

Bibliothèque numérique

medic@

Ranvier, Louis-Antoine. - Anatomie de la rétine. Cours de M. le Professeur Ranvier (Collège de France)

In : Archives d'ophtalmologie, 1882, tome 2, p. 97 - 121
Cote : 91157, t. 2, 1882



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : http://www.bium.univ-paris5.fr/hist/med/medica/cote?91157x1882x97_121

ARCHIVES
D'OPHTHALMOLOGIE



ANATOMIE DE LA RÉTINE

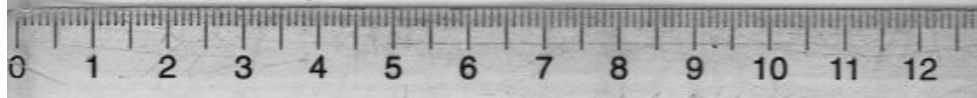
COURS DE M. LE PROFESSEUR RANVIER (COLLÈGE DE FRANCE)

RÉDIGÉ PAR L. DESFOSSES

On doit considérer la rétine comme une expansion du cerveau, susceptible de recevoir l'impression de la lumière. Chez certains vertébrés transparents, cet organe se trouve réduit à une simple tache pigmentaire située à l'extrémité antérieure de l'axe spinal : c'est ce qu'on observe chez l'Amphioxus. En remontant dans la série des vertébrés, l'appareil destiné à la vision se perfectionne et se complique. Chez les reptiles, l'œil existe à l'état complet de développement, mais la cornée est recouverte par la peau devenue transparente à ce niveau. Enfin, chez la plupart des vertébrés, la fente palpébrale laisse à découvert la cornée transparente.

Il importe, avant de commencer l'étude de la rétine, de retracer brièvement les diverses phases de son développement, ces premières notions étant indispensables pour comprendre et la nature et les fonctions des diverses couches de cette membrane.

La rétine se développe aux dépens de la vésicule cérébrale antérieure. Dès le début de la vie embryonnaire, cette vésicule envoie deux prolongements latéraux qui arrivent presque au contact de l'ectoderme et qui forment les vésicules oculaires primitives. Ces vésicules, d'abord sphériques, sont bientôt déformées par le bourgeon cristallinien qui en se développant refoule leur paroi antérieure contre la postérieure, de sorte que,



sur la coupe, leur ensemble a l'aspect d'un croissant formé de deux feuillets. L'antérieur formera toutes les couches de la rétine moins l'épithélium pigmenté, le postérieur ne constituera que cet épithélium.

A ce moment, le feuillet réfléchi conserve toujours la structure des centres, c'est-à-dire qu'il est constitué par une seule rangée de cellules cylindriques, dont les noyaux sont situés à des hauteurs inégales, tandis que le feuillet pariétal diminue d'épaisseur. Peu à peu les diverses couches de la rétine se différencient, et leur développement continue jusqu'à la naissance.

Ce n'est qu'à une époque très tardive que se forment les cônes et les bâtonnets; chez les mammifères, il arrive même qu'ils ne parviennent à leur complet développement qu'après la naissance. Ces éléments dérivent du feuillet réfléchi de la vésicule oculaire et se trouvent du côté qui est en contact avec le feuillet postérieur, contrairement à ce qu'avaient dit les premiers observateurs, Tréviranus, Remak, Henle, qui les avaient crus dirigés vers le centre de l'œil, et placés de manière à recevoir directement les rayons lumineux.

Chez les poissons osseux, les batraciens anoures et urodèles, et même chez quelques mammifères, après un séjour plus ou moins prolongé dans l'acide chromique et les bichromates alcalins dilués ou dans l'alcool au tiers, la rétine se sépare presque d'elle-même en deux couches bien distinctes; mais après l'action de ces réactifs, il est assez difficile de déterminer nettement le point exact où se fait cette séparation. Pour y parvenir, il convient d'étudier d'abord les diverses couches de la rétine, après avoir usé de réactifs aptes à montrer tous les détails de la structure intime de cette membrane.

L'alcool, l'acide chromique et les bichromates sont bons pour obtenir le durcissement de la rétine, mais leur usage exige des macérations assez longues et donne souvent des résultats peu satisfaisants. Le procédé qui nous a toujours le mieux réussi soit pour des coupes, soit pour des dissociations, est l'usage de l'acide osmique combiné à l'action de l'alcool.

Voici, dans tous ses détails, la façon dont nous procédons. Un œil de triton ou d'un batracien quelconque est énucléé, et suspendu, pendant un quart d'heure environ, dans un flacon contenant une solution d'acide osmique. Les vapeurs du réactif pénè-

trent facilement les membranes assez minces de cet œil, et fixent les éléments. Après quoi on l'ouvre suivant le plan équatorial, en prenant les plus grandes précautions pour ne pas décoller la rétine, on le plonge pendant vingt-quatre heures dans de l'alcool au tiers, et l'on continue le durcissement dans l'acide osmique à 1/100. Il est avantageux de colorer en masse la rétine avant ce durcissement définitif, et pour cela on laisse le pôle postérieur de l'œil pendant douze ou vingt-quatre heures dans une solution de picro-carminate d'ammoniaque.

Sur des coupes fines et colorées par les divers réactifs usités, on voit alors très nettement les diverses couches de la rétine.

En passant en revue ces couches, nous trouvons de dehors en dedans :

1° La couche d'épithélium pigmenté de la rétine, qui envoie de fins prolongements protoplasmiques entre les éléments de la couche sous-jacente ;

2° La couche des cônes et des bâtonnets ;

3° La limitante externe, membrane hyaline criblée d'une multitude de petits orifices, que traversent les segments internes des cônes et des bâtonnets ;

4° Les noyaux et les corps cellulaires correspondant aux cônes et aux bâtonnets (*cellules visuelles*) ;

5° Le plexus basal.

Au-dessous de ce plexus se trouve, chez quelques animaux, une rangée de cellules, *cellules basales*, que nous réunissons à la couche du plexus basal dans lequel elles se trouvent quelquefois incluses ;

6° Les cellules bipolaires ;

7° Les cellules unipolaires ;

8° Le plexus cérébral ;

9° La couche des cellules multipolaires ;

10° La couche des fibres du nerf optique ;

11° La limitante interne.

On sera sans doute étonné de nous voir produire une classification tellement différente de celle qui est classique, mais l'étude exacte des faits, et les confusions regrettables qui étaient la conséquence des anciennes dénominations nous ont contraint de donner aux diverses couches de la rétine et aux éléments qui

les constituent des appellations plus en rapport avec leur nature et leur constitution, tout en conservant de l'ancienne classification tous les noms qui nous ont semblés convenables.

Avant de passer à l'analyse de chacune de ces couches, établissons à quel niveau se fait la séparation en deux couches, après l'usage des divers réactifs, que nous avons énumérés. C'est toujours au-dessous du plexus basal, au niveau de la couche des cellules basales, qui le plus souvent restent adhérentes à ce plexus lorsqu'elles existent. C'est à cette couche externe que nous réservons le nom de névro-épithélium rétinien.

