

réticulaire externe des cellules de soutènement concentriques ; ce sont des cellules aplaties parallèlement à la surface, munies de longs prolongements, les unes nucléées, les autres sans noyau. De la face externe de la membrane limitante externe se détachent encore de fines fibres, qui entourent comme d'un treillage les bases des cônes et des bâtonnets (fig. 218), et qui s'appellent fibres en corbeille (*Faserkorbe*).

Enfin la plus grande partie des deux couches réticulaires, et la petite quantité de substance cimentante de la couche ganglionnaire sont des dépendances de la substance de soutènement.

Étudions maintenant pratiquement les différentes couches de la rétine ; on compte de dedans en dehors les couches suivantes :

**COUCHE CÉRÉBRALE.** — La couche des *fibres nerveuses* est composée de cylindraxes sans myéline, groupés en faisceaux prenant une disposition plexiforme ; son épaisseur la plus grande correspond au point de pénétration du nerf optique ; de là, les fibres rayonnent jusqu'au niveau de l'*ora serrata* : dans ce trajet, on voit continuellement des fibres gagner la périphérie pour se mettre en relation avec les couches plus superficielles de la rétine. La disposition radiée des fibres est interrompue au niveau de la *macula lutea*.

La couche des *cellules ganglionnaires* (ganglion du nerf optique) se compose d'une seule couche de grandes cellules ganglionnaires multipolaires, munies d'un prolongement centripète indivis (*prolongement cylindraxile*) du côté de la couche des fibres du nerf optique, et d'un ou plusieurs prolongements ramifiés (prolongements protoplasmiques) du côté de la couche réticulaire interne ; à ce niveau les prolongements ramifiés forment un treillis aplati dans le sens de la surface et constituent, grâce à leurs anastomoses avec les prolongements des autres cellules ganglionnaires, un réseau serré inextricable (fig. 218 et 219).

La couche *réticulaire interne* (couche granuleuse, *nevrospangium*) comprend un fin réseau de substance de soutènement, qui supporte une trame nerveuse serrée formée par tous les prolongements des cellules ganglionnaires de la rétine.

La couche des *grains internes* ; les éléments qu'on décrit sous le nom de grains sont de nature très différente. La couche la plus interne est formée par les *spongioblastes* (1), cellules ganglionnaires, qui envoient des prolongements ramifiés dans la couche réticulaire interne. De la plupart d'entre elles — mais non de toutes — on voit partir un prolongement cylindraxile qui gagne la couche des fibres du nerf optique (fig. 219). Les

(1) Cette dénomination provient de l'opinion erronée, d'après laquelle on supposait que ces cellules donnaient naissance au *nevrospangium*.

autres couches sont formées surtout de petites cellules ganglionnaires bipolaires (*ganglion de la rétine*), dont le prolongement central atteint la couche réticulaire interne et s'y décompose en fines fibrilles, tandis que le prolongement périphérique gagne la couche réticulaire externe où il se bifurque, prend une direction parallèle à la surface et se décompose en fibrilles très fines qui se perdent dans un réseau sous-épithélial, formé par l'anastomose des prolongements des cellules ganglionnaires voisines. Il existe un prolongement (1) qui monte entre les cellules visuelles (fig. 219).

Enfin l'on rencontre dans cette couche les noyaux des fibres rayonnées.

La couche *réticulaire externe* (couche intermédiaire, couche sous-épithéliale) constitue également un fin réseau de soutènement, qui contient le réseau nerveux que nous venons de décrire. Les cellules qu'on rencontre dans cette couche sont les cellules concentriques de soutènement, ainsi que des cellules étoilées « cellules ganglionnaires sous-épithéliales » ; ces dernières contribuent par leurs prolongements à la constitution du réseau nerveux sous-épithélial (fig. 219) ; de ces cellules part un prolongement centripète qui gagne la couche réticulaire interne, où il se divise en fibrilles ; celles-ci se perdent dans la trame nerveuse qu'on rencontre en ce point.

