

Non seulement il n'y a pas de pigment irien, mais encore l'iris et la sclérotique sont amincis. Il ne s'agit pas, en l'espèce, de l'exagération des yeux clairs ou d'un atavisme quelconque, mais probablement d'un vice de développement ou d'un état pathologique.

La *conformation intérieure* ou structure de l'œil, l'*aspect ophtalmoscopique* ont été peu étudiés par l'anthropologie.

La *réfraction* est à peine effleurée; c'est une étude à faire. Boerhaave cependant avait déjà présenté quelques relations entre la forme du crâne et la réfraction oculaire. On a recherché de nos jours l'existence des rapports entre cette forme du crâne, la profondeur de l'orbite et la réfraction de l'œil. On considéra bientôt les dolychocéphales comme prédisposés à la myopie et les brachycéphales à l'hypermétropie. Stilling, en 1888, a indiqué l'abaissement du plafond orbitaire chez le myope et son élévation chez l'hypermétrope. La répartition de la myopie paraît être beaucoup plus sous l'influence de la race que de l'habitat. Les Ligures et les Ibères seraient plus myopes, et les Celtes moins. L'hérédité et l'hérédité croisée (Parent), si fréquente pour la myopie, vient à l'appui de cette manière de voir. L'astigmatisme est souvent en rapport avec l'asymétrie crânienne et faciale (Javal); les Juifs en seraient plus souvent affectés et d'un type contraire à la règle.

CHAPITRE V

ANATOMIE COMPARÉE

§ 36. Pour comprendre la structure de l'œil humain, il importe de connaître comment se produit, chez les animaux, la perception lumineuse. Celle-ci peut avoir lieu même en l'absence de tout appareil spécialisé. Des animaux absolument dépourvus d'yeux, tels que les larves de mouches, sont sensibles à la lumière et la fuient, comme l'a montré Pouchet il

y a déjà longtemps. Depuis cette époque, on a appris qu'il s'agit là d'une fonction très commune chez les êtres inférieurs privés d'yeux, et qui leur permet de distinguer la lumière de l'obscurité; c'est la *fonction dermatoptique*, ainsi nommée parce que son siège paraît être dans la peau.

Des appareils visuels ne tardent pas à apparaître. Les plus simples sont les *taches oculaires* que l'on rencontre chez certains protozoaires. Ces taches consistent en de simples amas de granulations pigmentaires, placés en un point quelconque de la masse protoplasmique constituant le corps de l'animal. Il n'y a ni appareil de réfraction ni appareil nerveux, puisque l'on a affaire à un animal unicellulaire et purement protoplasmique; mais comme on sait que le pigment absorbe très fortement la lumière, il est permis de penser que le protoplasma est impressionné d'une manière particulière par les rayons lumineux là où il renferme du pigment en abondance. On peut donc ainsi admettre que les taches oculaires ont une relation réelle, bien que mal définie, avec la perception de la lumière.

Des *yeux* véritables apparaissent chez certains animaux inférieurs, et en particulier chez les vers. Ces yeux consistent en des cellules claires, reliées par des nerfs au système nerveux, et entourées de cellules pigmentaires qui leur forment une gaine ouverte en avant. Ces petits organes sont produits d'habitude par une simple différenciation des cellules ectodermiques et restent situés dans le tégument. Ils sont portés sur la partie antérieure du corps et disséminés en assez grand nombre, ou bien réunis de manière à former des yeux plus volumineux. Isolés, ils ne peuvent servir qu'à la perception des rayons lumineux et non des images, car ils sont trop petits pour que les différents points d'un objet impressionnent séparément les cellules qui les composent. Ils permettent à l'animal de se diriger vers la lumière ou de la fuir. En effet, les rayons lumineux ne sont perçus qu'autant qu'ils peuvent pénétrer par l'ouverture de la coupe pigmentaire qui entoure les cellules cen-

le pigment absorbant tous ceux qui ont une autre direction. Il en résulte que ces rayons frappent en plein sur les



FIG. 47. — Œil de direction.

