

Anatomie et physiologie de la rétine

Cheikh Mohamed El Hacem ;Sekhsoukh.R
 Université Mohammed Premier d'Oujda, Faculté de médecine et de pharmacie d'Oujda ; CHU Mohammed VI d'Oujda, Maroc ; Laboratoire d'Oto-Neuro-Ophthalmologie LRONO ; Reçu Le 22/10/2025 ; Accepté Le 08/11/2025 ; Disponible Sur Internet Le 09/11/2025 ; Doi

Sommaire

Définition	P 3
<i>Embryologie</i>	P 5
Anatomie descriptive	P 6
Configuration externe	P 6
Configuration interne	P 7
Anatomie Microscopique	P 7
Epithélium pigmentaire	P 8
La rétine neurosensorielle	P 10
Les cellules du neuroépithélium	P 10
Les couches du neuroépithélium	P 12
Rapports	P 16
Trois régions remarquables	P 16
<i>Vascularisation de la rétine</i>	P 18
Physiologie	P 23
<i>Débit sanguin rétinien</i>	P 23
<i>Circulation rétinienne et oxygène</i>	P 23
<i>Autorégulation</i>	P 25
Conclusion	P 26

Définition :

La rétine c'est une fine membrane tapissant la surface interne du globe oculaire, la rétine est un tissu neurosensoriel qui fait partie du système Nerveux Central.

Elle assure les premières étapes de la vision (photo transduction) et transmet au cortex visuel les informations visuelles

La densité des photorecepteurs et l'aspect de la rétine varient de la zone centrale à la périphérie

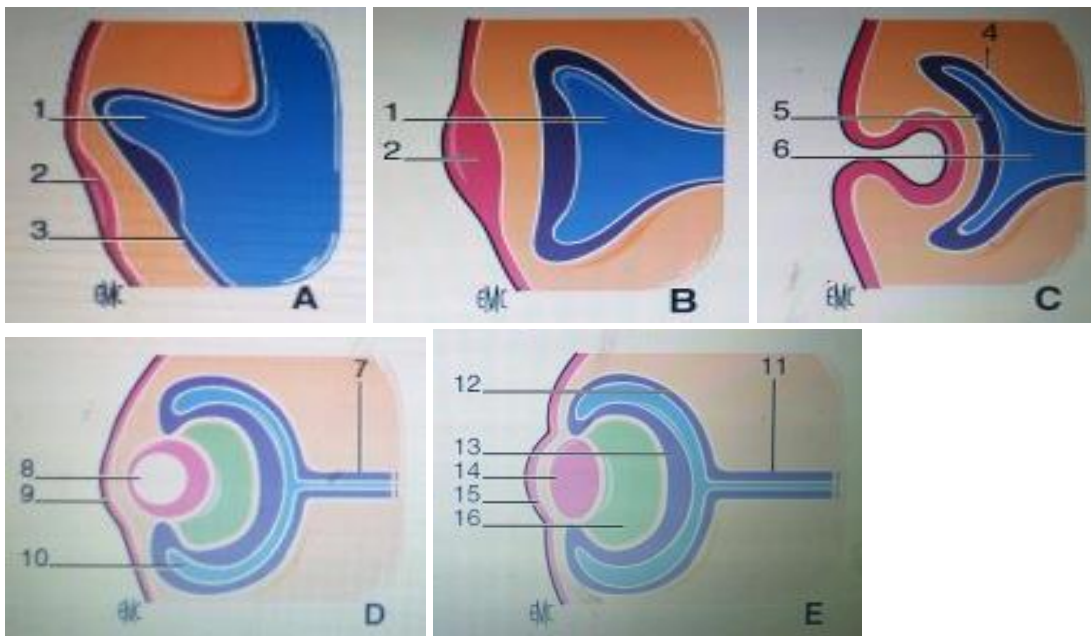
Fine membrane de 0,1 à 0,5 mm d'épaisseur, de coloration rosée, transparente, qui s'étend de la papille à l'ora serrata.

Ella a une double vascularisation : un système artériel propre (artère central de la rétine) et un apport de voisinage assuré par la choriocapillaire.

Embryologie :

La rétine est un dérivé purement ectoblastique, d'origine neuroectodermique. Aux environs du jour 22 de développement, quand l'embryon présente huit paires de somites et qu'il mesure de l'ordre de 2 mm, deux évaginations latérales du diencephale, prédéterminées lors de la gastrulation, vont donner naissance aux vésicules optiques, qui mettent en contact le neuroépithélium encéphalique et l'ectoderme de la tête.

Des interactions entre ces deux tissus naît un épaissement de l'ectoderme, la placode cristallinienne, qui s'invagine en vésicule cristallinienne. Dans le même temps, les vésicules optiques s'invaginent en doigt de gant pour former les cupules optiques constituées de deux feuillets. Après 6 semaines de développement, tandis que le feuillet externe des cupules optiques évolue en rétine pigmentaire, le feuillet interne va fournir les différentes couches de la neurorétine ou rétine sensorielle.



A. Évagination de la vésicule optique (1) à partir du diencephale .

B, C. Mise en place successivement de la placode cristallinienne (2) et de la cupule optique (6).

D, E. Formation du cristallin (14) et de la rétine (rétine neurale : 13 et épithélium pigmentaire de la rétine 12).

Trois phases, dont les transitions se chevauchent dans le temps en fonction des types cellulaires, sont responsables de la mise en place de l'architecture de la rétine.

Étape de prolifération des précurseurs neuroectodermiques

Les cellules précurseurs, en division symétrique puis progressivement asymétrique, sont localisées dans la région la plus externe de la rétine, la zone ventriculaire, adjacente au futur EPR. Après leur mitose terminale, les précurseurs migrent vers la face interne (côté vitré) pour y prendre leur position définitive et se différencier en neurones.