**COUCHE NEURO-ÉPITHÉLIALE.** — Cette couche comprend deux espèces d'éléments : les *cellules à cône* et les *cellules à bâtonnet*. Dans ces deux espèces, on trouve le noyau dans la moitié inférieure de la cellule ; la moitié supérieure, sans noyau, se trouve nettement séparée de l'inférieure par une membrane percée d'orifices (membrane limitante externe). D'où l'apparence de plusieurs couches : une interne, formée par la portion des cellules visuelles contenant le noyau, est dénommée couche des grains externes ; une externe, portion sans noyau, est dite couche des cônes et des bâtonnets. Entre les deux, se trouve la membrane limitante externe.

1) *Cellules visuelles à bâtonnets.* — Leurs portions externes sont constituées par les *bâtonnets*, cylindres allongés (60  $\mu$  de longueur, 2  $\mu$  d'épaisseur) comprenant un *segment externe* homogène et un *segment interne* finement granuleux. Les segments externes sont le siège exclusif du pourpre rétinien. Le segment interne présente à sa partie externe un corps ellipsoïde fibrillaire, l'*appareil filamenteux* (*Fadenapparat*). Les moitiés internes des cellules visuelles à bâtonnets sont appelées *fibres à bâtonnets* ; ce sont des fibres très fines, pourvues d'un renflement renfermant un noyau, le *grain des fibres*. Le noyau est pourvu de 1 à 3 bandes transversales claires.

(1) L'existence de ce prolongement n'a pu encore être démontrée chez les mammifères.

2) *Cellules visuelles à cônes*. — Leurs moitiés externes, les cônes, présentent également un segment externe et un segment interne. Les segments externes sont coniques et plus courts que les parties correspondantes des bâtonnets. Les segments internes sont épais, renflés ; la superposition de ces parties donne aux cônes l'aspect d'une bouteille. — Le segment interne des cônes renferme aussi un appareil filamenteux. A la lumière, les cônes deviennent plus courts et plus épais ; dans l'obscurité

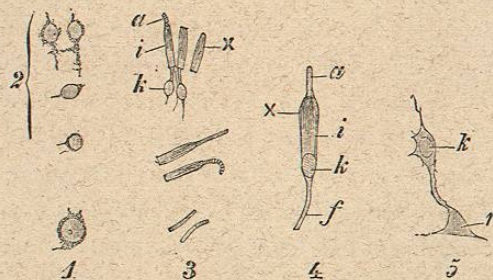


FIG. 215. — *Éléments isolés de la rétine du singe.* (Gross. 240).  
 1. Cellules tronquées du ganglion du nerf optique.  
 2. Éléments de la couche des grains interne.  
 3. Cellules visuelles à bâtonnets et fragments des mêmes cellules. A la partie inférieure deux segments externes dont l'un présente la striation transversale, commencement de la décomposition en plaquettes transversales. Au-dessus deux bâtonnets. Le segment externe du bâtonnet inférieur est décomposé. Au-dessus cellules à bâtonnets complètes. — a. Segment externe. — i. Segment interne. — k. Grain des bâtonnets. — x. Appareil filamenteux.  
 4. Cellules visuelles à cônes. — a. Segment externe. — i. Segment interne. — k. Grain du cône. — f. Fibre de cône brisée à sa partie inférieure. — x. Appareil filamenteux.  
 5. Cellule de soutènement de Müller. — k. Noyau de la cellule. — r. Coin de la fibre radiée. (Technique n° 161).

ils deviennent plus minces et s'allongent. Les moitiés internes des cellules visuelles à cônes sont dites *fibres des cônes* ; ces dernières sont larges et reposent par leurs pieds élargis en forme de cône sur la couche réticulaire externe. Le renflement contenant le noyau, le *grain des cônes*, se trouve en général immédiatement en dedans de la membrane limitante externe. Le nombre des bâtonnets est de beaucoup supérieur à celui des cônes ; on trouve en moyenne 3 à 4 bâtonnets entre 2 cônes voisins (fig. 213).

L'*épithélium pigmentaire* comprend une seule couche de cellules hexagonales, qui du côté de leur face externe, c'est-à-dire du côté de la choroïde où se trouve logé le noyau, ne contiennent pas de pigment (fig. 214), tandis que leur portion interne renferme de nombreuses granulations pigmentaires, en forme de bâtonnets d'une longueur de 1 à 5  $\mu$ . De cette face interne on voit se détacher de nombreux et fins prolongements, qui s'insinuent entre les cônes et les bâtonnets. Chez les albinos et dans le tapetum, l'*épithélium* n'est pas pigmentaire.

