà un premier fait qui démontre que dans le mélange de toutes les vibrations de longueurs d'onde différentes, l'œil n'en perçoit que la résultante et non les composantes. Mais dispersons ces vibrations à l'aide d'un prisme, chaque portion du spectre d'où partent des vibrations d'une seule longueur d'onde impressionnera la rétine d'une façon différente et nous donnera diverses

sensations de couleur. Nous distinguerons dans ces sensations plusieurs qualités: 1° l'intensité lumineuse; elle dépend de l'impression plus ou moins forte que nous ressentons; 2° la teinte des couleurs; en outre des couleurs du spectre, nous en distinguons, quantité d'autres, et la gamme en est indéfinie; depuis le rouge jusqu'au violet, nous pouvons percevoir une foule de nuances; 3° le ton ou saturation, selon que le caractère de la sensation chromatique est plus ou moins accentué. On a émis l'hypothèse que les bâtonnets sont en rapport avec la perception des différences d'intensité lumineuse, et les cônes avec la perception des couleurs. Quoi qu'il en soit, il est anatomiquement impossible d'admettre l'existence d'une fibre nerveuse spéciale pour la perception de chaque couleur; le nombre de ces fibres n'est pas suffisant pour que le principe de l'énergie spécifique des organes nerveux soit applicable de cette façon à la rétine. La théorie de YOUNG reprise par HELMHOLTZ rend compte d'une manière plausible de la perception des couleurs. Pour YOUNG il y a trois couleurs fondamentales, le rouge, le vert et le bleu, et trois fibres nerveuses élémentaires distinctes possédant chacune une énergie spécifique correspondant à chacune de ces couleurs. L'excitation égale et simultanée des trois sortes de fibres donne la sensation de la lumière blanche; l'excitation de chacune d'elles donne soit la sensation du rouge, soit la sensation du vert, soit la sensation du bleu, et la perception de toutes les nuances des couleurs résulte de la variété infinie dans l'intensité de l'excitation de ces fibres. Cette théorie donne l'explication de certains troubles pathologiques que l'on observe dans la perception des couleurs. Il peut arriver que les trois ordres de fibres soient inexcitables; dans ce cas, il y a cécité complète pour toutes les couleurs (*achromatopsie*). Mais ordinairement une seule catégorie de fibres, celle du rouge est inexcitable (*daltonisme*). Les daltoniens voient les objets rouges colorés en vert. La théorie de YOUNG permet aussi d'expliquer des phénomènes du genre de celui-ci: lorsque, après avoir fixé pendant quelque temps une surface rouge vivement éclairée, on porte le regard sur une surface blanche on voit vert. En effet, les fibres pour le rouge étant fatiguées, la lumière blanche qui normalement pour l'œil reposé excite

également les trois sortes de fibres, n'excite plus efficacement, dans le cas particulier, que les fibres non épuisées. L'excitation des fibres du rouge n'ayant plus d'effet, c'est le vert, c'est-à-dire la couleur complémentaire que l'on perçoit.

Les sensations visuelles présentent au point de vue de leur durée les mêmes particularités que les sensations fournies par les autres organes des sens : elles persistent un certain temps après que l'excitant a cessé d'agir. On n'ignore pas que c'est en raison de cette persistance des impressions visuelles, qu'un point lumineux nous donne la sensation d'une ligne lorsqu'il se meut rapidement, qu'un disque à secteurs colorés des différentes couleurs du spectre nous paraît blanc quand il est animé d'un mouvement de rotation suffisamment rapide, etc.

Les objets forment sur la rétine des images renversées. Cependant nous voyons les objets droits. Cela tient à ce que nous rapportons toutes nos impressions rétinienne à l'extérieur, précisément dans la direction que les rayons lumineux ont dû suivre pour arriver jusqu'à la rétine. C'est une opération psychique ; les sensations visuelles ont en effet un caractère éminemment objectif, et non subjectif comme les impressions olfactives et gustatives. La fusion des deux images fournies par les deux yeux en une sensation unique est aussi le résultat d'une opération psychique ; lorsque des points similaires des deux rétines sont excités simultanément, nous n'avons qu'une sensation : si cette condition n'est pas remplie, la sensation devient double : (*diplopie* dans le *strabisme*). Toutefois dans ce résultat il n'y a rien de préétabli, mais seulement un effet de l'habitude ; car les gens atteints de strabisme depuis plusieurs années y voient simple ; qu'on les opère pour remédier à la déviation des globes oculaires, ils deviennent diplopiques pour un temps jusqu'à ce que le trouble visuel ait été de nouveau corrigé par l'habitude.