Étape de migration des cellules en différenciation

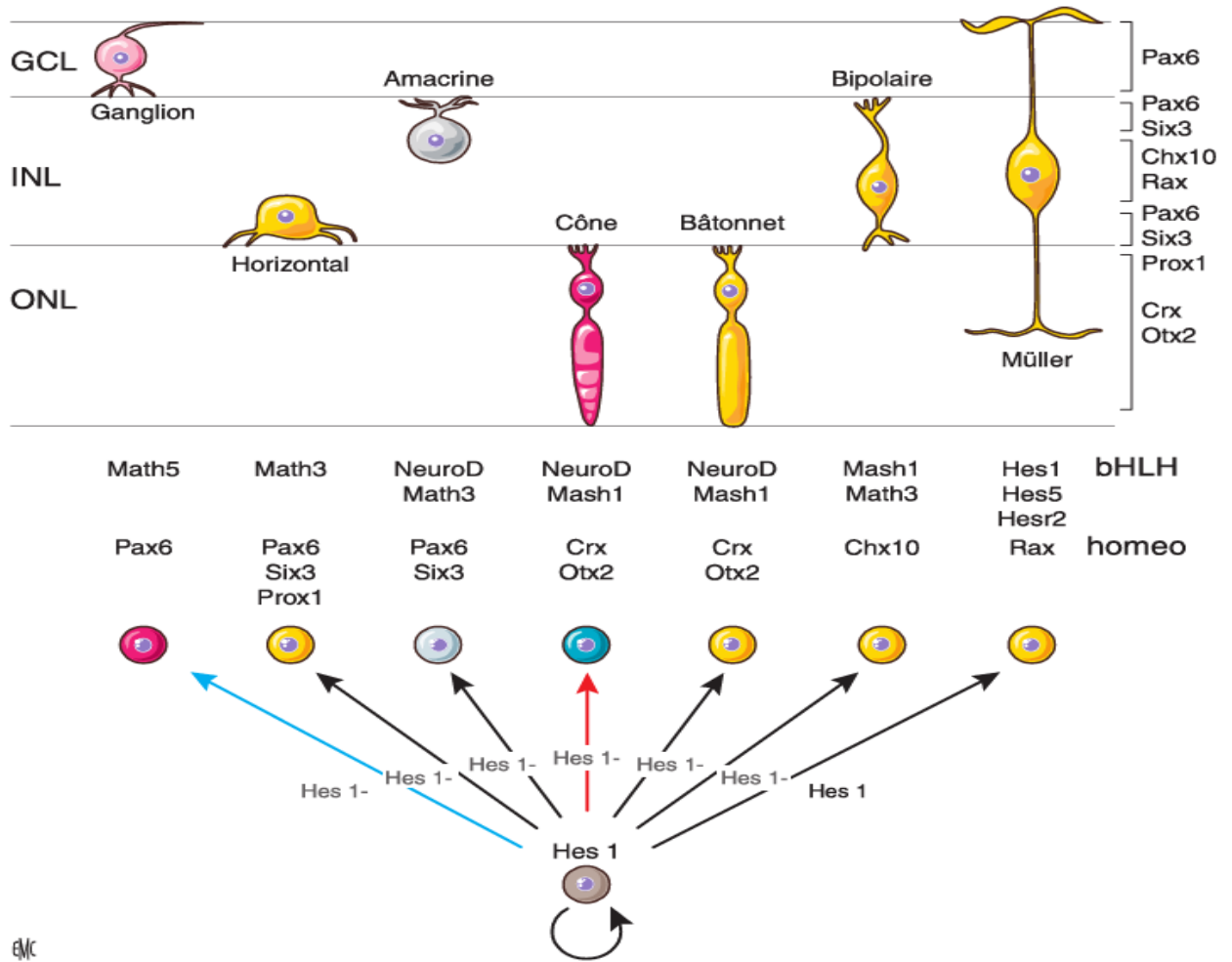
Lors de cette étape, les différentes couches cellulaires apparaissent. La première couche à s'individualiser est celle des cellules ganglionnaires, dont les précurseurs sont les premiers à cesser de se diviser. Viennent ensuite les cellules horizontales et amacrines, suivies par les cellules bipolaires et les cellules gliales de Müller. Cet arrêt de la prolifération, couplé à la migration et à la différenciation des cellules précurseurs, s'effectue schématiquement selon deux gradients : un gradient antéropostérieur, de la face interne (cellules ganglionnaires) vers la face externe (photorécepteurs), et un gradient centropériphérique, du nerf optique vers l'iris.

Étape de différenciation terminale

Elle comprend la formation des synapses, des segments internes puis externes des photorécepteurs. Globalement, ces étapes se retrouvent dans le même ordre chronologique chez la plupart des espèces, même si elles sont imbriquées les unes dans les autres et qu'il existe des différences notables dans l'apparition et la durée de la synaptogenèse. Les premières cellules à apparaître sont les cellules ganglionnaires, puis ce sont les cellules horizontales et les cônes, ensuite les bâtonnets et cellules bipolaires. Les cellules gliales de Müller sont les dernières à apparaître

Régulation de l'embryogénèse : 2 types de facteurs régulateurs

- Facteurs extrinsèques (facteurs de croissance ++)
- Facteurs intrinsèques (gènes régulateurs) :
 - Gènes à Homéodomaine dirigent les cellules vers leurs couches respectives (exp : chx10),
 - Gènes contrôlant la prolifération et la différenciation cellulaire (BHLH: basic helix loop helix),
Activateurs (exp: Mash1- Mash5) Répresseurs (Hes1-Hes5)



Coopération des gènes bHLH et à homéodomaine pour la différenciation des types cellulaires rétiniens. Hes1 inhibe la différenciation neuronale et maintient les progéniteurs. Les neurones en différenciation cessent d'exprimer Hes1. Les facteurs à homéodomaine (Pax6, Six3, Crx, Otx2, Chx10...) régulent la spécificité de chaque couche cellulaire dans la rétine et les facteurs bHLH (Mash1, Math1, Math3, NeuroD...) déterminent le destin neuronal. Les cellules qui continuent à exprimer Hes1/Hes5 au cours des phases de neurogenèse adoptent un état différencié de cellules gliales de Müller +++.

ANATOMIE MACROSCOPIQUE :

Configuration externe

La rétine constitue une **fine membrane, de coloration rosée, transparente, bien vascularisée.**

Epaisseur de la rétine : varie suivant les régions :

- Très mince au niveau de la fovéola (130),
- Elle s'épaissit au niveau du clivus atteignant 410 u,
- Puis elle a tendance à s'amincir progressivement en allant vers la périphérie (épaisseur à 180 à l'équateur et à 100 u à l'Ora).

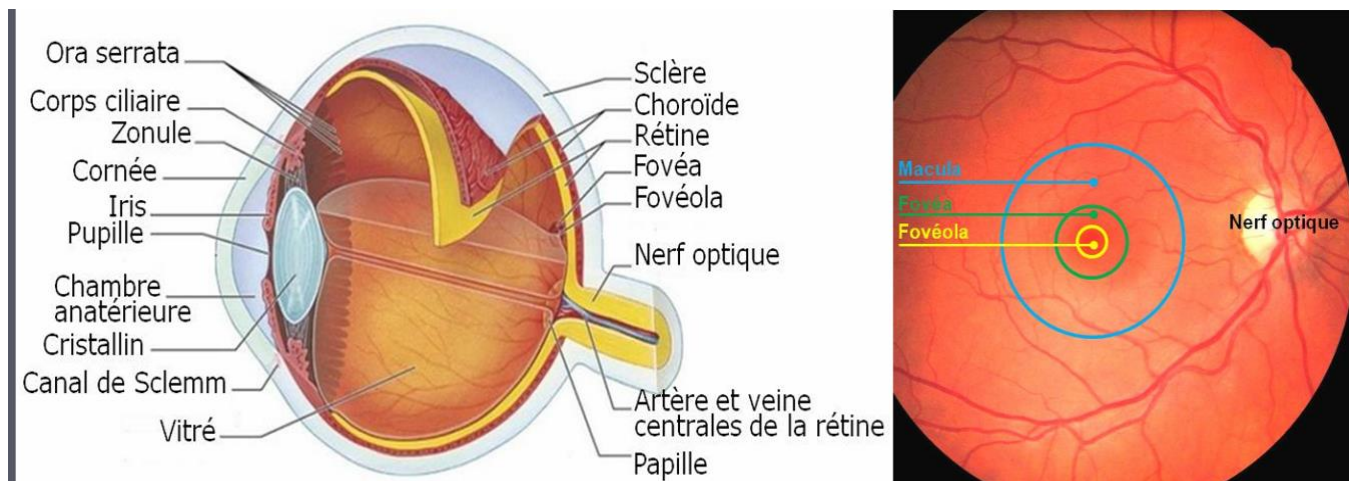
Sa longueur horizontale : **41,5mm** du bord nasal au bord temporal.