29

La structure de la rétine, telle que nous venons de la décrire, subit au niveau de la *macula lutea* et de la *fovea centralis*, ainsi que vers l'*ora serrata*, d'importantes modifications.

*Macula lutea et fovea centralis*. — Au niveau de la *macula*, la disposition des couches rétinienne est la suivante. De fines fibres du nerf optique vont de la papille optique directement vers la partie interne de la *macula*, les fibres plus épaisses passant au-dessus et au-dessous des premières décrivent des courbes à convexité supérieure et inférieure, et arrivent sur les parties latérales où elles se réunissent. La couche des cellules ganglionnaires s'épaissit beaucoup ; en effet les cellules ganglionnaires bipolaires, au lieu de ne former qu'une seule couche, s'étagent à ce niveau en plusieurs couches (jusqu'à 9). Les couches réticulaire interne, granu-

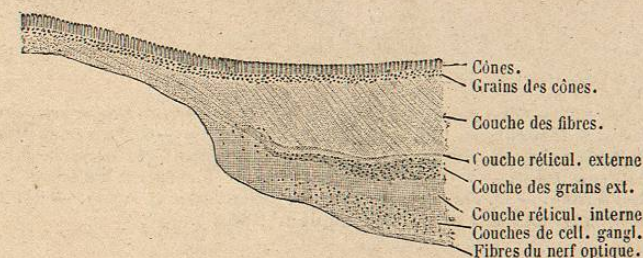


FIG. 216. — *Moitié droite d'une coupe perpendiculaire passant par la macula et la fovea centralis d'un homme adulte.* (Gross. 70). A droite on voit les couches épaissies de la macula, qui passent à gauche dans la fovea centralis. A ce grossissement on ne voit que des traces des fibres optiques, et l'on ne voit pas la membrane limitante externe. Les segments externes des cônes sont brisés. (Technique n° 159, f).

leuse interne et réticulaire externe ne subissent pas de modifications importantes. La couche neuro-épithéliale n'est plus formée que de cônes. Déjà, sur les bords de la *macula*, le nombre des cellules visuelles à bâtonnets diminue pour disparaître complètement dans la *macula* même. Il s'ensuit que les fibres de cônes sont très distinctes et sont décrites comme une couche de fibres. Les grains de cônes, très nombreux, forment dans cette région plusieurs couches.

Au niveau de la *fovea centralis* située au milieu de la *macula*, les couches rétinienne s'amincissent graduellement, quelques-unes vont jusqu'à disparaître complètement. On voit disparaître d'abord la couche des fibres du nerf optique, puis celle des cellules ganglionnaires, puis la couche réticulaire externe et la granuleuse interne, enfin la couche réticulaire externe ne forme plus qu'un mince liseré, si bien qu'au centre de la *fovea* (*fundus foveæ*) on ne trouve plus que la couche neuro-épithéliale. Un pigment jaune, diffus, infiltre les couches de la portion cérébrale, il ne se rencontre pas dans la couche neuro-épithéliale ; le *fundus foveæ* reste par conséquent incolore.

Dans la région de l'*ora serrata* les couches rétinienne diminuent rapidement. Déjà avant l'*ora* la couche des fibres du nerf optique et celle des cellules ganglionnaires ont disparu. Des cellules visuelles, celles à bâtonnets, sont les premières à disparaître ; les cellules à cônes subsistent, mais semblent perdre leur segment externe. Puis s'efface la couche réticulaire externe, ce qui amène la fusion des deux couches granuleuses externe et interne ; enfin l'on voit cesser la couche réticulaire interne. Les fibres de soutènement de Müller persistent au contraire, et sont même fortement développées. L'*ora serrata* est fréquemment le siège d'altéra-