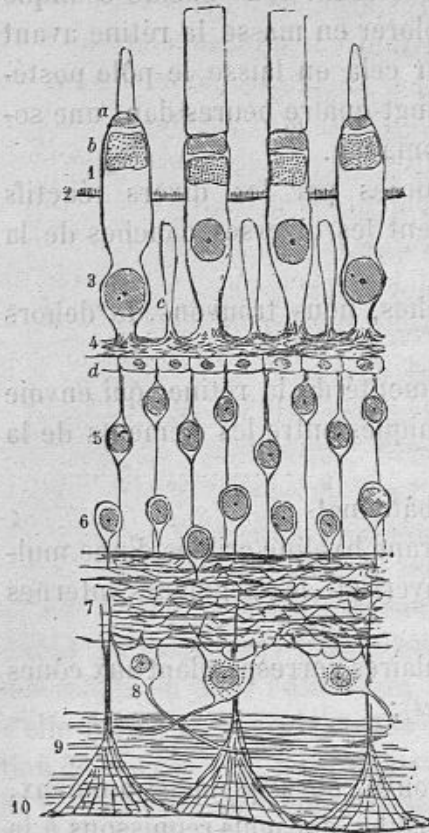


Fig. I. — Schéma de la rétine.

1. Couche des cônes et des bâtonnets. — *a*. Corps intercalaire. — *b*. Corps accessoire.
2. Limitante externe.
3. Couche des cellules visuelles. — *c*. Massue de Landolt.
4. Plexus basal. — *d*. Cellules basales internes.
5. Cellules bipolaires.
6. Cellules unipolaires.
7. Plexus cérébral.
8. Cellules multipolaires.
9. Couche des fibres nerveuses.
10. Limitante interne.

Nous réservons l'étude des cellules basales pour la joindre à celle du plexus basal. Si nous cherchons ce qui sert de soutien aux diverses couches de la rétine, nous trouvons les éléments connus sous le nom de fibres de Müller, et nous verrons que ce ne sont pas des fibres, mais de véritables éléments cellulaires, ayant la signification de cellules épithéliales, et sur la structure et l'examen desquelles nous reviendrons après avoir décrit les diverses couches de la rétine.

Ces cellules de soutien et les cellules basales étant des éléments accessoires dans la rétine, nous allons passer en revue les diverses couches auxquelles on attribue une signification fonctionnelle au point de vue de l'acte de la vision.

Couche des cônes et des bâtonnets. — Ces deux éléments, différents de forme, ont pourtant une structure analogue et des réactions identiques : tous les deux sont décomposables en deux segments, l'un interne, l'autre externe.

Le segment externe, qu'il appartienne à un cône ou à un bâtonnet, se présente toujours à peu près avec les mêmes caractères. Il a généralement la forme d'un cylindre hyalin, incolore à l'état frais et se colorant diversement par l'acide osmique suivant les espèces. Chez les batraciens et les reptiles, il prend par l'action de ce réactif une teinte noire très accentuée tandis que chez les mammifères il se colore seulement en gris. De cette teinte, et de ses variations d'intensité, on peut conclure à la présence dans ces éléments, d'une substance spéciale, et variable en quantité d'une espèce à l'autre. Cette substance est soluble dans l'alcool, et les coupes traitées par le réactif restent incolores, même sous l'action prolongée de l'acide osmique. Il est probable que c'est là une substance grasse ou analogue à la substance myélinique dont elle se rapproche par ses réactions chimiques.

Examiné frais, ce segment externe est homogène ; traité successivement par l'acide osmique et l'eau distillée, il présente bientôt une série de striations transversales, et, si l'on prolonge l'action de l'eau, il finit par se décomposer en une série de disques superposés.

Chez les batraciens anoures et urodèles, on observe, outre la striation transversale, une striation longitudinale, qu'Hensen croyait produite par une série de fils, placés à la surface de l'élément et qu'il avait appelés fibres marginales ; de plus il décrit une ou deux fibres centrales.

Sous l'influence de l'eau, l'extrémité du segment externe s'incurve, se gonfle, et l'organe se présente comme formé par une série de boules réunies entre elles par de fins filaments que Ritter avait considérées comme la fibre centrale du bâtonnet. Max Schultze a constaté sur des disques isolés après l'action successive de l'acide osmique et de l'eau, que ces stries longitudinales étaient dues, non pas à la présence de fibres corticales et centrales, mais à une série de cannelures formant des sillons peu profonds à la surface du bâtonnet ; enfin nous avons pu voir sur le Gecko commun un détail particulier : le segment externe des bâtonnets de cet animal présente une strie centrale

très accusée. Cet aspect est la conséquence d'une profonde cannelure qui donne aux disques transversaux la forme d'un cœur à échancrure profonde (fig. II).

Le segment interne est séparé du segment externe par une ligne nettement accusée. Il a des réactions tout autres : il ne se colore pas en noir par l'acide osmique, et fixe le picro-carminate. Son volume, relativement à celui du segment externe qui lui correspond, est variable suivant les espèces : d'un diamètre égal

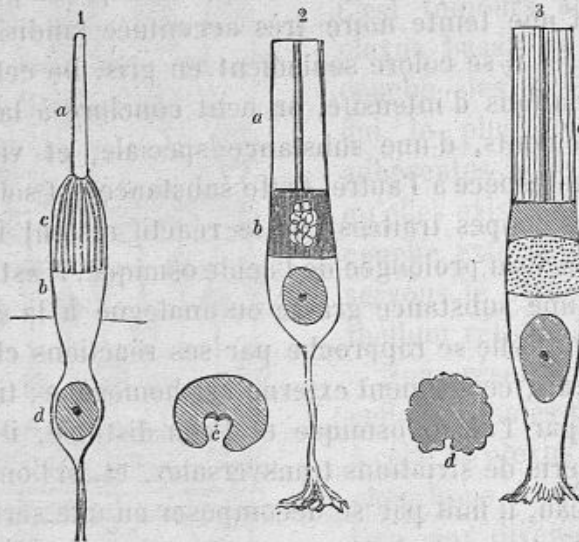


Fig. II.

1. Cône de la rétine de l'homme. — *a*. Segment externe. — *b*. Segment interne. — *c*. Corps intercalaire filamenteux. — *d*. Cellule visuelle.
2. Bâtonnet du Gecko. — *a*. Segment externe présentant un sillon longitudinal. — *b*. Corps intercalaire glomérulé. — *c*. Disque dissocié du segment externe, montrant son échancrure.
3. Bâtonnet du triton. — *a*. Segment externe strié longitudinalement. — *b*. Corps intercalaire. — *c*. Corps accessoire. — *d*. Disque dissocié du segment externe montrant une série de cannelures et une échancrure.

chez le triton, il s'effile et devient plus grêle sur quelques bâtonnets de la grenouille ; enfin on trouve chez le Gecko les bâtonnets associés deux à deux : on peut désigner cette association sous le nom de bâtonnets jumeaux.

On a pu discuter sur cette nature, et hésiter pour savoir si l'on devait les considérer comme des bâtonnets ou des cônes associés ; ce sont bien véritablement des bâtonnets, comme le prouvent certaines propriétés particulières à ces éléments et sur lesquelles nous aurons occasion d'insister.