Sa longueur verticale : **41mm** du bord supérieur au bord inférieur.

Entre l'épithélium pigmentaire et le neuro-épithélium, existe un espace virtuel non adhérent → DDR.

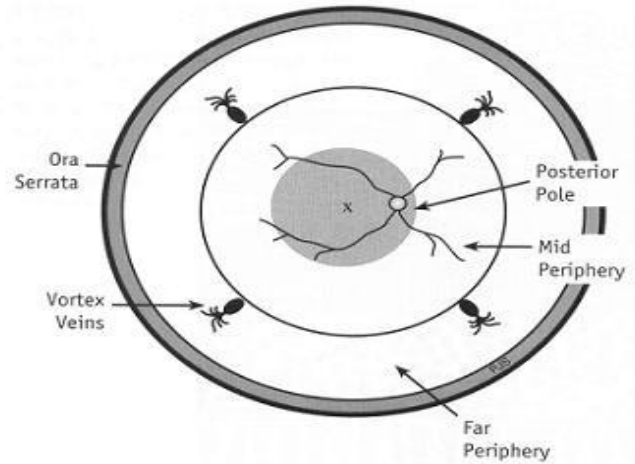
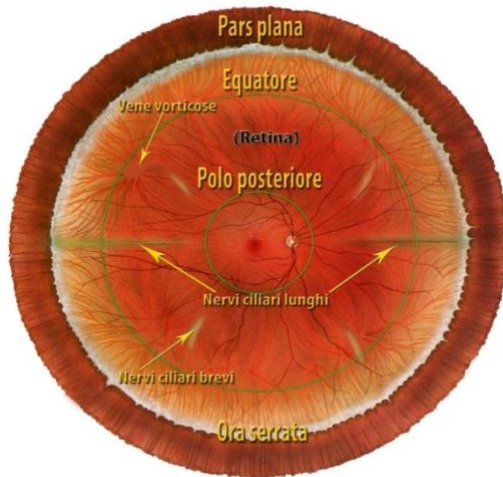
Configuration interne : La rétine peut être divisée en deux zones :

- **La rétine centrale délimitée par les arcades vasculaires temporales.** Mesure de **5 à 6 mm de diamètre** et comprend :
 - **La région maculaire**
 - **La fovéa**, zone elliptique de 2 mm/1 mm, bordée par le clivus
 - **La fovéola**, dépression centrale de la fovéa, de 200 à 300 µm, située à 2 diamètres papillaires du bord temporal de la papille



➤ **La rétine périphérique** subdivisée en :

- **Périphérie proche**, s'étend sur 1.5 mm à partir du pôle postérieur
- **Périphérie moyenne**, mesure 3 mm
- **Périphérie éloignée**, s'étend sur 10 mm en temporal et 16 mm en nasal
- **Extrême périphérie** (ora serrata), mesure 2 mm en temporal et 1 mm en nasal

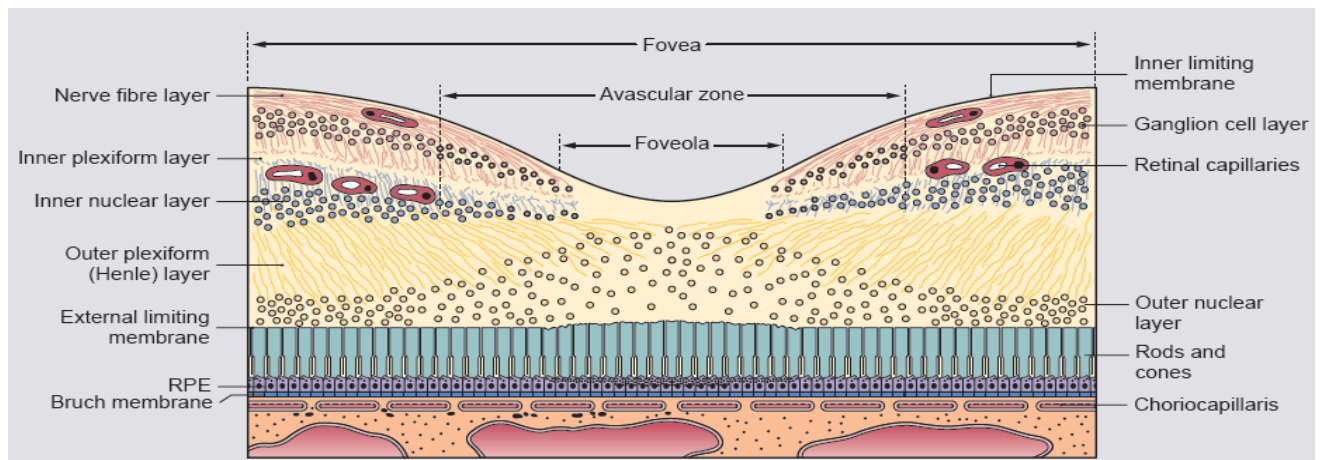


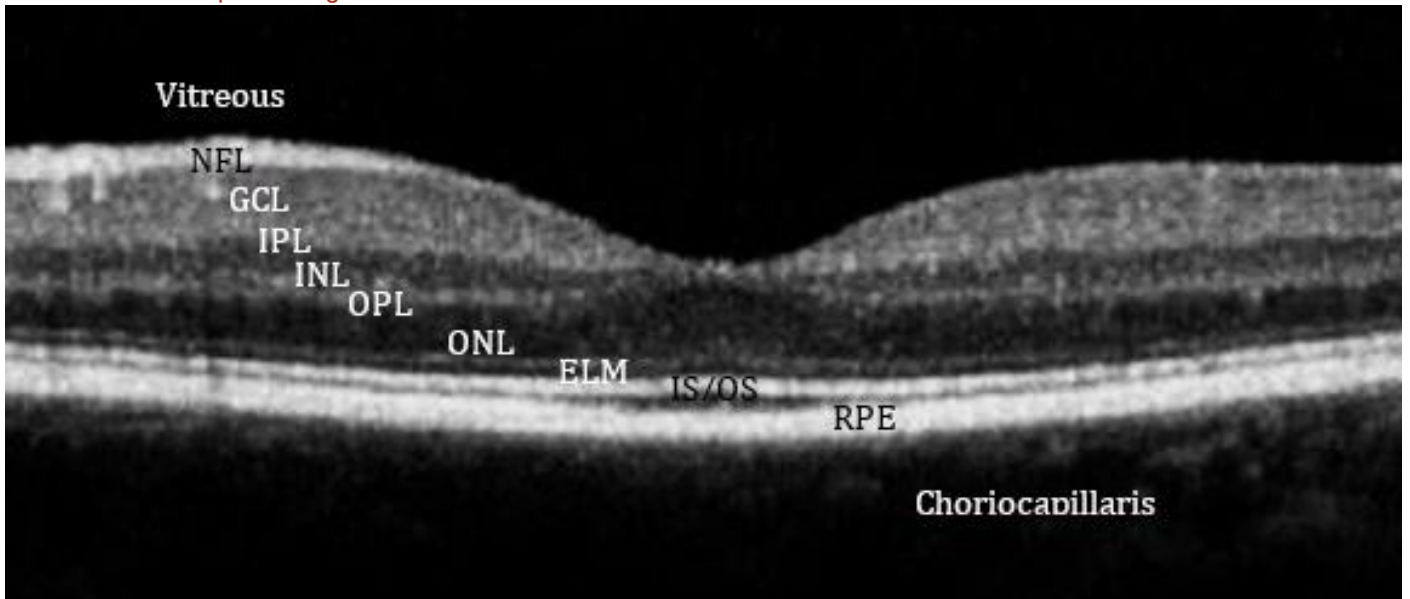
ANATOMIE MICROSCOPIQUE :