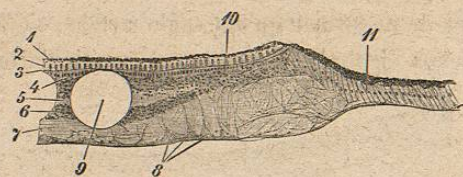


Fig. 217. — Coupe méridienne de l'*ora serrata* et de la portion ciliaire avoisinante de la rétine d'une femme de 78 ans. (Gross. 70). — 1. Épithélium pigmentaire. — 2. Cônes privés de leur segment externe. — 3. Membrane limitante externe. — 4. Couche des grains externe. — 5. Couche réticulaire externe. — 6. Couche des grains interne. — 7. Couche réticulaire interne. — 8. Fibres de soutènement de Müller. — 9. Lacunes dans la rétine. — 10. Fusion de la couche des grains interne et externe. — 11. Disparition des cellules de la partie ciliaire de la rétine. (Technique n° 159 d.).

tions séniles. Souvent l'on y rencontre des lacunes qui paraissent d'abord dans la couche granuleuse externe, puis envahissent les couches plus internes (fig. 217).

## 2. — PORTION CILIAIRE DE LA RÉTINE.

Elle se compose d'une couche unique de cellules cylindriques allongées (fig. 217, 11), qui proviennent par transformation graduelle de la couche résultant de la fusion des couches granuleuses interne et externe. Ces cellules sont pourvues sur leur face profonde (interne) par une membrane cuticulaire, véritable membrane limitante interne, qu'on ne retrouve pas dans les autres portions de la rétine. Leur face externe se trouve en rapport avec des cellules pigmentaires, qui continuent l'épithélium pigmentaire.

## 3. — PORTION IRIENNE DE LA RÉTINE OU COUCHE PIGMENTAIRE DE L'IRIS.

Quant aux connexions des éléments de la rétine entre eux, il semble établi aujourd'hui que les cellules ganglionnaires du ganglion du nerf optique ainsi que la plupart des spongioblastes sont reliées aux fibres du nerf optique par un prolongement cylindraxilé (fig. 218). D'ailleurs, il n'existe pas

de continuité directe entre les fibres nerveuses et les cellules ganglionnaires. Les éléments nerveux paraissent être en connexion surtout par l'intermédiaire du fin réseau résultant des prolongements ramifiés et anastomosés des cellules ganglionnaires. De ce réseau naîtraient de fines fibrilles, qui en s'accolant formeraient des cylindres axiles (?), se rendant à la couche des fibres du nerf optique (fig. 218, 219 XX). Il existerait donc dans la rétine des anastomoses analogues à celles du système nerveux central.

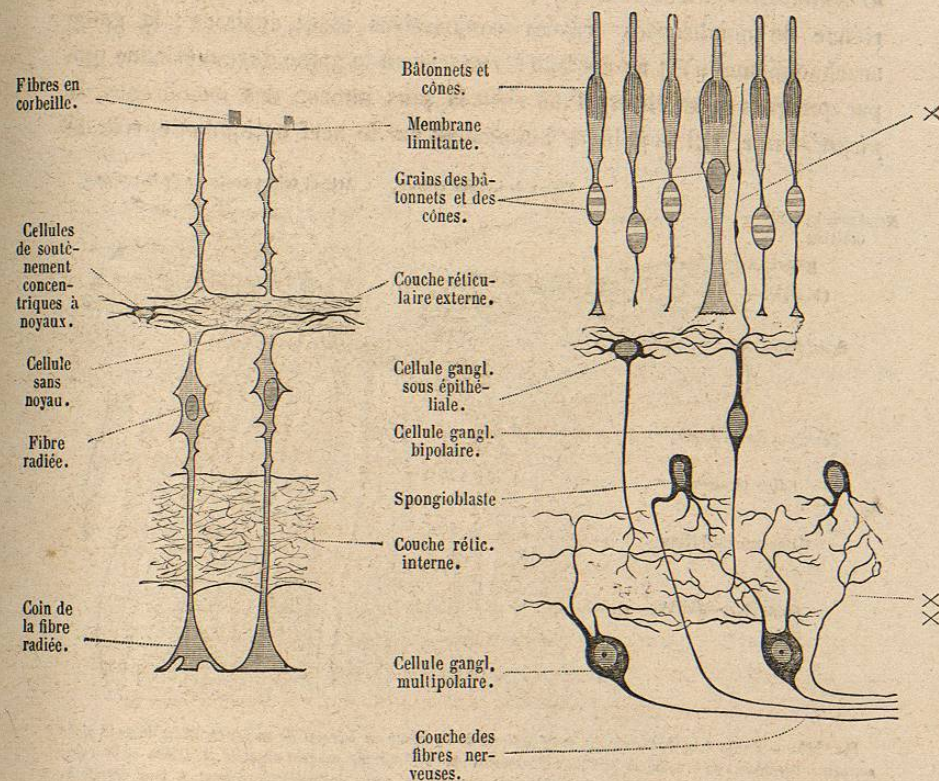


Fig. 218 et 219. — Schéma des éléments de la rétine. A gauche éléments de soutènement, à droite éléments nerveux et épithéliaux.