Au-dessous du point de jonction des deux segments, on trouve,

chez la grenouille, un petit corps ayant la forme d'une lentille plan-convexe et auquel nous donnons le nom de *corps intercalaire*. Chez le triton, ce corps prend la forme d'une lentille bi-convexe. Il se colore plus fortement par le carmin que tout le reste de l'élément, et chez le Gecko l'on remarque qu'il est constitué par une partie centrale lobulée ayant une réfringence spéciale ; aussi peut-on le définir chez cet animal : *corps intercalaire glomérulé* (fig. II, 2-b).

Au-dessous de lui se trouve un second corps restant clair après l'action de l'acide osmique, ne se colorant pas par le carmin, comme le précédent, et que nous appelons *corps accessoire*. Il est à remarquer que, lorsque les bâtonnets sont doubles, on observe deux corps intercalaires, mais toujours un seul corps accessoire logé dans le bâtonnet principal.

Dans leur segment externe, les cônes et les bâtonnets ont une structure identique, ils se colorent en noir par l'acide osmique, tous les deux offrent la striation transversale et la décomposition en disques ; on trouve, au contraire, des différences essentielles dans le segment interne. Chez certains animaux il existe au point de jonction des deux segments des cônes une petite boule réfringente, incolore chez les batraciens anoures, colorée diversement chez les reptiles et chez les oiseaux : traitées par l'acide osmique, ces boules sont uniformément colorées en noir.

Bien plus souvent que les bâtonnets, les cônes contiennent des corps intercalaires et des corps accessoires. Souvent ils sont associés deux à deux, et l'existence des cônes associés était même connue avant celle des cônes simples. Lorsqu'ils sont doubles, l'un d'eux est généralement plus développé que l'autre, et l'on peut distinguer un cône principal et un cône secondaire, plus petit, moins complet, et se moulant en partie sur le corps du premier. Le cône principal contient un corps intercalaire et un corps accessoire ; le cône secondaire contient quelquefois un corps intercalaire, mais jamais de corps accessoire (Hoffmann). Chez les poissons, les cônes jumeaux sont semblables.

Chez l'homme, il est assez facile de se rendre compte du nombre et de la disposition réciproque des cônes et des bâtonnets : il suffit pour cela d'étaler la rétine sur une lame de verre, la face externe tournée du côté de l'observateur ; on voit alors une série de petits cercles qui correspondent aux segments

externes des bâtonnets vus de face. De place en place on observe des cercles plus grands contenant dans leur intérieur un second cercle concentrique au premier. Ils répondent à la projection d'un cône : le cercle le plus grand répond au segment interne du cône et le plus petit à son segment externe. Les cônes, assez rares à la région équatoriale de la rétine, augmentent en quantité à mesure que l'on se rapproche de la tache jaune, et à ce niveau ils existent seuls.

Les cônes de l'homme et du singe offrent un caractère spécial : ils ont un corps intercalaire, qui, au lieu de présenter la forme glomérulée, comme chez le Gecko, est formé par une série de filaments longitudinaux et convergeant vers le point de jonction des deux segments : nous l'appellerons corps intercalaire filamenteux (fig. II, 1-c).

Malgré l'analogie de structure des cônes et des bâtonnets, il existe entre eux une différence essentielle sur laquelle il importe d'insister. Les bâtonnets possèdent une coloration rouge qui se détruit rapidement à la lumière et se reconstitue lorsque la rétine reste pendant un certain temps dans l'obscurité.

Cette propriété, découverte par Frantz Boll, et étudiée ensuite par Kühne, est facile à observer : pour cela on laisse une grenouille pendant quelques heures dans une obscurité complète, après quoi on énuclée un œil et on en sépare le pôle postérieur que l'on divise rapidement en plusieurs segments, puis, choisissant un de ces segments dans lequel la pupille ne soit pas comprise, on retient la sclérotique avec une aiguille, et, avec une pince fine, on enlève la rétine que l'on retourne sur la lame de verre la face externe en haut. On enlève ensuite la choroïde qui se détache facilement, et l'on examine rapidement avec un faible grossissement. La rétine présente alors une belle coloration rouge, qui peu à peu pâlit, sous l'influence de la lumière, et finit par s'effacer après avoir passé par une série de teintes intermédiaires. Sur les bords de la préparation, où les éléments sont renversés et vus suivant leur longueur, on constate que c'est le segment externe seul des bâtonnets qui possède de l'érythropsine. Au milieu du champ rouge que forment les bâtonnets, on en remarque quelques-uns qui offrent une coloration verte : cette particularité s'observe sur les trois espèces de grenouilles des environs de Paris, sur le crapaud et sur divers batraciens.

anoures. Chez la salamandre et la salamandrine, tous les bâtonnets sont rouges. Sur les animaux qui ont des bâtonnets doubles, les deux segments externes de ces éléments se chargent d'érythroopsine : ce fait seul suffit pour les distinguer des cônes doubles, puisque nous savons que les cônes ne possèdent pas de rouge rétinien.

Chez l'homme et le singe, le rouge rétinien n'existe pas au niveau de la tache jaune, dont le névro-épithélium est exclusivement constitué par des cônes. Enfin, chez les animaux qui ne présentent que des cônes, il est inutile de dire que la rétine n'offre jamais traces d'érythroopsine. Comme on le voit, la présence du rouge rétinien n'est pas une condition essentielle pour que la vision s'effectue, puisque certains animaux en sont complètement dépourvus, et que, chez l'homme, dans la région la plus sensible de la rétine, il n'y a pas de bâtonnets.

Nous avons dit que la lumière détruit le rouge rétinien : c'est en se basant sur ce fait que l'on est arrivé à reproduire certaines images sur la rétine.

Une autre particularité d'une grande importance, déjà signalée par Boll, Angelucci, Ewald et Kühne, est le fait de la migration du pigment. Sous l'influence de la lumière, le pigment des cellules épithéliales qui tapissent la face externe de la rétine, s'avance entre les cônes et les bâtonnets, et arrive au contact de la limitante externe. Dans l'obscurité, au contraire, il s'en éloigne et dégage complètement les segments externes des éléments terminaux de la rétine. Pour vérifier ce fait, il suffit, après avoir curarisé une grenouille, de lui fermer complètement un œil à l'aide de plusieurs couches de taffetas noir ; l'autre œil dont les paupières sont réséquées, est exposé directement au soleil. Après une heure, les deux yeux sont enlevés, ouverts avec les plus grandes précautions suivant l'équateur et plongés dans l'alcool. Sur des coupes transversales de la rétine on constate que, dans l'œil qui a été à l'abri de la lumière, les segments externes des bâtonnets sont absolument libres de pigment, tandis que, dans l'autre, les granulations pigmentaires les entourent complètement, les masquent presque, et cela jusqu'au niveau de la limitante externe.

Cellules visuelles. — Cette couche comprend les prolongements cellulaires des cônes et des bâtonnets, et leurs noyaux.

Chez le triton, les cellules visuelles forment une seule rangée d'é-



Fig. III. — Cônes doubles correspondant à deux cellules visuelles.

léments, et cependant les corps des cônes et des bâtonnets ne sont pas absolument semblables. Ceux des bâtonnets, assez épais au niveau de la limitante externe, s'amincissent progressivement jusqu'au plexus basal sur lequel ils s'insèrent par une extrémité renflée. Les cellules visuelles des cônes, d'abord très minces, se renflent fortement au niveau de leur noyau avant de se terminer sur le plexus basal de la même façon que les bâtonnets.