En contact avec la choroïde sur son versant externe, par l'intermédiaire de l'épithélium pigmentaire, et avec le vitré par l'intermédiaire de la membrane hyaloïde sur son versant interne

Organisée en 10 couches, de l'extérieur vers l'intérieur :

- L'épithélium pigmentaire
- La couches des photorécepteurs
- La membrane limitante externe
- La couche nucléaire externe
- La couche plexiforme externe
- La couche nucléaire interne,
- La couche plexiforme interne
- La couche des cellules ganglionnaires
- La couche des fibres optiques
- La membrane limitante interne





L'épithélium pigmentaire rétinien (EPR) :

Couche unistratifiée de 10 à 20 μm qui s'étend de la papille à l'ora serrata, où elle se prolonge par l'épithélium pigmenté du corps ciliaire.

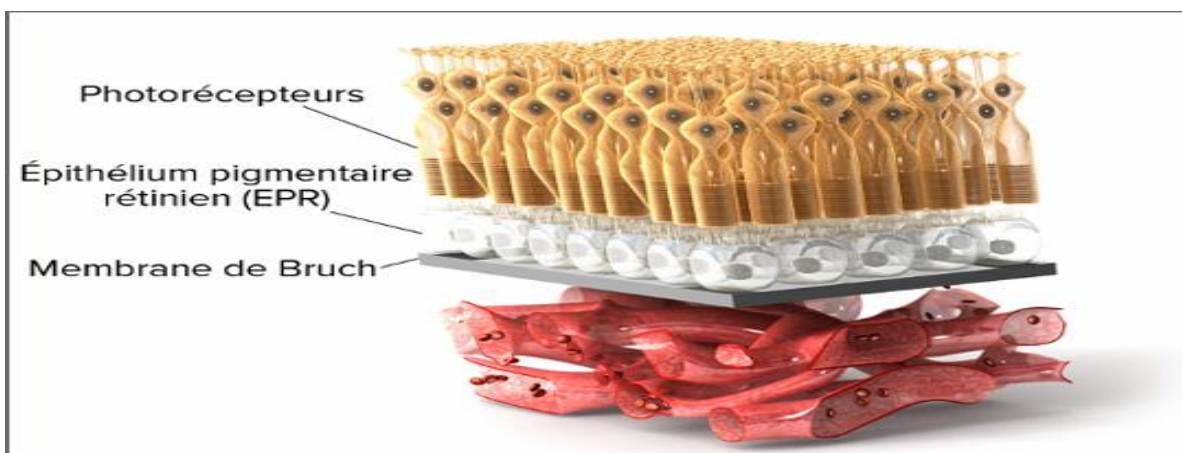
Formée de 4 à 6 millions de cellules hexagonales disposées en mosaïque régulière, reposant sur une membrane basale.

La hauteur des cellules augmente de la périphérie (8 μ) vers le centre (14 μ) et leur largeur diminue de la périphérie vers le centre

Les cellules maculaires sont plus hautes et moins larges avec un aspect cubique et les périphériques ont un aspect pavimenteux

Elles sont limitées par une membrane plasmatique avec :

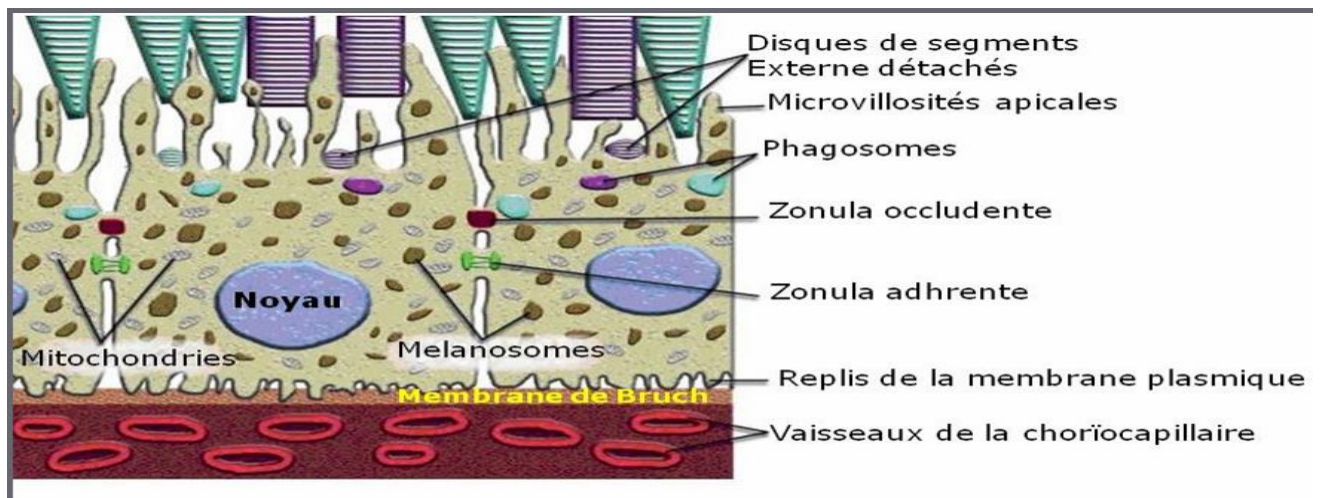
- Un pôle basal, en regard de la membrane de Bruch, avec de nombreux replis qui augmentent les surfaces d'échange avec la choriocapillaire.
- Un pôle apical avec de très nombreuses franges qui s'insinuent entre les articles externes des photorécepteurs



Les faces latérales de la membrane plasmatique sont solidarisées par des systèmes de jonctions qui imposent un transfert transcellulaire de la choriocapillaire vers les photorécepteurs (PR) et réciproquement:

- des « gap junctions » : adossements des membranes, discontinus, perméables
- Des zonulae occludentes : zones de fusions des deux membranes, imperméables, empêchant tout transfert inter cellulaires entre la chorio capillaire et les PR : Siège de la barrière hémato rétinienne externe.
- Des zonulae adherentes : perméables

Les grains de mélanine donnent à l'EPR son caractère pigmenté. Leur concentration varie en fonction des zones rétinienne (plus importante au centre) et avec les ethnies.