CP, cellule pigmentaire; CC, cellule claire sensorielle.

cellules clairtrales, considérées comme sensorielles, lorsque l'animal se dirige vers la lumière, et qu'ils ne sont pas perçus lorsqu'il lui tourne le dos. De tels yeux servent donc exclusivement à la direction, *yeux de direction* (Hatscheck).
Lorsqu'un certain nombre d'yeux élémentaires comme celui que nous venons de décrire sont groupés sur une surface très petite, il peut évidemment se former des images à leur niveau, chacun de ces yeux pouvant percevoir un point différent des objet lumineux en présence, mais ces images sont forcément incomplètes, discontinues et brouillées à cause de la faible dimension des yeux, du petit nombre des cellules sensorielles réunies dans chacun d'eux et surtout à cause de l'absence de tout appareil d'accommodation.

Chez beaucoup d'animaux, les cellules sensorielles entourées de pigment se groupent les unes à côté des autres sur une surface qui s'excave un peu et arrive même à former une véritable sphère close. Dans ce cas les cellules de la partie antérieure de la sphère gardent une structure épithéliale simple et restent transparentes. Elles constituent une *cornée*, tandis que les cellules du fond se différencient en cellules sensorielles et en cellules pigmentaires dont l'ensemble forme la *rétilne*. Cet œil se complète souvent par la formation d'une lentille cristallinienne qui se loge dans la cavité de la sphère oculaire; mais comme cette lentille est immobile et ne peut changer de

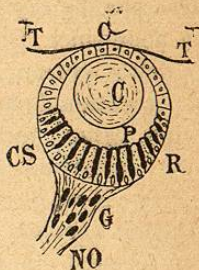


FIG. 48. — Œil de mollusque.

T, téguments; C, cristallin; R, rétilne; NO, nerf optique; G, ganglion; CS, cellule sensorielle; P, pigment.

forme, l'accommodation est impossible; la vision distincte n'existe que pour une distance rigoureusement déterminée, et le cristallin ne fonctionne guère que pour renforcer la lumière reçue dans l'œil.

Chez les mollusques supérieurs, céphalopodes, le cristallin est enchâssé dans une sorte d'iris et peut servir à l'accommodation, de manière que l'œil de ces animaux ressemble beaucoup physiologiquement à celui des vertébrés. Il en diffère toutefois par la constitution histologique de sa rétilne et par ce fait que les cellules sensorielles ont leur extrémité libre tournée directement vers la lumière, tandis que le contraire a lieu chez les vertébrés.

L'œil très simple, composé d'une cellule sensorielle claire entourée de cellules à pigment, que nous avons trouvé chez les vers inférieurs, se complique beaucoup chez certains mollusques et particulièrement chez les arthropodes, où il forme un petit organe assez complexe auquel on donne le nom d'*ommatidium*.

Un ommatidium a la forme d'un cône allongé dont la base périphérique est tournée vers les rayons lumineux et dont le sommet central se continue avec un filet du nerf optique. On peut lui décrire les parties suivantes : 1° le *cône cristallin* qui est situé vers la périphérie, au-dessous d'une lentille cornéenne fournie par le tégument. Le cône cristallin est produit par les cellules cristalliniennes; il est entouré par les cellules pigmentaires supérieures. 2° Le *rhabdome*, sorte de bâtonnet transparent constitué par les cellules sensorielles et en rapport avec le nerf. Ce rhabdome est entouré par des cellules pigmentaires appelées les *rétilmules*. La réunion d'un grand nombre d'ommatidies constitue, chez les arthropodes, les *yeux composés*; ceux-ci



FIG. 49. — Ommatidium.

LC, lentille cornéenne; CC, cône cristallin; CP, cellules pigmentaires supérieures; C'C', cellules cristalliniennes; Rh, rhabdome; R, rétilmule; N, nerf.

ont la *cornée à facettes*, semblable à une mosaïque (abeille, mouche, papillon) ou bien une cornée simple continue (araignée, scorpion).