Landolt a découvert et décrit des corps allongés et terminés par un renflement, dans la rétine du triton. Ils se trouvent entre les cellules visuelles (1).

Ces éléments semblent être de nature nerveuse, et contribuer par leur extrémité inférieure à la formation du plexus basal. On les désigne sous le nom de *massues de Landolt*. (Voy. fig. 4).



Fig. IV.

b. Bâtonnet. — c. Cône.
— c. i. Corps intercalaire. — a. Corps accessoire. — l. c. Limitante externe. — m. l. Massue de Landolt. — c. c. v. Corps des cellules visuelles. — p. b. Plexus basal. — b. p. Cellules bipolaires.

D'après une préparation de Landolt.

La couche des cellules visuelles varie d'aspect suivant qu'on l'observe dans les différentes espèces. Chez les animaux qui ne possèdent que des cônes, comme chez les reptiles, la couche des cellules visuelles n'est formée que d'une seule rangée d'éléments; au contraire, dans les espèces où les bâtonnets sont en majorité, les noyaux des cellules visuelles s'étagent sur plusieurs rangs et la couche est d'autant plus épaisse que les bâtonnets sont plus grêles et plus nombreux. C'est ce que l'on voit chez les mammifères. Chez ces animaux aussi, lorsque les cônes sont nettement dessinés, les noyaux de leurs cellules visuelles sont toujours situés immédiatement au-dessous de la limitante externe: au-dessous d'eux s'étagent les noyaux correspondant aux bâtonnets. Chez les batraciens, on observe une

(1) Landolt. Beitrag zur Anatomie der Retina. Zurich 1870, et Archiv. für microsc. Anat. VII (1871), p. 81.

disposition inverse; les cellules visuelles des cônes sont plus profondes que celles des bâtonnets. Les cônes doubles correspondent à deux cellules visuelles (fig. 3).

Chez les mammifères, les noyaux des cellules visuelles présentent des caractères particuliers, déjà bien étudiés par Henle, et faciles à observer sur des pièces traitées à l'hématoxyline. Après les avoir colorés par ce réactif, on voit qu'ils contiennent dans leur intérieur un ou deux disques incolores, transversaux, séparant l'élément en deux ou trois segments se colorant vivement en violet.

On ne sait, jusqu'ici, à quoi répond cet aspect. Autour de ces noyaux se trouve un corps cellulaire variable de dimensions suivant que les cellules appartiennent aux cônes ou aux bâtonnets. A ces derniers correspondent des corps cellulaires tellement délicats que leur nature a été longtemps méconnue. La substance protoplasmique qui entoure les noyaux des cônes est bien plus abondante, et son prolongement central plus épais, strié longitudinalement, se termine sur le plexus basal en s'épanouissant d'une façon bien plus évidente.

Chez l'homme et le singe, à mesure que l'on s'approche de la tache jaune, les corps des cellules visuelles deviennent de plus en plus obliques et convergent tous vers le centre de la fovea. A ce niveau, les noyaux des cellules visuelles sont rapprochés de la limitante externe, et leurs prolongements obliques forment au-dessous d'eux et jusqu'au plexus basal une couche dépourvue de noyaux que Henle a distinguée le premier, et que l'on appelle couche fibreuse de Henle.

Plexus basal. — Immédiatement au-dessous des cellules visuelles se trouve le plexus basal. Ce plexus est constitué par des fibrilles extrêmement fines; chez quelques animaux, il contient des éléments cellulaires, comme nous l'avons déjà dit.

La couche fibrillaire se trouve en partie formée par la décom-

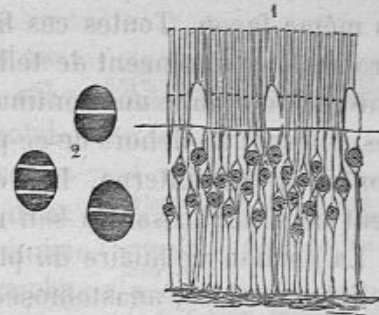


Fig. V.

1. Schéma représentant la disposition réciproque des cellules visuelles chez les mammifères, suivant que ces cellules correspondent à des cônes ou à des bâtonnets.
2. Noyaux de cellules visuelles présentant des disques transversaux après coloration par l'hématoxyline

position, en filaments extrêmement ténus, du pied des cellules visuelles, au niveau de leur renflement basal. Les massues de Landolt chez le triton s'épanouissent d'une façon analogue et contribuent aussi à sa composition (fig. 4) ; enfin nous verrons que certains éléments de la couche suivante se comportent de la même façon. Toutes ces fibrilles extrêmement fines s'entrecroisent, et s'enlacent de telle façon qu'il est impossible de les suivre et d'établir une continuité directe entre les cellules visuelles qui sont en dehors de ce plexus, et les cellules bipolaires qui sont à sa face interne. Les cellules de soutien le traversent en s'amincissant à son niveau.

La portion cellulaire du plexus basal est constituée par des cellules étoilées, anastomosées entre elles et formant un réseau complet et continu. Déjà décrites par H. Müller sur la perche et le brochet, elles sont assez apparentes sur tous les poissons osseux, après les durcissements ordinaires ; cependant c'est sur des coupes faites après l'action de l'alcool et colorées au picro-carminate qu'on observe le mieux leur disposition.

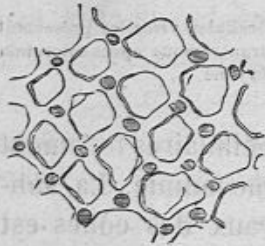


Fig. VI.

Cellules basales examinées après dissociation et étalées à plat.

Isolées après l'action de l'alcool au tiers et examinées à plat, elles se présentent sous forme de cellules étoilées et anastomosées entre elles, formant ainsi une sorte de réticulum avec des noyaux aux points de jonction des travées. Très apparentes chez certains mammifères, chez le chat en particulier, elles offrent chez cet animal des prolongements beaucoup plus longs et beaucoup plus fins ; par suite, la couche qu'elles forment, tout en étant disposée d'une façon aussi régulière offre moins de continuité. Chez les poissons, il existe deux couches de cellules basales : l'une, externe, présentant des éléments assez volumineux ; l'autre, interne, à cellules plus petites. Ces cellules sont analogues aux cellules basales de la muqueuse olfactive, et plus d'une fois, dans l'étude de la rétine, nous aurons l'occasion de revenir sur le parallèle que l'on peut établir entre ces deux organes.

Les cellules basales peuvent occuper soit la face interne du plexus basal (brochet et poissons en général), soit sa face

externe, comme chez le Gecko ; d'autre fois, comme nous l'avons observé chez le Pelobat brun, elles se trouvent au sein même de ce plexus qui se trouve ainsi séparé en deux plans communiquant par de nombreuses anastomoses.