Rôles de l'EPR:

- Ecran dont l'opacité est fonction du degré de pigmentation
- Echanges hydro-électrolytiques et d'oxygène (mécanismes de transport passifs ou actifs. Rôle vital pour la rétine externe et les photorécepteurs qui sont sous la dépendance de la choriocapillaire)
- Métabolisme de la vitamine A (Stockage et renouvellement de la rhodopsine dans le cycle visuel)
- Phagocytose régénération des articles externes des photorécepteurs.

L'EPR adhère fortement à la membrane de Bruch, membrane perméable constituée de cinq couches:

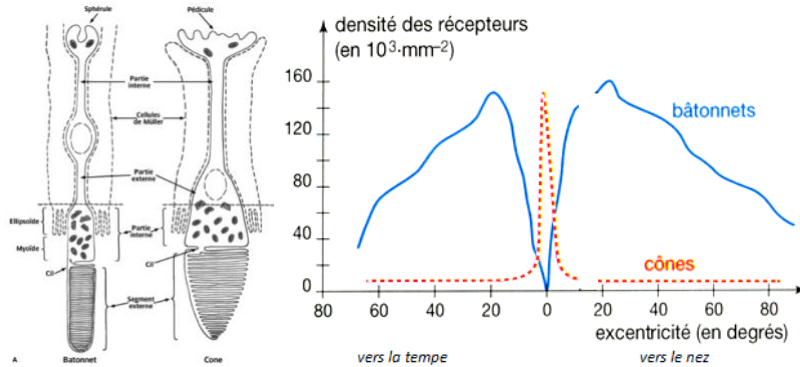
- La membrane basale de l'épithélium pigmentaire
- Une couche collagène interne,
- Une couche élastique,
- Une couche collagène externe
- La membrane basale des capillaires de la choriocapillaire

La rétine neurosensorielle ou Neuroépithélium :

Les cellules du neuroépithélium :

Les photorécepteurs :

Les PR présentent 2 parties séparées par la membrane limitante externe :



Les PR assurent la phototransduction (conversion de la lumière (photon) en un signal neural électrochimique.

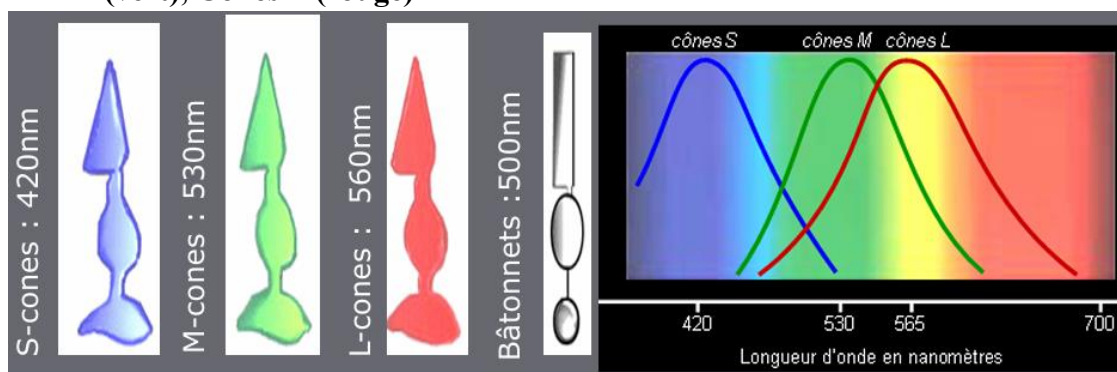
Deux types de photorécepteurs :

Les photorécepteurs à bâtonnets : Assurent la vision scotopique

- Leur **nombre** est estimé à plus de **120 millions**
- Absents au niveau de l'aire fovéolaire, visibles à partir de 500 μm de la fovéola
- Densité maximale à 5-6 mm du centre.

Les photorécepteurs à cônes : Assurent la vision photopique

- Moins nombreux, environ 6 millions par rétine
- Densité maximale à la fovéola ($150\,000/\text{mm}^2$) et diminue progressivement
- **Trois types** de cônes sensibles à des longueurs d'ondes différentes : **Cônes S (bleu)**, **Cônes M (vert)**, **Cônes L (rouge)**



Le segment externe des PR est divisé en trois parties

Un **article interne** avec deux régions :

- L'**ellipsoïde** (externe), qui contient un beaucoup de mitochondries
- La **myoïde**, riche en ribosomes et en réticulum endoplasmique

Un **cil connecteur** : Etroite portion de 0.5 μm reliant les articles interne et externe. Constitué de microtubules prenant naissance sur le corpuscule basal situé dans l'ellipsoïde, qui vont s'étendre en éventail dans l'article externe

Un article externe

- Pour les bâtonnets, cylindre de 30 μm de long et 2 μm de diamètre Empilement de 600 à 1000 disques, entourés par la membrane. Chaque disque est constitué de 2 membranes qui se continuent l'une l'autre latéralement, très riches en rhodopsine
- Pour les cônes, ils présentent des variations topographiques :
 - Au niveau de la Fovéa: longs (70-80 μm) et étroits (2 μm)
 - Extrafovéolaires: courts (30 μm), trapus de forme conique.
 - Périphérie : rudimentaires extrêmement réduits
 - Pas d'encoche latérale au niveau des disques.

Les cellules bipolaires :

Situées à la partie moyenne de la nucléaire interne, assurent la transmission de l'influx nerveux des PR vers les ganglionnaires. Elles sont de trois types :

- **Les cellules bipolaires à bâtonnets :**
 - Leurs dendrites entrent en contact avec les sphérules des bâtonnets
 - Leur axone se connecte avec 1 à 4 cellules ganglionnaires
- **Les cellules bipolaires naines à cônes :**
 - Leurs dendrites entrent en contact avec un cône soit au niveau d'une triade, soit par contact superficiel.
 - Leur axone s'articule avec une seule cellule ganglionnaire naine
- **Les cellules bipolaires à cônes, à « panache aplati »:**
 - Leurs dendrites entrent en contact superficiels avec plusieurs pédoncules
 - Leur axone s'articule à plusieurs cellules ganglionnaires

Les cellules horizontales :

Cellules aplaties, situées à la partie externe de la couche nucléaire interne. Elles envoient des dendrites et un axone long, (parfois 1 mm) dans la couche plexiforme interne.

Les dendrites ne s'articulent qu'avec des cônes au niveau des triades. L'axone peut entrer en contact synaptique soit avec un cône soit avec la sphérule d'un bâtonnet

Cellules d'association qui jouent un rôle dans l'intégration, la modulation et la diffusion des influx nerveux.

Les cellules amacrines :

Cellules d'association avec des prolongements dendritiques dirigés vers la couche plexiforme interne où ils entrent en contact synaptique avec les cellules bipolaires et ganglionnaires

Leur corps cellulaire à noyau dentelé est situé dans la partie interne de la couche nucléaire interne.

Les cellules ganglionnaires : c'est un neurone présentant des dendrites qui font synapse avec les axones des cellules bipolaires et amacrines : 2 types : les cellules ganglionnaires naines qui établissent un contact avec une seule cellule bipolaire naine et les cellules ganglionnaires polysynaptiques.