La communication avec les cellules visuelles est établie par les prolongements qui se dégagent du réseau sous-épithélial pour se terminer entre les cellules visuelles (mais non dans celles-ci). Il est très vraisemblable, d'après les recherches physiologiques, que les cellules visuelles représentent la portion sensorielle (sensibilité lumineuse) de la rétine.

## 4. — Nerf optique.

Le nerf optique est entouré dans son trajet intra-orbitaire de gaines, qui sont les prolongements des enveloppes du cerveau. En premier lieu on trouve la *gaine dure-mérienne* (fig. 220), formée par des faisceaux conjonctifs longitudinaux compacts. En dedans de celle-ci existe la *gaine arachnoïdienne*, très délicate, qui envoie en dedans sur la gaine pie-mérienne de nombreuses travées conjonctives assez épaisses; la gaine arachnoïdienne n'est au contraire rattachée à la gaine dure-mérienne que par quelques fines fibres. Puis vient la plus interne des membranes, la *pie-mérienne*, qui s'applique intimement sur le nerf optique et envoie de

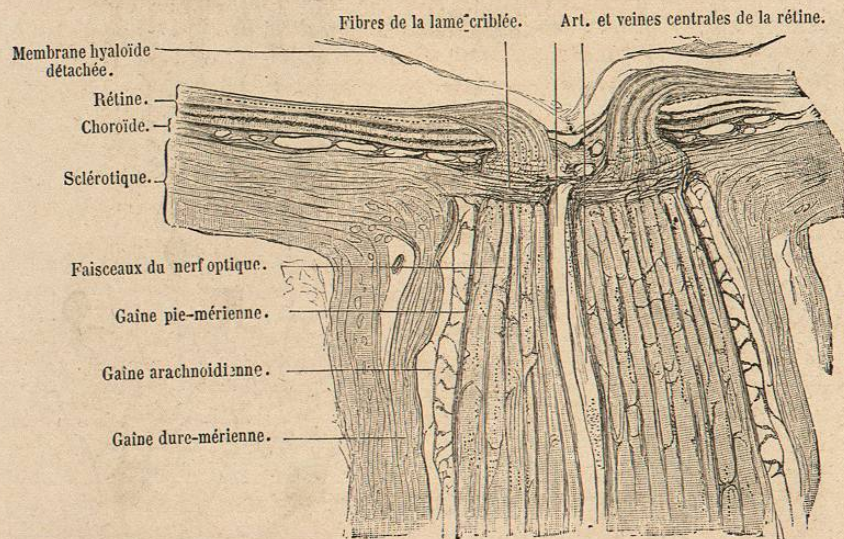


FIG. 220. — Coupe longitudinale du nerf optique de l'homme au niveau de sa pénétration dans le globe oculaire. Au-dessus de la lame criblée l'amincissement du nerf optique est très sensible. L'artère et la veine centrales de la rétine sont coupées d'abord longitudinalement, puis perpendiculairement à leur direction. (Technique n° 158 d).

nombreuses cloisons conjonctives enveloppant chacun des faisceaux de fibres nerveuses. Ces cloisons sont réunies les unes aux autres par des trabécules transversales, d'où résulte la formation d'un système alvéolaire.