Couche des cellules bipolaires. — C'est cette couche que les anciens auteurs avaient confondue avec la suivante ou couche des cellules unipolaires. Ils avaient méconnu la différence essentielle qui existe entre ces deux sortes d'éléments, et les avaient réunis dans la couche qu'ils nommaient couche granulée interne, ou couche des grains internes. Dans cette classification, on trouvait, réunis dans un même groupe, quatre sortes d'éléments dont on n'avait pas compris la nature différente et qu'il importe de distinguer : les cellules basales internes, lorsqu'elles existent ; les cellules bipolaires ; les cellules unipolaires ; enfin les noyaux des cellules de soutènement.

La couche des cellules bipolaires est limitée en dehors par le plexus basal ou les cellules basales lorsqu'elles existent, en dedans par la couche des cellules unipolaires. On est généralement d'accord pour les considérer comme des cellules nerveuses à deux prolongements : l'un périphérique, l'autre central. La finesse de ces prolongements, leur friabilité, les rendent difficiles à observer ; de plus, comme

généralement ils sont perpendiculaires à l'axe de la

rétine, il est arrivé que sur des coupes on a pu les confondre avec les cellules de soutènement : l'erreur n'est pas possible chez certains animaux tels que les caméléons et le Gecko. En effet, chez eux, les cellules bipolaires ne sont pas perpendiculaires, mais traversent toute l'ancienne couche dite des grains

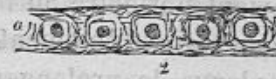
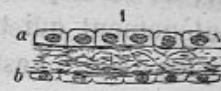


Fig. VII.

1. Plexus basal de la rétine des poissons. — a. Cellules basales externes. — b. Cellules basales internes.
2. Plexus basal du pélobat brun. — a. Cellules basales interstitielles.

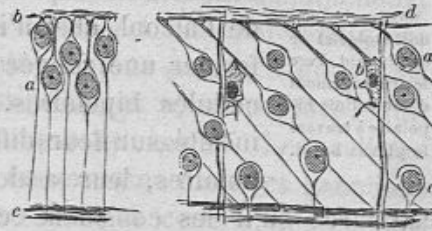


Fig. VIII.

1. a. Cellules bipolaires. — b. Plexus basal. — c. Plexus cérébral.
2. Cellules bipolaires obliques du gecko. — Cellules de soutènement. — c. Cellules unipolaires. — d. Plexus basal. — e. Plexus cérébral.

d'une façon oblique ; de plus, comme on le voit chez le Gecko, elles conservent dans leur obliquité un parallélisme assez régulier, de sorte qu'elles se distinguent parfaitement des cellules de soutènement qui traversent toujours cette couche dans le sens le plus direct. Les deux prolongements des cellules bipolaires sont très fins, mais tandis que le prolongement périphérique devient fibrillaire au niveau du plexus basal et se distribue en filaments extrêmement grêles qui contribuent à la formation de ce plexus, le prolongement central va s'implanter directement dans le plexus cérébral.

Les noyaux des cellules bipolaires, situés à des hauteurs inégales, forment plusieurs rangées au-dessous du plexus basal ; ils sont entourés d'une couche de protoplasma très mince.



Fig. IX.

a. Massue de Landolt isolée et se continuant avec le prolongement d'une cellule bipolaire à travers le plexus basal.

Chez le triton, on peut isoler des cellules bipolaires dont le prolongement périphérique se continue avec une massue de Landolt. Sur ce prolongement, on remarque à un certain niveau des irrégularités, traces de son passage à travers le plexus basal.

Couche des cellules unipolaires. — Ces cellules sont faciles à distinguer des précédentes. Sur des coupes faites après l'action de l'acide osmique et de l'alcool, chez n'importe quel animal, on les voit former une rangée assez régulière au-dessous des cellules bipolaires. W. Müller, qui a beaucoup insisté sur leur différence d'avec les cellules bipolaires, leur a donné le nom de spongioblastes, parce qu'il les considère comme servant à la sécrétion d'une substance spéciale destinée à former la couche sous-jacente qu'il appelle neuro-sponge. La limite qui les sépare des cellules bipolaires n'est pas rectiligne : elle présente l'aspect d'une ligne festonnée à concavités internes. Malgré cela il est toujours facile de distinguer les deux sortes d'éléments. Les cellules unipolaires ont un noyau plus volumineux et se colorent plus vivement par l'action du picrocarmine et leur corps cellulaire est plus gros et plus granuleux. Souvent elles forment plusieurs rangées superposées, et offrent alors le même aspect que certains épithéliums dont les éléments

dans leurs couches profondes ont reçu le nom de cellules à pied. Un caractère important, peu apparent chez le triton, mais très marqué chez la grenouille est la diversité de volume de ces éléments. Chez cet animal, on voit, en effet, que ces cellules ont des dimensions très variables tout en gardant toujours des caractères identiques. Toutes ont une extrémité périphérique sans prolongements, et un prolongement central qui se perd dans le plexus cérébral comme une racine pivotante. Ainsi que l'on peut le voir sur le triton et la grenouille, le corps cellulaire de ces éléments se trouve souvent en partie englobé dans le plexus cérébral, et leur extrémité périphérique fait seule saillie en dehors.

Quelle signification faut-il attribuer à ces éléments? Il nous est impossible d'admettre l'opinion de W. Müller. Son hypothèse, qui donne à ces éléments le rôle d'organes glandulaires, est loin d'être fondée. Nous sommes bien plus portés à les considérer comme des cellules ganglionnaires unipolaires. Tout, en effet, nous porte à voir dans ces éléments de véritables cellules nerveuses. Comme les cellules nerveuses de la moelle et des centres, elles présentent de grandes variétés de dimensions; de plus, on observe une relation constante entre le volume du noyau et celui de la cellule, fait qui seul nous détournerait de les considérer comme de simples éléments épithéliaux. Chez ces derniers, en effet, le noyau est d'autant plus volumineux que la cellule épithéliale est plus jeune; il diminue à mesure qu'elle accomplit son évolution, et se trouve fort réduit au moment où elle se desquamme et meurt. Les cellules nerveuses, au contraire, qu'on les examine dans les ganglions spinaux ou dans les centres, ou dans la couche des cellules ganglionnaires de la rétine, sont de dimensions variables, et leurs noyaux sont toujours d'autant plus gros que les cellules qui les contiennent sont plus volumineuses.

Tous ces caractères, aussi évidents chez les animaux inférieurs que chez les mammifères, se rapportent également aux cellules unipolaires de la rétine; enfin, un dernier point de ressemblance des cellules unipolaires avec les cellules multipolaires de la rétine, est qu'elles se perdent dans le plexus cérébral: nous croyons donc qu'on peut les considérer comme de véritables cellules ganglionnaires à un seul prolongement.

Plexus cérébral. — Sans revenir en détail sur l'historique de cette couche, il est bon de rappeler les diverses opinions auxquelles a donné lieu son interprétation. Beaucoup d'auteurs, Henle entre autres, l'avaient considérée comme une simple couche granuleuse (couche granuleuse interne de la rétine); Merckel, Pacini, la regardaient comme exclusivement formée par un réseau nerveux dont les fibres très fines et très nombreuses s'entre-croisaient en tous sens.