Nous avons toujours considéré dans cette description les cellules claires comme étant les organes de la sensation, car en effet leurs rapports de continuité avec les fibres optiques sont tout en faveur de cette idée.

En même temps le pigment a été regardé comme étant surtout un corps isolant destiné à arrêter un grand nombre de rayons lumineux. Il ne faut pas oublier toutefois, étant donné son pouvoir absorbant, qu'il peut jouer, concurremment avec son rôle d'isolateur, un rôle direct, bien que mal connu, dans la perception des objets lumineux.

L'œil des *vertébrés* atteint le maximum de différenciation. Certains types inférieurs cependant, comme l'amphioxus, ont encore une tache simple pigmentaire reposant sur le système nerveux central.

Le système nerveux central fournit les éléments percepteurs de la lumière, et le système cutané produit les éléments réfringents. Il apparaît d'abord une expansion vésiculeuse, *vésicule optique primitive*, qui communique avec le cerveau et s'accole aux téguments. Au point de contact, l'ectoderme tégumentaire s'épaissit, puis se déprime en une petite fossette, *fossette cristallinienne*, laquelle s'agrandit, se pédiculise progressivement et se transforme en une vésicule qui se détache de l'ectoderme pour former le cristallin.

Le cristallin s'enfonce dans la vésicule optique en allant de bas en haut et de dehors en dedans, de telle sorte qu'il transforme cette vésicule en une coupe ouverte à la fois en avant et en dessous, *cupule optique*. L'ouverture antérieure de la coupe est un large orifice dans lequel est enchâssé le cristallin; l'ouverture inférieure est une fente longitudinale plus ou moins large, suivant le moment du développement, et qui tend graduellement à se fermer, *fente choroïdienne*.

La cupule optique formée par l'enfoncement de la vésicule optique possède naturellement une double paroi : une paroi

interne fournie par l'hémisphère antérieur de la vésicule et qui donnera plus tard la rétine, une paroi externe fournie par l'hémisphère postérieur et qui engendre l'*épithélium pigmenté* de la rétine.

Entre le cristallin et la cupule optique se trouve du mésoderme qui forme le *corps vitré*. Le tissu périvésiculaire constitue dans sa partie interne la *choroïde* et dans sa partie externe la *sclérotique*. La *cornée* et la *conjonctive* proviennent des téguments après leur séparation d'avec le cristallin. Le *nerf optique* réunit l'œil au cerveau.

Chez les *mammifères*, il s'ajoute des vaisseaux qui se distribuent autour du corps vitré et autour du cristallin; les vaisseaux cristalliniens disparaissent de bonne heure avant ou après la croissance.

Il existe plusieurs particularités à noter relativement aux parties constituantes de l'œil; de plus la *forme du globe* est variable.

Les *poissons* l'ont aplati fortement et la cornée est plus grande que la sclérotique.

Chez les *reptiles*, serpents et crocodiles, et chez les *oiseaux*, la cornée est très courbe.

Les *ruminants*, les *solipèdes*, présentent le diamètre transversal supérieur au diamètre antéro-postérieur; la plupart cependant des autres mammifères ont l'œil plus long que large.

La *sclérotique* est fibreuse, cartilagineuse (oiseaux, amphibiens) ou osseuse (poissons, oiseaux). Elle est généralement plus épaisse à l'union avec la cornée ou autour du nerf optique.

L'*iris* est plus ou moins développé. On y trouve surtout des fibres circulaires. Ces fibres, chez les oiseaux, occupent tout le plan antérieur de l'iris (Durand et Mathias Duval), mais il existe en arrière des fibres radiées allant du bord ciliaire au bord pupillaire.

La *pupille* est de forme variée, ovale horizontalement ou verticalement, triangulaire (amphibiens), transversale (solipèdes, ruminants); la partie supérieure est garnie de franges très

pigmentées chez ces derniers. Elle est très mobile et très musculieuse chez les oiseaux.