Nos sensations visuelles (grâce à l'éducation de la vue par les autres organes des sens, principalement le toucher) nous permettent de porter divers jugements sur la nature, la forme et aussi sur la grandeur, la distance, le relief des objets. L'angle visuel sous lequel un objet est vu, la conscience de l'effort d'accommodation qu'il est nécessaire de développer, nous donnent

déjà des indications sur la distance et la grandeur. La notion de relief résulte de plus de la différence des images qui se forment sur chaque rétine ; les deux yeux occupent des positions différentes dans l'espace ; par conséquent l'un doit voir des parties d'un objet qui sont cachées pour l'autre, et vice versa. L'illusion du relief produit par l'appareil nommé *stéréoscope* provient précisément de la superposition de deux images représentant le même objet vu de deux points différents.

On appelle *illusions d'optique* les erreurs que nous commettons dans nos jugements visuels. En voici des exemples : un carré blanc sur fond noir nous paraît plus grand qu'il n'est en réalité. Pour expliquer ce fait on a admis que les parties blanches plus vivement éclairées impressionnent non seulement les points de la rétine où elles viennent se peindre, mais encore les points voisins (*irradiation*). C'est par l'irradiation et la persistance des impressions lumineuses qu'on explique la plupart des illusions d'optique. Une ligne droite coupée transversalement par une série de traits verticaux nous paraît plus grande qu'une droite de même longueur non divisée, etc. Voici maintenant une illusion sur les couleurs. Collons un rond de papier blanc sur un papier vert et appliquons un papier blanc transparent par-dessus. Le rond blanc nous paraîtra coloré en rouge. Cela provient de ce que nous considérons le fond comme blanc, bien qu'il ne le soit pas absolument ; alors le rond blanc n'est plus vu comme tel et nous lui attribuons la couleur complémentaire du fond sur lequel il se détache.

4° Organes annexes de l'appareil oculaire. — Parmi ces organes annexes ceux qui jouent un rôle prépondérant sont les muscles de l'œil et l'appareil lacrymal.

a. *Muscles de l'œil.* — L'enclassement de l'œil dans la capsule de TENON est comparable à une articulation énarthroïdale. Les mouvements de l'œil s'effectuent dans le plan de tous les méridiens, mais on peut les réduire pour l'analyse à trois catégories ; mouvements d'adduction et d'abduction ; mouvements d'élévation et d'abaissement et mouvement obliques ou diagonaux. Dans le mouvement d'adduction la pupille est portée en dedans vers

l'angle nasal de la fente palpébrale : il est dû à la contraction du droit interne ; dans l'abduction la pupille se dirige en dehors sous l'influence du droit externe. Les mouvements d'élévation ou d'abaissement du globe résultent de la contraction du droit supérieur et du droit inférieur : mais en raison de l'obliquité

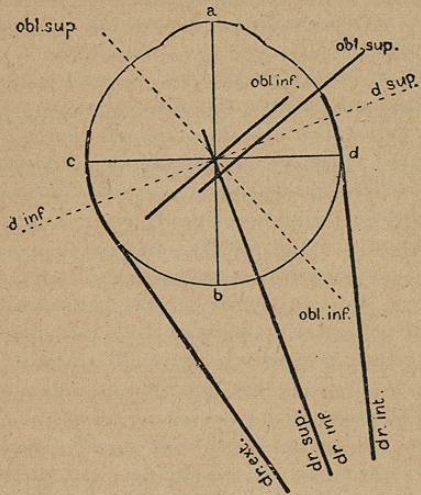


Fig. 190.