Pour Max Schultze elle serait constituée par des éléments nerveux et conjonctifs : les éléments conjonctifs provenant des fibres de soutènement formeraient un réseau complet, s'entrelaçant avec un second réseau de fibres nerveuses.

Après l'usage de la plupart des réactifs, cette couche offre un aspect granuleux très accentué. Si cet état granuleux, que l'on observe aussi à l'état frais, quoique bien moins prononcé, empêche de distinguer les éléments qui composent cette couche, c'est que ces éléments ont un même indice de réfraction. Il faut donc trouver un réactif qui modifie la réfringence des uns en laissant intacte celle des autres ou en la modifiant dans un autre sens : c'est ce que produit l'emploi successif de l'alcool au tiers et de l'acide osmique. Sur des coupes de la rétine de la grenouille, faites après l'emploi de ce procédé, cette couche semble formée par une série de lits stratifiés comme ceux que l'on observe dans la stratification des terrains; des couches plus denses en séparent d'autres plus claires dans lesquelles on voit nettement des fibrilles s'entre-croiser en tous sens pour aller se perdre dans le feutrage serré des lits plus foncés. Le micro-carminate qui colore ces fibrilles permet de les suivre à travers les diverses couches du plexus. Il est presque certain que les prolongements des cellules bipolaires, unipolaires et multipolaires constituent à cet endroit un véritable plexus nerveux. Dans les mailles qu'ils forment se trouve interposée une autre substance dont la présence nous est révélée par l'action de certains réactifs. L'acide osmique donne, en effet, au plexus cérébral une coloration brune très foncée. Le chlorure d'or se réduit au niveau de cette couche et la colore d'une façon encore plus intense que la couche des fibres nerveuses. Il existe donc probablement dans le plexus cérébral une substance grasse, de nature myélinique, ayant pour but de maintenir les rapports

exacts de ces fibrilles nerveuses si fines, et jouant peut-être aussi le rôle d'une substance isolante destinée à assurer leur action fonctionnelle.

Le plus souvent, on ne rencontre pas d'éléments cellulaires dans le plexus cérébral : cependant on y trouve quelquefois engagées des cellules unipolaires ou multipolaires.

Cellules multipolaires. — Depuis que Corti a démontré la continuité directe de ces cellules avec les fibres nerveuses de la couche sous-jacente, personne ne met plus en doute leur caractère nerveux ; si cette continuité est rarement appréciable sur des coupes, c'est que ce procédé est loin de convenir pour cette étude. C'est au moyen de dissociations que l'on arrive le mieux à observer les cellules multipolaires ; plutôt que de les isoler directement avec des aiguilles, on se sert avec avantage du procédé suivant : une rétine, traitée par l'alcool au tiers, étant ensuite colorée en masse par le picro-carmin, on la place dans une éprouvette et on l'agite dans de l'eau distillée. Après avoir laissé reposer le liquide, les débris, accumulés au fond du tube, sont recueillis avec une pipette et examinés immédiatement : on peut ainsi obtenir des cellules nerveuses bien isolées et sans que leurs prolongements soient brisés trop près du corps cellulaire. Elles sont volumineuses, et offrent plusieurs prolongements : l'un, central, est en communication avec une fibre nerveuse ; les autres, au nombre de deux ou trois, se perdent dans le plexus cérébral. Le premier prolongement, cylindraxile, diffère des autres en ce sens qu'il a un diamètre toujours égal, et qu'il ne se divise pas. Les prolongements périphériques se subdivisent en filaments plus fins et se perdent dans le plexus cérébral où l'on peut les suivre à l'aide de la méthode que nous avons indiquée pour l'étude de ce plexus.

Le corps cellulaire des cellules multipolaires est volumineux, de forme globuleuse, contenant un noyau généralement rond, et un nucléole. Autour de ce noyau le protoplasma est légèrement granuleux et à la périphérie de l'élément on voit apparaître après certains réactifs des stries fibrillaires qui se continuent dans le sens des prolongements et qui se distinguent surtout bien sur le prolongement cylindraxile. On ne voit pas dans ces cellules des granulations pigmentaires analogues à celles qui existent dans les cellules nerveuses des centres ou

des ganglions spinaux. Il est en effet nécessaire qu'elles conservent leur transparence pour permettre le passage des rayons lumineux à travers la rétine. Leur volume est très variable : malgré ces différences de taille, il est impossible de ne pas leur attribuer une fonction identique. On ne peut pas établir de

relation entre les dimensions et les fonctions des cellules ganglionnaires.

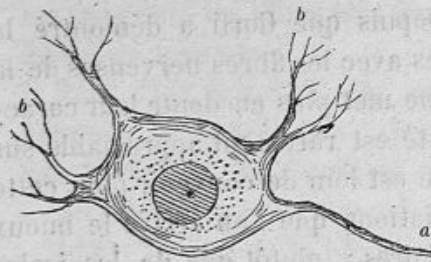


Fig. X.

Cellule multipolaire. — a. prolongement central cylindraxile. — b. b. prolongements périphériques.

Sur une rétine colorée par l'hématoxyline et étalée à plat sous le microscope, la face interne dirigée du côté de l'observateur, on voit que les prolongements cylindraxiles des cellules multipolaires ont les directions les plus variées, et s'entre-

croisent en tous sens, ce qui explique pourquoi il est si rare de les observer sur des coupes.

Nerf optique et couche des fibres nerveuses. — Les fibres nerveuses de la rétine n'étant que l'expansion des fibres du nerf optique, il est rationnel d'étudier ce nerf en premier lieu : sa distribution et ses terminaisons nous feront connaître la couche des fibres nerveuses de la rétine.

Si nous nous reportons aux travaux qui ont été publiés à notre époque sur la structure du nerf optique, nous voyons que tous les auteurs sont d'accord pour considérer les fibres de ce nerf comme composées d'un cylindraxe et d'une enveloppe de myéline, sans gaine de Schwann. Lorsque l'on ne connaissait pas les étranglements annulaires, il était difficile de constater la présence ou l'absence de cette gaine. Aujourd'hui, il est facile de s'assurer que les fibres du nerf optique en sont dépourvues : en effet, comme elles sont d'un petit diamètre, elles devraient présenter des étranglements annulaires rapprochés. Or, quel que soit le mode de préparation que l'on emploie, on n'en observe jamais aucun. Par contre, on obtient par l'acide osmique les incisures de Schmidt et Lantermann.

Les fibres du nerf optique, très difficiles à dissocier chez la plupart des animaux, se prêtent mieux à ce genre de préparation

chez les Plagiostomes, après injection interstitielle d'acide osmique : on obtient alors des tubes isolés dans une assez grande étendue, et qui sont analogues à ceux que l'on rencontre dans la substance blanche du cerveau et de la moelle. Ils sont d'un calibre irrégulier, et ne présentent jamais d'étranglements annulaires. Chez la raie, comme chez presque tous les poissons, les nerfs périphériques sont entourés d'une double enveloppe : la membrane de Schwann et une membrane secondaire. Le nerf optique ne possède ni l'une ni l'autre : il faut donc le considérer comme un nerf spécial rappelant la structure des nerfs des centres.