Chez les animaux, le chien et le chat en particulier, les fibres radiées ou méridiennes ciliaires existent seules et les circulaires font défaut. Par contre le lapin albinos n'aurait que des fibres circulaires. Les fibres iriennes des oiseaux sont, contrairement aux nôtres, striées et en rapport probablement avec les nécessités du vol.

Le *muscle ciliaire* est d'autant moins développé qu'on s'élève davantage dans la série animale et en raison inverse de l'importance du ligament pectiné. Très complexe chez les oiseaux, il est aussi constitué par des fibres striées.

Le *tapis* est une région de la *cho-*

roïde, blanche, bleuâtre ou verdâtre, d'un reflet métallique, éclatant, dans l'obscurité. On le rencontre chez les poissons, quelques oiseaux (autruches) et beaucoup de mammifères (cheval, bœuf, chat, etc.) Le brillant serait dû à des phénomènes d'interférence des cellules ou des fibres constituant le tapis.

La *rétilne* des vertébrés tourne ses cônes et bâtonnets vers la périphérie contrairement aux éléments similaires, baguettes cristallines des arthropodes, bâtonnets des mollusques, qui sont dirigés vers le centre de l'organe.

Les fibres nerveuses chez certains animaux (lièvre, lapin) conservent leur graisse myélinique, ce qu'on observe exceptionnellement chez l'homme. Quelques poissons (raie, requin) et quelques mammifères nocturnes (taupe, hérisson, chauve-souris) ne possèdent que des bâtonnets. Le pigeon, la tortue, un grand nombre de serpents, peut-être tous les reptiles, n'ont que des cônes. Chez la plupart des oiseaux,

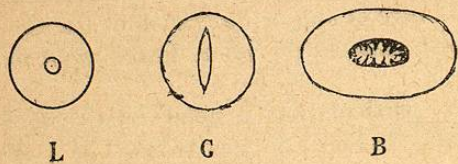


FIG. 50. — Pupilles.

L, lapin; C, chat; B, bœuf, cheval.

les cônes dominant tandis qu'ils diminuent chez les rapaces nocturnes. Chez quelques espèces animales, cheval, lapin, le réseau rétinien vasculaire est très ténu et ne dépasse guère la papille. Enfin chez les vertébrés inférieurs, poissons, amphibiens, la rétine est complètement avasculaire et se nourrit aux dépens des vaisseaux de la choroïde et de l'hyaloïde.

Le *nerf optique* subit une décussation variable suivant l'existence ou les besoins de la vision binoculaire. D'une manière générale on peut dire que, chez les vertébrés inférieurs, l'entre-croisement optique est complet; le nerf gauche va à l'œil droit et le nerf droit à l'œil gauche. Chez les vertébrés

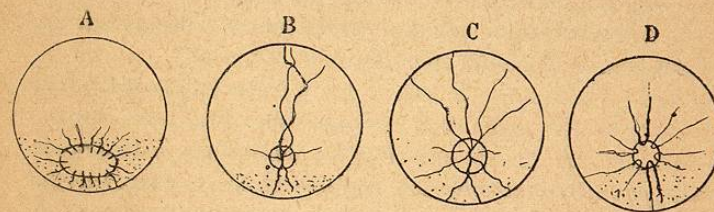


FIG. 51. — Fond d'œil animal.

A, cheval; B, bœuf, chien; C, chèvre, mouton; D, chat.

supérieurs, l'entre-croisement est partiel et d'autant plus considérable que l'animal, se rapproche davantage de l'homme.

La *papille* est de forme circulaire ou ovale et la disposition de ses vaisseaux, souvent caractéristique.

Le *crystallin* est très gros et sphérique chez les poissons, les amphibiens et les mammifères aquatiques. Il est plus aplati parmi les reptiles et les oiseaux. Ces derniers ont la chambre antérieure presque nulle et le cristallin recouvert d'un système fibreux qui tapisse ses faces antérieure et latérale.