Cellules de Müller : Principales cellules gliales de la rétine, s'étendent de la limitante externe à la limitante interne. Leurs prolongements cytoplasmiques remplissent les espaces intercellulaires dans la rétine. Au niveau de la MLE ils forment une bande étroite qui se moule autour des PR et adhèrent par une jonction étroite entre eux. Représentent une armature et interviennent dans le transfert des métabolites aux neurones rétinien.

Les couches du neuro-épithélium :

La couche des photorécepteurs (PR) :

Située entre l'EPR et la membrane limitante externe, constituée des segments externes des PR

La membrane limitante externe :

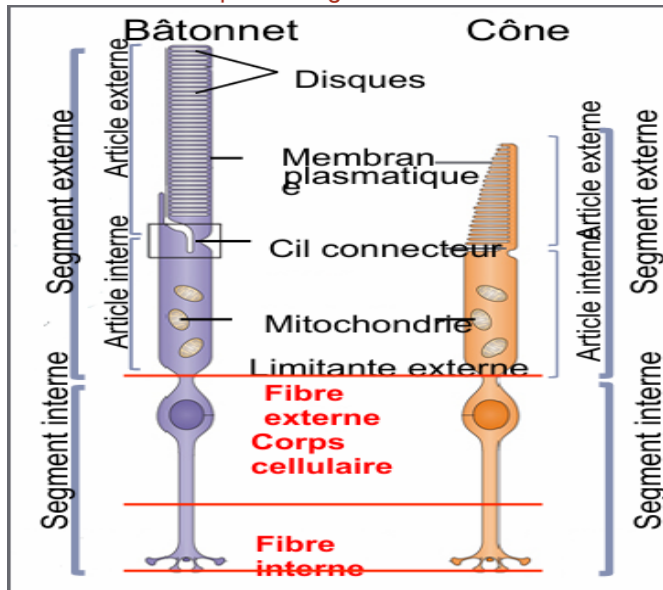
- Fine membrane séparant les articles externes et internes des PR.
- Pas une véritable membrane, c'est une zone d'adhérence entre les articles externes des photorécepteurs et les cellules de Müller

La couche nucléaire externe :

- 50µm d'épaisseur au niveau de la fovéa et 20 µm en périphérie
- Constituée des segments internes des PR et de quelques corps cellulaires des cellules de Müller

Segments internes des photorécepteurs : constitués de 3 parties :

- La fibre externe, courte portion du cytoplasme
- Le corps cellulaire, renferme un noyau arrondi de 5.5 µm de diamètre pour les bâtonnets et de 7 µm pour les cônes
- Fibre interne :
 - bâtonnets : axone qui se termine par une portion renflée (sphérule)
 - cônes : plus large avec extrémité massive (le pédoncule). Plus longue au niveau de la fovéola où elle se couche latéralement avec un pédoncule décalé : Fibre de Henle



La couche plexiforme externe :

Fine couche en moyenne périphérie (2 μ m), s'épaissit pour atteindre 50 μ m au niveau du clivus où elle forme **la couche de Henle**.

Contient essentiellement les synapses entre les PR et les bipolaires.

Contient aussi des prolongements cytoplasmiques des Müller et des cellules horizontales

Située à la jonction des 2 systèmes vasculaires rétiniens

Partie externe qui dépend du réseau choroïdien (choriocapillaire)

Partie interne du réseau capillaire rétinien

Peut-être schématiquement divisée en trois zones :

- La présynaptique : correspond aux fibres internes des photorécepteurs et à leur terminaison : sphérule et pédoncules
- La fente synaptique large de 100 à 150 Å
- La postsynaptique formée par les dendrites des bipolaires et horizontales

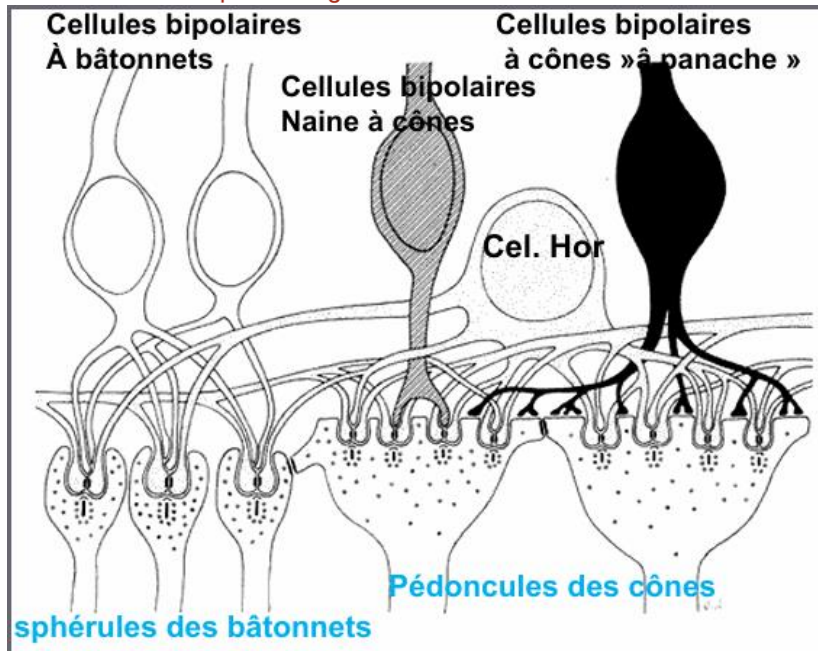
Les terminaisons synaptiques des photorécepteurs :

La sphérule du bâtonnet. Zone dilatée dont l'invagination centrale reçoit 2 à 7 dendrites issues des cellules bipolaires et horizontales. Chaque bâtonnet est connecté à plusieurs cellules bipolaires

Le pédoncule du cône, Plus large offrant une surface synaptique plus grande

Les contacts synaptiques sont soit superficiels (simple dépression) soit profonds par le biais d'une invagination réalisant une triade constituée par 2 dendrites latérales issues des cellules horizontales et d'une dendrite centrale provenant d'une cellule bipolaire naine.

Le pédoncule envoie latéralement des expansions qui entrent en contact avec pédoncules d'autres cônes et des sphérules de bâtonnets



La couche nucléaire interne :

Contient les corps cellulaires des cellules bipolaires, de cellules horizontales, des cellules amacrines et des cellules de Müller, étagés sur 4 à 10 couches. 30 à 40µm d'épaisseur qui diminue en périphérie. Absente au niveau de la fovéola.

La couche plexiforme interne :

Absente au niveau de la fovéola.

D'une épaisseur moyenne de 20-30 µm.

Zone de synapses entre les axones des cellules bipolaires et les dendrites ou les corps cellulaires des cellules ganglionnaires et amacrines.

La synapse en dyade connecte l'axone d'une bipolaire, la dendrite d'une amacrine riche en vésicules postsynaptiques et la dendrite d'une ganglionnaire pauvre en vésicules synaptiques.

La couche des cellules ganglionnaires :

Absente au niveau de la fovéola.

Épaisseur maximale au niveau du clivus (80µm avec 8 à 10 rangées de cellules) et diminue en rétine moyenne où une seule rangée est présente.