Sur des coupes transversales, on constate que les fibres du nerf optique sont de calibres très différents. Au premier abord, on serait tenté de croire que ces différences de diamètre correspondent à des différences de fonctions, et que les fibres d'un certain volume vont se rendre les unes aux cônes, les autres aux bâtonnets. Mais chez les animaux qui n'ont que des cônes, comme le lézard vert, on remarque la même inégalité dans les fibres du nerf optique : il n'est donc pas possible d'admettre que les fibres nerveuses de diamètres différents correspondent à des fonctions distinctes.

Plusieurs couches connectives enveloppent le nerf optique dans son trajet orbitaire. La première et la plus externe est une couche fibreuse dépendant de la dure-mère et se continuant avec la sclérotique : au-dessous de cette membrane, se trouve un espace qui correspond à la cavité arachnoïdienne. La seconde membrane correspond à l'arachnoïde et recouvre un espace cloisonné en se continuant avec le tissu conjonctif sous-arachnoïdien.

Enfin la dernière membrane d'enveloppe est une couche connective, analogue à la pie-mère : de sa face profonde partent des cloisons qui pénètrent dans l'intérieur du nerf.

Ce n'est pas à ces cloisons conjonctives qu'est due la difficulté de dissocier le nerf optique ; c'est au tissu conjonctif du nerf lui-même, à ce que l'on a appelé la névroglie. De nombreuses discussions ont eu lieu au sujet de la nature et de la constitution de la névroglie. Leber la considérait comme formée d'éléments cellulaires ramifiés, s'anastomosant par des expansions fibrillaires et formant un réseau autour des tubes nerveux.

Schwalbe n'admet pas la nature fibrillaire de la névroglie : pour cet auteur, elle est constituée par une substance liquide au sein de laquelle se rencontrent des cellules plates analogues à celles du tissu conjonctif intra-fasciculaire des nerfs ordinaires.

Cette théorie n'expliquerait pas l'extrême adhérence des tubes nerveux entre eux. Celle de Leber, quoique plus vraisemblable, n'est pas non plus admissible. La constitution de la névroglie est bien plus complexe.

Si, après une injection interstitielle d'acide osmique, on dissocie la portion du nerf optique où elle a pénétré, on voit, entre les tubes nerveux qui se séparent de ce fragment, des fibres très fines, longues et onduleuses, ayant à peu près toutes le même diamètre, ne présentant pas de divisions et ne s'anastomosant jamais entre elles : voici donc un élément qui ne correspond pas à la description que Leber a donnée de la névroglie.

Sur des coupes transversales ou légèrement obliques du nerf optique faites après l'action du bichromate d'ammoniaque et colorées successivement par le carmin et l'hématoxyline, on voit les cylindraxes colorés en rouge, et entre les tubes nerveux un enchevêtrement de ces fines fibres de la névroglie, colorées en violet ; enfin, l'hématoxyline colore en bleu foncé un certain nombre de noyaux. Sur des coupes longitudinales, on obtient une image correspondante. Les cylindraxes sont vus dans le sens de la longueur : entre les tubes nerveux, les fibres de la névroglie ont une direction transversale, et de distance en distance se rencontrent des séries de cellules non pas plates, mais polyédriques par pression réciproque et comparables à des cellules épithéliales ; quelques-unes d'entre elles, déjà signalées par Leber, offrent des prolongements ramifiés. Ainsi la névroglie est donc constituée par des fibres très fines, des cellules polyédriques et quelques cellules étoilées. Peut-on admettre que les fibrilles de la névroglie soient les prolongements des cellules étoilées ? La rareté même de ces cellules relativement au nombre des fibrilles qui se trouvent dans chaque faisceau nerveux suffirait pour faire rejeter cette interprétation : il s'agit là de deux sortes d'éléments qu'il importe de distinguer.

Au niveau du globe oculaire, le nerf optique traverse la sclérotique à travers une sorte de tamis qui est la lame criblée. Les faisceaux nerveux se resserrent à ce niveau et sont comme

étranglés dans des tractus perpendiculaires à l'axe du nerf optique : ces tractus sont constitués par des faisceaux de tissu fibreux et des lits de cellules à direction transversale et identiques à celles de la névroglie.

Arrivées au niveau de la papille, les fibres nerveuses changent brusquement de direction et tapissent la face interne de la rétine. Nicati a signalé une particularité intéressante : chez le triton, on observe un entre-croisement des fibres nerveuses avant leur épanouissement, entre-croisement qui limite un espace triangulaire rempli d'éléments cellulaires analogues à ceux de la névroglie. Chez les mammifères, cet entre-croisement n'existe pas, mais on trouve constamment au niveau de la papille cet espace triangulaire rempli de cellules de la névroglie.

Les fibres de la névroglie cessent au niveau de la papille. Quelques-unes des cellules qui lui appartiennent persistent seules entre les fibres du nerf optique et les cellules multipolaires ; à ce niveau aussi les fibres nerveuses cessent généralement d'être entourées de leur gaine de myéline. Cependant chez quelques animaux, chez le chien, et surtout chez le lapin, la myéline persiste au delà de la papille ; il est facile de se rendre compte de ce fait par l'action de l'acide osmique. Sur une rétine de lapin traitée par ce réactif on voit, de chaque côté de la papille, des faisceaux de fibres nerveuses colorées en noir. Ces faisceaux se divisent sans s'anastomoser jamais et se distribuent en fibrilles qui n'offrent plus la réaction caractéristique au niveau où cesse la gaine myélinique. Alors les filets nerveux se présentent sous forme de fibres très légèrement variqueuses, offrant une striation longitudinale aux endroits les plus étroits, et un aspect granuleux au niveau des varicosités.

Les fibres du nerf optique tapissent la face interne de la rétine, se subdivisent, et chaque prolongement va aboutir à une cellule multipolaire. Quel que soit le procédé que l'on emploie, jamais on ne voit une fibre du nerf optique pénétrer directe-

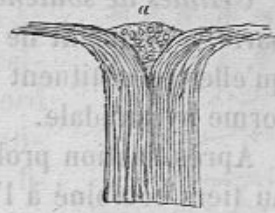


Fig. XI. — Schéma représentant la distribution des fibres du nerf optique au niveau de son épanouissement.

a. Substance analogue à la névroglie.

ment dans le plexus cérébral : toutes aboutissent à des cellules ganglionnaires.

Cellules de soutènement. — Ces cellules, dont nous avons déjà parlé, s'étendent de la limitante externe à la limitante interne qu'elles constituent en entier. Leur expansion interne a une forme pyramidale.

Après l'action prolongée du liquide de Müller, ou de l'alcool au tiers combiné à l'acide osmique, elles se dissocient plus ou moins ; leurs pieds chevauchent les uns sur les autres, et sur des coupes, l'aspect d'une membrane limitante n'existe plus. Son existence n'est donc pas réelle et son apparence, ainsi que Schwalbe l'a bien montré, n'est due qu'à la ligne formée sur la coupe par la juxtaposition des pieds des cellules de soutènement.

