

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 rétinienens 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 rétinienens 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 choroïdien, 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 ; KÜHNE 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 KÜHNE 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 *érythropsine*. 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 Fabri 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

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*).