Schéma des axes de rotation du globe oculaire et de l'action des muscles droits et obliques.

de ces muscles par rapport à l'axe antéro-postérieur de l'œil (voy. fig. 190), la pupille est en même temps portée en dedans ; pour qu'elle se dirige directement en haut ou en bas il faut donc que d'autres muscles viennent corriger cette action adductrice. Ces muscles sont les obliques ; l'oblique inférieur ou petit oblique associe son action à celle du droit supérieur ; l'oblique supérieur ou grand oblique corrige l'action du droit inférieur. Cela ressort de l'action propre des obliques qu'il est facile de déduire de leurs insertions. Le petit oblique porte, en effet, la

pupille en haut et en dehors, le grand oblique la porte en bas et en dehors. En même temps ces muscles font subir au globe oculaire un mouvement de rotation autour d'un axe oblique de dehors en dedans et d'avant en arrière (muscles rotateurs du globe). On se rappelle que le droit externe est innervé par le moteur oculaire externe, le grand oblique par le pathétique et tous les autres muscles par le moteur oculaire commun. Dans les mouvements de latéralité combinés des deux yeux, le droit externe d'un côté devant se contracter synergiquement avec le droit interne de l'autre côté, on peut en inférer qu'il existe (nous l'avons déjà fait remarquer p. 525 et 583) des voies d'association entre les noyaux du moteur oculaire commun et du moteur oculaire externe. Les mouvements de la paupière supérieure sont dus à deux muscles : l'un l'orbiculaire, innervé par le facial, préside à l'occlusion des paupières (clignement) ; l'autre, le releveur innervé par le moteur oculaire commun, maintient la paupière relevée.

b. *Sécrétion lacrymale.* — Produit de sécrétion de la glande lacrymale, les larmes sont réparties uniformément par les mouvements de clignement à la surface de la cornée et de la conjonctive, qu'elles lubrifient. Elles sont composées d'eau tenant en dissolution du chlorure de sodium. Le nerf lacrymal, branche de l'ophtalmique, contient la plupart des filets sécrétoires de la glande (une petite partie de ces fibres se trouve dans le sympathique) ; la sécrétion se fait par action réflexe sous l'influence de l'excitation des nerfs sensibles de la cornée, de la conjonctive, de la muqueuse pituitaire et aussi consécutivement à l'excitation d'un grand nombre d'autres nerfs sensibles ou sous l'influence d'impressions psychiques (douleur, émotions diverses). Les larmes incessamment sécrétées sont conduites dans le méat inférieur des fosses nasales par l'appareil excréteur (conduits lacrymaux, sac lacrymal, canal nasal). On a émis diverses hypothèses pour expliquer le mécanisme de cette excrétion. L'aspiration qui se produit dans les voies lacrymales, par la diminution de pression de l'air dans les fosses nasales au moment de l'inspiration, doit être la cause principale de la progression des larmes. Toutefois les contractions du muscle orbiculaire des paupières et du

petit muscle de Horner (clignement) ont une influence incontestable, car l'excrétion des larmes est troublée par la paralysie de ces muscles; peut-être agissent-ils en dilatant les canaux lacrymaux et le sac lacrymal (?). De plus un système de valvules facilite la progression des larmes des points lacrymaux vers les fosses nasales.

QUATRIÈME PARTIE

FONCTIONS DE GÉNÉRATION

Tout être vivant provient d'un être vivant (du moins de nos jours). Les expériences de PASTEUR ont ruiné l'hypothèse de la génération spontanée. La génération est la fonction par laquelle les êtres vivants se multiplient en donnant naissance à des êtres semblables à eux. Nous étudierons d'abord les conditions qui se rattachent à l'accomplissement de cette fonction, puis nous ajouterons quelques mots sur la manière dont se fait la nutrition chez l'embryon et le fœtus.

ARTICLE PREMIER

REPRODUCTION

Qu'on l'envisage à n'importe quel degré de l'échelle zoologique, la reproduction s'effectue toujours par la séparation d'un fragment de protoplasma du corps de l'être vivant, soit par division du corps tout entier de l'individu, soit par la chute d'un simple bourgeon, soit, pour la plupart des animaux, par la formation d'une cellule spéciale, l'œuf ou ovule. L'ovule (élément femelle) pour se développer et donner naissance au nouvel être, doit s'unir à un autre élément, le spermatozoïde (élément mâle). Ce phénomène se nomme *fécondation*. Ce n'est qu'exceptionnellement, chez quelques insectes notamment, que l'on peut voir les œufs se développer sans fécondation préalable, du moins pendant quelques générations (*parthénogenèse*).