Si l'on traite par le nitrate d'argent la face interne d'une rétine, on obtient un dessin régulier et semblable à celui d'un épithélium plat. Les espaces ainsi limités diffèrent comme dimensions ; il y en a de plus grands et de plus petits. Pour s'expliquer cette différence, il faut dissocier des cellules de soutènement et les isoler ; on voit alors qu'un certain nombre d'entre elles en deçà du plexus cérébral se subdivisent et forment deux pieds de dimensions inégales : un pied principal et un pied secondaire. Au premier répondent les grands espaces délimités par l'argent, les petits correspondent au pied secondaire.

Lorsque l'on isole les cellules de soutènement (et on y arrive assez facilement chez le triton après traitement de la rétine par l'acide osmique et macération prolongée dans l'eau distillée), on reconnaît parfaitement bien leur forme. Au-dessus de leur pied, elles s'amincissent et émettent latéralement de fins prolongements qui contribuent à la formation du plexus cérébral. Au niveau de la couche des cellules unipolaires, elles émettent des prolongements plus forts qui forment des arcades à concavités internes séparant les cellules unipolaires des cellules bipolaires.

Plus haut, elles présentent un renflement latéral contenant leur noyau. Ce renflement est formé d'une matière protoplasmique granuleuse, d'un aspect différent de celui de la cellule et de ses prolongements, qui sont transparents et hyalins. A ce niveau, elles émettent dans tous les sens un grand nombre de

lames ou de crêtes limitant des fossettes dans lesquelles sont logées les cellules bipolaires. Puis elles se rétrécissent brusquement au niveau du plexus basal et s'épanouissent ensuite pour former une série de loges dans lesquelles sont comprises les cellules visuelles. Elles se terminent par un bord réfringent qui paraît être une formation cuticulaire et qui correspond à la membrane limitante externe.

Limitante externe. — La limitante externe existe réellement en tant que membrane; on peut la considérer comme étant le produit des cellules de soutènement au même titre que la membrane de Descemet est le produit de l'épithélium de la face postérieure de la cornée.

De sa face externe partent une série de cils très fins, de nature également cuticulaire, qui entourent les cônes et les bâtonnets et forment autour d'eux un véritable organe de soutènement. Max Schultze, qui les avait pris d'abord pour des terminaisons nerveuses, reconnut plus tard qu'ils étaient une dépendance de la limitante externe.

Limitante interne. — Nous avons déjà dit que la limitante interne n'existait pas en tant que membrane réelle, qu'elle était simplement constituée par les pieds des cellules de soutènement.

Cependant, certains auteurs, Henle entre autres, l'ont décrite comme une véritable membrane: il existe en effet une membrane qui tapisse la face interne de la rétine, mais elle dépend du corps vitré: c'est l'hyaloïde. Difficilement visible sur des coupes, on reconnaît mieux sa structure en l'étalant sous le champ du microscope: elle est constituée par une membrane anhiste, très fine, qui présente, espacés d'une façon irrégulière, des éléments cellulaires de forme variée, et analogues à des cellules amiboïdes. Leur noyau est arrondi, très net, et la substance protoplasmique qui l'entoure présente des prolongements plus ou moins irréguliers, de telle sorte que ces éléments offrent l'aspect de cellules étoilées. Schwalbe les considère comme des cellules lymphoïdes: leur noyau pourtant diffère trop de celui de ces éléments pour



Fig. XII. — Cellule de soutènement.

que nous puissions accepter cette opinion : pour nous, ce sont des cellules connectives ou endothéliales analogues à celles qui sont comprises entre les faisceaux du tissu connectif.

Chez les animaux dont la rétine ne possède pas de vaisseaux, comme chez les batraciens, l'hyaloïde contient un réseau vasculaire extrêmement riche : Kölliker le considère comme constitué par les vaisseaux rétinien ayant subi un temps d'arrêt dans leur développement.

Vaisseaux de la rétine. — Chez les mammifères, ces vaisseaux ont une étendue variable suivant les espèces qu'on examine. Chez le lapin, ils ne dépassent pas la couche des fibres myéliniques, fait d'autant plus extraordinaire que cette région est presque insensible à la lumière par suite de son opacité due à la présence de la myéline.

Au contraire, chez le chien, le chat, le rat, le réseau vasculaire s'étend à toute la partie cérébrale de la rétine. On distingue dans cette membrane deux réseaux superposés et s'anastomosant entre eux. Le premier se distribue dans les couches situées au-dessous du plexus cérébral. L'autre, plus superficiel, est situé entre le plexus basal et le plexus cérébral, dans la couche des cellules bipolaires et unipolaires, et ne pénètre jamais dans le plexus basal. Ces deux réseaux s'anastomosent à travers le plexus cérébral. Comme on le voit, la couche que nous avons décrite comme névro-épithélium est complètement invasculaire. Elle se nourrit comme le font tous les épithéliums de l'organisme, et nous trouvons là encore, entre cette couche et le système épithélial en général, un point de ressemblance qu'il convient de signaler.

On sait qu'en se plaçant dans certaines conditions expérimentales bien établies, et étudiées par Purkinje, l'expérimentateur peut voir les vaisseaux de sa propre rétine. H. Müller s'emparant de ce fait en conclut que les régions sensibles et impressionnables de la rétine devaient forcément se trouver au delà des vaisseaux. La question n'a pas fait de progrès depuis ; les recherches anatomiques sur la vascularité de la rétine n'ont fait que confirmer cette assertion.

La découverte du rouge rétinien et de ses modifications sous l'influence de la lumière, a prouvé que l'impressionnabilité de certains éléments, des bâtonnets en particulier, était la consé-

quence des modifications chimiques ayant lieu dans la substance même de ces éléments : peut-être se passe-t-il dans les cônes des phénomènes analogues, mais qu'il n'a pas encore été permis d'observer. En somme, le phénomène de la vision paraît être un processus d'ordre photo-chimique se passant dans les cônes et les bâtonnets et qui serait le point de départ d'une excitation des cellules visuelles ou des fibres nerveuses qui s'y terminent.

Il nous reste à nous demander quel est le trajet des fibres nerveuses à l'intérieur de la rétine et quel est leur rapport avec les cellules visuelles. Nous savons que dans le plexus basal se distribuent les prolongements fibrillaires des cellules visuelles et ceux des cellules bipolaires : nous savons aussi que dans le plexus cérébral se perdent les prolongements centraux des cellules bipolaires et unipolaires, et les terminaisons périphériques des cellules multipolaires ; mais quant à la relation qui existe entre ces divers éléments, il nous est impossible avec les moyens actuels d'investigation de l'approfondir davantage et de savoir s'ils sont en continuité directe les uns avec les autres.

La même obscurité règne pour ce qui est du rôle de chacun de ces éléments dans l'acte de la vision : il semble probable que les cellules multipolaires, par leurs divers prolongements favorisent la distribution des fibres nerveuses au sein du plexus cérébral : on comprend aussi le rôle d'organes de transmission que peuvent jouer les cellules bipolaires, grâce à leurs deux prolongements qui mettent en communication les deux plexus : mais on est plus embarrassé pour ce qui concerne les cellules unipolaires : nous ne pouvons les considérer que comme des organes d'arrêt, servant à emmagasiner l'influx nerveux et à l'atténuer, régularisant et favorisant la perception en entravant l'éblouissement. Il serait du reste possible que le même rôle appartint à d'autres éléments ganglionnaires de la rétine.