Le tissu de la gaine pie-mérienne ne pénètre pas dans l'intérieur des faisceaux de fibres nerveuses, mais les entoure seulement. Ces faisceaux de fibres sont formés de fines fibres à myéline, ne possédant pas de gaine de Schwann. Le ciment qui les unit est constitué par de la névroglie, riche en noyaux ovalaires. Au niveau de la pénétration du nerf opti-

que, dans le bulbe, la gaine dure-mérienne se continue avec la sclérotique; la gaine arachnoïdienne se résout à son extrémité antérieure en fibres, en sorte qu'il s'établit une communication entre l'espace sub-dure-mérien situé en dehors de la gaine arachnoïdienne, et l'espace sous-arachnoïdien situé en dedans de cette gaine. La gaine pie-mérienne se confond avec la sclérotique, percée à ce niveau de trous nombreux pour le passage des fibres nerveuses; cette région constitue la *lame criblée* (*lamina cribrosa*). La choroïde elle-même contribue pour une part plus petite, il est vrai, à la formation de la *lamina cribrosa*. Au moment où elles pénètrent la lame criblée, les fibres nerveuses perdent leur myéline; il en résulte une diminution notable du diamètre du tronc nerveux.

Vers son extrémité périphérique, le nerf optique loge dans son axe l'artère et la veine centrale de la rétine; le tissu conjonctif entourant ces vaisseaux affecte de nombreux rapports avec la gaine pie-mérienne aussi bien qu'avec la *lamina cribrosa*.

## 5. — Cristallin.

Le cristallin se compose d'une substance propre, qui est recouverte sur sa face antérieure par l'épithélium cristallinien; le tout est contenu dans

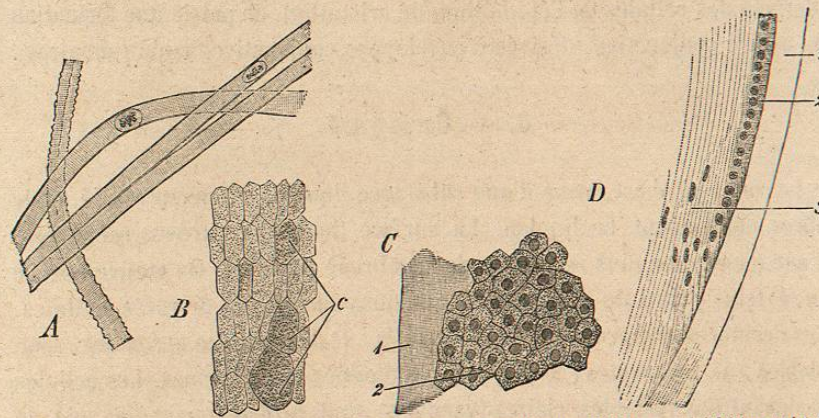


FIG. 221. — Fibres cristalliniennes d'un enfant nouveau-né.

A. Fibres cristalliniennes isolées; trois fibres ont des bords unis, l'une a des bords dentelés. (Gross. 240. Technique n° 167).

B. Coupe perpendiculaire des fibres cristalliniennes de l'homme. — c. Coupe d'extrémités en massue. (Gross. 500. Technique n° 168).

FIG. 222. — Capsule cristallinienne et épithélium cristallinien de l'homme adulte.

C. Vue de face. (Gross. 240. Technique n° 169 a).

D. Vue de côté sur une coupe méridienne passant par l'équateur du cristallin. — 1. Capsule. — 2. Épithélium. — 3. Fibres cristalliniennes. (Gross. 240. Technique n° 169 b).

la capsule du cristallin. Dans la *substance propre* on distingue une couche corticale assez molle et un noyau plus consistant; des cellules épithéliales,

d'une longueur extrême, entrent seules dans sa structure; ce sont les *fibres cristalliniennes*. Elles ont la forme de prismes hexagonaux allongés, renflés en forme de massue à leur extrémité postérieure. Les fibres cristalliniennes de la substance corticale ont des bords lisses et un noyau ovalaire au niveau de l'équateur; celles du centre ont des bords dentelés et manquent de noyau. Ces fibres sont unies par un ciment, qui est abondant surtout au niveau des pôles antérieur et postérieur, et produit les images des étoiles cristalliniennes antérieure et postérieure, quand on fait macérer le cristallin. Toutes les fibres sont dirigées dans le sens des méridiens; depuis l'étoile antérieure jusqu'à l'étoile postérieure, cependant aucune des fibres ne parcourt toute une moitié du cristallin; plus son origine se trouve près du pôle antérieur, plus sa terminaison est éloignée du pôle postérieur.