Leurs dendrites s'étendent latéralement et vers la couche plexiforme interne, font synapses avec les axones des bipolaires au niveau des dyades.

Leur axone très long va former la couche des fibres optiques.

Grosses cellules arrondies de 10 à 30 µm de diamètre.

Deux types de cellules ganglionnaires :

- Gangl. naines: établissent un contact monosynaptique avec 1 bipolaire naine au niveau d'une dyade
- Gangl. Polysynaptiques, plus nombreuses en périphérie, subdivisées en plusieurs types : unistratifiées, diffuses, géantes diffuses, diffuses stratifiées, et déplacées (ces dernières ont leur corps cellulaire dans la plexiforme interne).

La couche des fibres optiques :

Absente au niveau de la fovéola.

Formée par les axones des cellules ganglionnaires.

Son épaisseur augmente de la périphérie vers la papille où elle atteint 30 µm.

Contient dans son épaisseur les vaisseaux artériels et veineux, et les cellules gliales de la rétine (les astrocytes et les cellules microgliales)

Les fibres optiques :

Au nombre de 1,2 million, épaisses de 3 à 5 µm,

Non myélinisées, convergent vers la papille pour former la tête du NO.

Entourées par les expansions des Müller et par les cellules gliales, elles sont disposées en faisceaux :

- Celles issues de la rétine nasale gagnent directement la papille.
 - Celles issues de la moitié nasale de la fovéa forment le faisceau interpapillo- maculaire.
 - Celles issues de l'hémirétine temporale suivent un trajet arciforme
- Les astrocytes : différenciés en :
- Astrocytes allongés, sans rapport avec les vaisseaux
 - Astrocytes étoilés qui entourent les vaisseaux
 - Astrocytes intermédiaires
- Les cellules microgliales : Siègent autour des capillaires

La membrane limitante interne :

Élément le plus interne de la rétine.

Véritable membrane de 0.2 à 1µm, séparée des pieds des cellules de Müller, très jointifs, par un espace clair.

Au contact du vitré, elle répond à la base du vitré en avant et à l'hyaloïde postérieure en arrière :

- Base du vitré : zone d'adhérence majeure entre vitré, rétine et corps ciliaire.
- Les fibrilles vitréennes traversent la limitante interne de la rétine et certaines se fixent sur les cellules de Müller constituant ainsi une jonction rétinovitréenne solide.
- Hyaloïde postérieure : Les fibrilles vitréennes peuvent adhérer à la limitante interne, voire la traverser et venir au contact des cellules de Müller. Ainsi se constituent des adhérences vitréo-

rétiniennes, plus importantes au niveau de la base du vitré, autour de la papille, de la macula et au niveau de certains vaisseaux

Rapports :

Etendue de la papille à l'ora serrata

Forte adhérence à ces 2 zones

Par l'intermédiaire de son feuillet externe (EP), elle est solidaire de la choroïde.

Sur son versant interne, elle est en contact avec le vitré par l'intermédiaire de la membrane hyaloïde.

Au niveau de la base du vitré : rétine et vitré contractent des adhérences importantes.

Trois régions remarquables :

La région péripapillaire :

La papille est formée par la convergence des fibres optiques

Ovale à grand axe vertical, son centre est situé 4 mm en dedans et légèrement au-dessus (0,8 mm) de la fovéola

Au fond d'œil apparaît jaune clair tranchant avec le rose orangé de la rétine, avec des limites nettes.

Centrée par une excavation +/- importante, "physiologique" qui représente environ 3/10 du diamètre horizontal de la papille. L'artère centrale de la rétine émerge et le tronc de la veine centrale de la rétine se forme à son niveau.

La rétine n'atteint pas le plan du canal choroïdo-scléral qui limite la papille. Seul l'EPR vient à son contact et peut être visible autour. Dépourvue de PR, la zone papillaire et "aveugle" (tache aveugle de Mariotte sur le champ visuel).

La région maculaire :

Fovéa : Zone elliptique de 2 mm de large sur 1 mm de hauteur, centrée par la fovéola et bordée par le clivus.

Fovéola : Dépression centrale de la fovéa mesurant 200 à 300 μm , située à 2 diamètres papillaires en dehors du bord temporel de la papille. Zone de rétine mince (130 μm) due à l'absence des couches internes.

Les cellules de l'EPR en regard sont plus hautes et moins larges qu'en moyenne périphérie, et fortement pigmentées

Ne contient que de PR à cônes qui forment un bouquet de 2500 cônes centraux avec un segment externe allongé, mince, cylindrique qui leur donne un aspect de bâtonnets

La nucléaire externe contient les noyaux des cônes centraux disposés en trois ou quatre couches.

La plexiforme externe mince, formée par les expansions internes très longues des cônes, qui sont dirigées obliquement vers le clivus. Les pédoncules des cônes sont déjetés latéralement par rapport à leur noyau. La limitante interne est mince et sans adhérence de fibrilles vitréennes.

Cette zone ne contient pas de capillaires rétinien

Clivus : berge péri fovéolaire très épaisse (410 μm en nasal). Zone de rétine où on retrouve les **10 couches cellulaires** avec certaines particularités

Les PR sont essentiellement des cônes. Les premiers bâtonnets sont à 250 μm du centre de la fovéola. La plexiforme est constituée des fibres de Henle (expansions internes de cônes déjetées latéralement). Cette disposition donne à la couche de Henle sa grande épaisseur et son aspect radiaire.

La nucléaire interne est épaisse. La 1ère bipolaire est à 200 μm du centre.

La couche des ganglionnaire réapparaît: c'est au clivus que s'effectuent les synapses entre les pédoncules des cônes centraux et les bipolaires et entre les bipolaires et les cellules ganglionnaires.

L'influx lumineux perçu par un cône central est transmis par une cellule bipolaire et une cellule ganglionnaire situées au niveau du clivus.

Les capillaires rétinien réapparaissent à 300 μm du centre de la fovéola où ils forment l'arcade péri fovéolaire qui limite l'aire avasculaire centrale. Au pourtour de la fovéa, la région maculaire se poursuit par la parafovéa puis la périfovéa.

La limite externe de la zone maculaire correspond à la zone où la couche des cellules ganglionnaires se réduit à une seule rangée.