L'*angle de la chambre antérieure*, ou irido-cornéen chez les animaux, est très variable. Chez le singe, il est libre, analogue à celui de l'homme. Chez les mammifères, le chat en particulier, il est rempli par un treillis fibreux allant de l'iris à la périphérie de la membrane de Descemet, et constituant le *liga-*

ment pectiné. Les travées sont parfois coniques et diminuent de volume d'avant en arrière, limitant les espaces de Fontana. Le canal de Schlemm est constitué par plusieurs petits canaux distants les uns des autres chez le porc et chez le bœuf. Il est très vaste chez la poule, nettement séparé du réticulum cilio-scléral et de la chambre antérieure par une paroi continue.

Les muscles de l'œil sont généralement au nombre de six, quatre droits et deux obliques. Les amphibiens et les reptiles possèdent, en outre, un muscle rotateur du bulbe autour du nerf optique. Ce muscle se rencontre chez la plupart des mammifères et se divise en faisceaux rétracteurs allant du trou optique au bulbe. L'oblique supérieur des mammifères a son origine avec les muscles droits et se réfléchit sur une poulie avant d'aboutir au bulbe.

Chez les poissons, il existe des plicatures conjonctivales constituant des paupières rudimentaires. Plusieurs squales présentent vers l'angle antérieur de l'œil une troisième paupière, *paupière nictitante*; les reptiles et les oiseaux ont des paupières mobiles et une membrane nictitante bien développée. Les paupières sont parfois circulaires.

L'appareil lacrymal glandulaire est nul chez les poissons. Sous la membrane nictitante des amphibiens et des reptiles, des oiseaux et des mammifères, on trouve en dedans la glande de Harder. En dehors les glandes lacrymales apparaissent. Les conduits lacrymaux, au nombre de 2 chez les mammifères, sont de 3 à 8 chez les crocodiles.

On trouve enfin, chez quelques mammifères, un muscle orbital; les autres en ont des rudiments et l'homme n'en présente que des vestiges insignifiants sur la fissure orbitaire.

OEIL PINÉAL. — C'est un œil développé chez quelques vertébrés inférieurs (lacertiens) et dont le rudiment paraît représenté chez l'homme par la glande pinéale placée entre les tubercules quadrijumeaux antérieurs. Chez les lacertiens, l'œil pinéal vient à travers le crâne jusqu'à l'épiderme et constituerait un œil véritable pourvu de cristallin, corps vitré, rétine et choroïde (Peytoureau).

CHAPITRE VI

DÉVELOPPEMENT DE L'ŒIL

§ 37. L'œil se développe aux dépens de l'ectoderme et du mésoderme; il est représenté tout d'abord par les vésicules optiques primitives.

VÉSICULES OPTIQUES. — Ce sont des diverticules de la vésicule cérébrale antérieure, laquelle comprend le cerveau antérieur et le cerveau intermédiaire ou vésicules des couches optiques. Les vésicules optiques naissent à la base du cerveau intermédiaire et constituent deux diverticules ampullaires, piriformes, communiquant par un pédicule creux avec la cavité cérébrale.

La face externe, en rapport avec l'épiderme, se déprime en doigt de gant et s'applique contre la face opposée, celle qui est unie au pédicule optique, de manière à prendre la forme d'une coupe à double paroi, *cupule optique*.

Cette cupule ne se forme pas mécaniquement mais par accroissement de ses bords. Elle est produite spontanément autour du cristallin qui doit y être contenu et par le développement du mésoderme qui y pénètre.

D'ailleurs l'invagination cupulaire ne se produit pas seulement sur la face externe, mais aussi sur la face inférieure qui tend à s'appliquer contre la face supérieure; ainsi se constitue une gouttière placée à la région inférieure de la cupule et se prolongeant sur une certaine étendue de la face inférieure du pédicule. Quand cette gouttière se rétrécit, elle constitue une sorte de fente, *fissure choroïdale* ou *fissure optique fœtale*, qui s'oblitére progressivement par rapprochement et soudure de ses bords. L'absence de soudure entraîne une *colobome* du côté de la portion correspondante, depuis l'iris jusqu'au nerf optique inclusivement.

Dans cette cupule optique va pénétrer le cristallin, puis, en