L'*épithélium du cristallin* est formé par une couche unique de cellules cubiques, qui recouvrent la face antérieure du cristallin jusqu'à l'équateur; à ce niveau ces cellules s'allongent peu à peu pour former des fibres cristalliniennes (fig. 222, d).

La *capsule cristallinienne* est une membrane vitreuse élastique d'une épaisseur de 11 à 15  $\mu$  pour sa face antérieure, de 5 à 7  $\mu$  seulement pour sa face postérieure; elle représente en partie une formation cuticulaire (dérivée des cellules de l'épithélium du cristallin), en partie une formation de nature conjonctive (dérivée d'enveloppes conjonctives embryonnaires).

### 6. — Corps vitré.

Le *corps vitré* est formé d'une substance liquide, l'humeur vitrée, et de fibres cloisonnant ce liquide. La surface du corps vitré est recouverte d'une membrane plus résistante, la membrane hyaloïde. On trouve encore en certains points du corps vitré quelques fibrilles et de rares cellules. Ces dernières comprennent deux variétés: 1° des cellules arrondies, semblables aux leucocytes; 2° des cellules étoilées et fusiformes. Les cellules contenant des vésicules claires (vacuoles) sont probablement en voie de dégénérescence.

### 7. — Zonule ciliaire.

De la surface de la membrane hyaloïde, au voisinage de l'*ora serrata*, partent des fibres fines, homogènes, qui gagnent le cristallin suivant les plans méridiens. Celles-ci sont attachées à la face interne des procès ciliaires, du sommet desquels on les voit se détacher pour gagner l'équa-

teur du cristallin; elles prennent insertion en avant, en arrière et sur l'équateur lui-même. Dans leur ensemble, ces fibres forment une membrane discontinue, la *zonula ciliaris*, le ligament ciliaire, le ligament suspenseur du cristallin. On appelle *canal de Petit* l'espace compris entre les fibres postérieures de la zonule et la face antérieure du corps vitré (1). Ce canal se trouve communiquer avec la chambre postérieure de l'œil.

### 8. — Vaisseaux de l'œil.

Les vaisseaux de l'œil comprennent deux systèmes très distincts, ne s'anastomosant qu'au niveau de l'entrée du nerf optique.

I. — DISTRIBUTION DES VAISSEAUX CENTRAUX DE LA RÉTINE (fig. 223). — L'*artère centrale de la rétine* (a) pénètre à 15-20 mm. du bulbe dans l'axe du nerf optique qu'elle parcourt jusqu'au niveau de l'expansion de ce nerf dans la rétine. En ce point, elle se divise en deux branches, l'une supérieure, l'autre inférieure, qui se ramifient à leur tour et fournissent toute la portion optique de la rétine jusqu'à l'*ora serrata*. Dans son trajet dans le nerf optique, l'artère donne de nombreuses et fines branches qui, situées dans les travées pie-mériennes, se répandent entre les faisceaux de fibres nerveuses et s'anastomosent d'une part avec les fines artérioles (b) du tissu adipeux enveloppant le nerf optique, et d'autre part avec des branches des artères ciliaires courtes postérieures (fig. 223, c). Dans la rétine, les capillaires qu'elle fournit arrivent jusqu'au niveau de la couche réticulaire externe (2). Les veines naissent des capillaires, suivent un trajet parallèle à celui des artères, et se réunissent enfin en une veine unique, la *veine centrale de la rétine*, également logée dans l'axe du nerf (fig. 223, a').

Chez l'embryon, l'artère centrale de la rétine fournit une branche, l'*artère hyaloïdienne*, qui traverse le corps vitré et se rend à la face postérieure du cristallin. Cette artère disparaît bien avant la naissance; mais le canal qui la contient peut se retrouver chez l'adulte, constituant le *canal de Cloquet* ou *canal hyaloïdien*.

II. — DISTRIBUTION DES VAISSEAUX CILIAIRES. — Ce système est remarquable par ce fait que les veines et les artères ont un trajet tout différent.

(1) D'autres auteurs appellent de ce nom l'espace triangulaire compris entre les fibres de la zonule qui vont s'attacher à la face antérieure de la capsule et celles qui se rendent à sa face postérieure.

(2) La portion cérébrale seule de la rétine est vasculaire; dans le *fundus foveæ*, où a portion cérébrale manque, on ne rencontre pas de vaisseaux.