L'extrême périphérie rétinienne (L'ora serrata) :

Située à 6,5 mm (coté temporal) et à 5,7 mm (coté nasal) du limbe

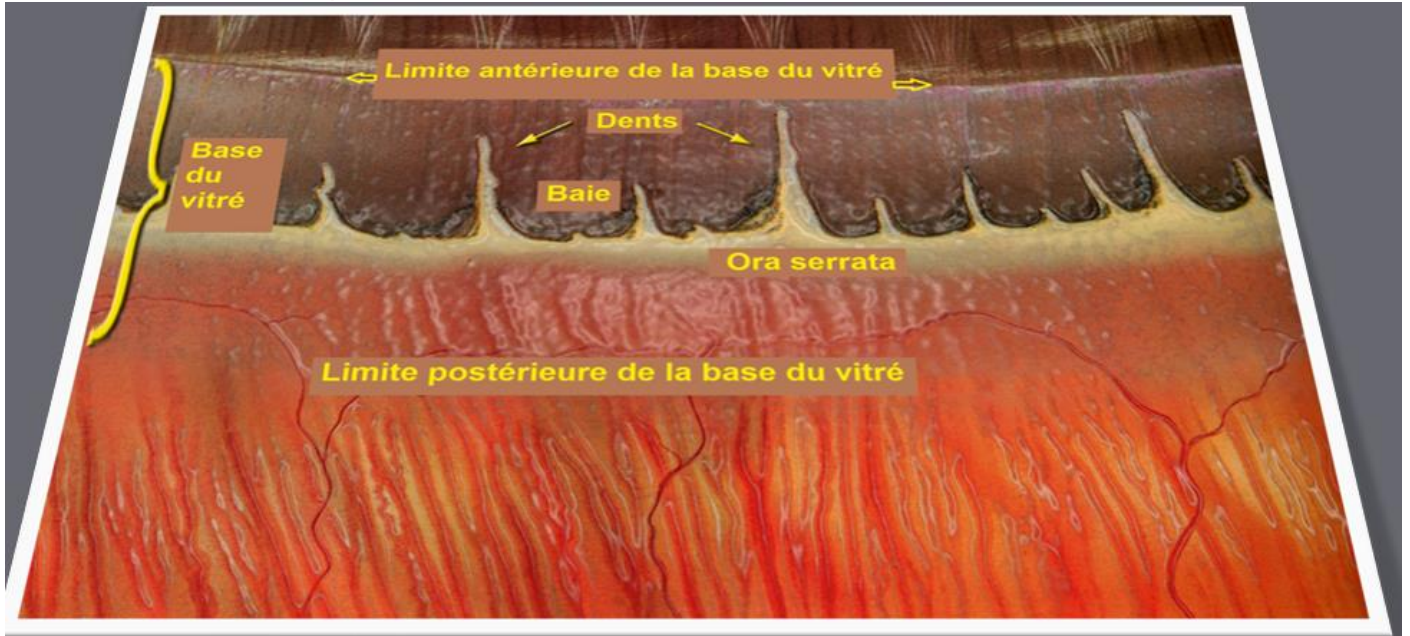
Sa couleur blanchâtre tranche sur la couleur brune de la pars plana du corps ciliaire.

Forme une ligne festonnée faite de dents et de baies concaves vers l'avant.

Se caractérise par une disparition progressive des différentes couches rétinien. Seuls persistent l'EPR (qui se prolonge en avant par l'épithélium pigmentaire de la pars plana du corps ciliaire), les cellules de Müller, abondantes et la limitante interne qui se poursuit par la membrane basale de l'épithélium ciliaire. Zone d'adhésion majeure entre vitré, rétine et corps ciliaire. Les fibrilles vitréennes traversent la limitante interne et certaines se fixent sur les cellules de Müller et constituent une jonction rétinovitréenne solide.

Les capillaires rétinien s'arrêtent avant l'ora serrata.

Elle est en rapport avec la base du vitré qui la déborde en avant et en arrière



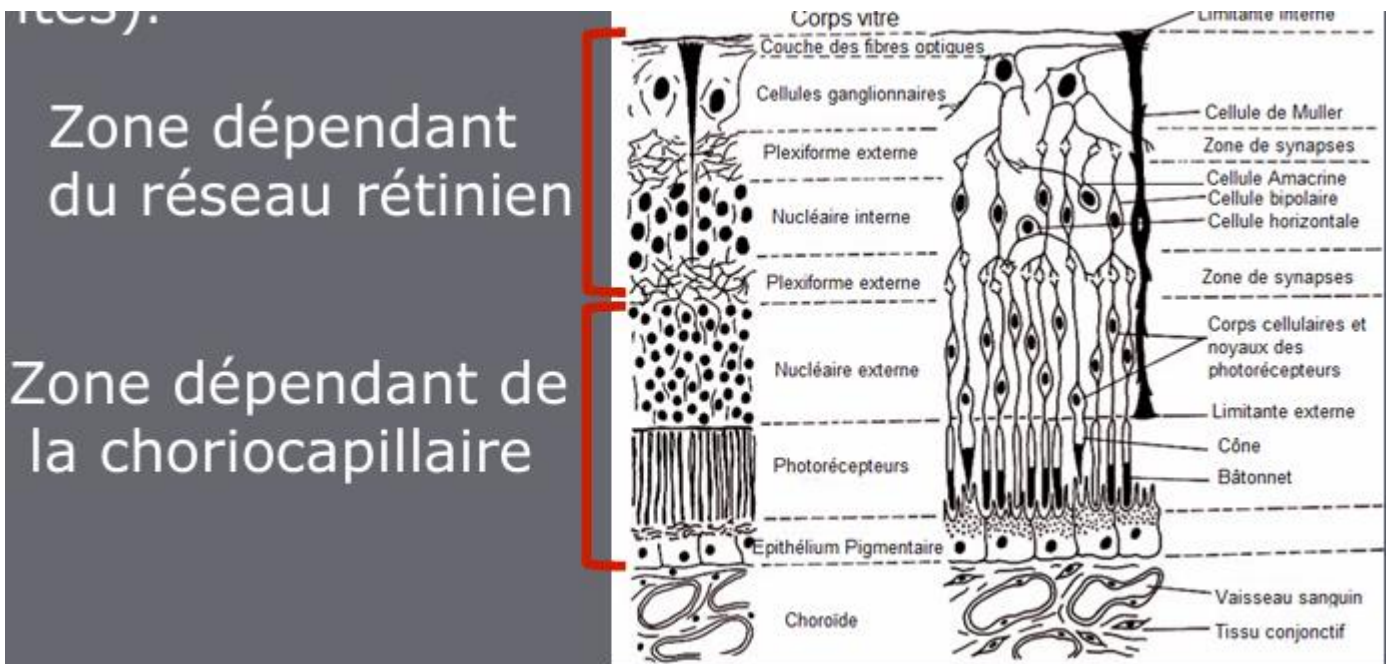
Vascularisation de la rétine :

La vascularisation artérielle : Assurée par un double système :

La choriocapillaire vascularise les couches externes notamment les PR. Rôle fondamental dans la vascularisation de la fovéola.

Les artères intra rétiniennes :

L'artère centrale de la rétine et ses branches assurent l'apport artériel aux couches internes de la rétine. A ce système peuvent s'ajouter des artères surnuméraires comme les cilio-rétiniennes (inconstantes).



Vascularisation des couches externes :

Dépend de la choriocapillaire et se fait par diffusion à travers la membrane de Bruch.

La choriocapillaire : couche unique de capillaires provenant des ramifications des artères ciliaires courtes postérieures et en avant des artères récurrentes du grand cercle artériel de l'iris.

Le diamètre des capillaires varie de 12 µm au niveau maculaire à 200 à l'ora serrata.

Ce sont les plus gros capillaires de l'organisme.

Capillaires limités par un endothélium unistratifié continu, présentant des pores de 500 à 800 Å du côté de la "Bruch". Il n'y a pas de péricyte. L'aspect fenêtré des capillaires facilite les transferts vers l'EPR et l'oppose aux capillaires rétinien sans pores.

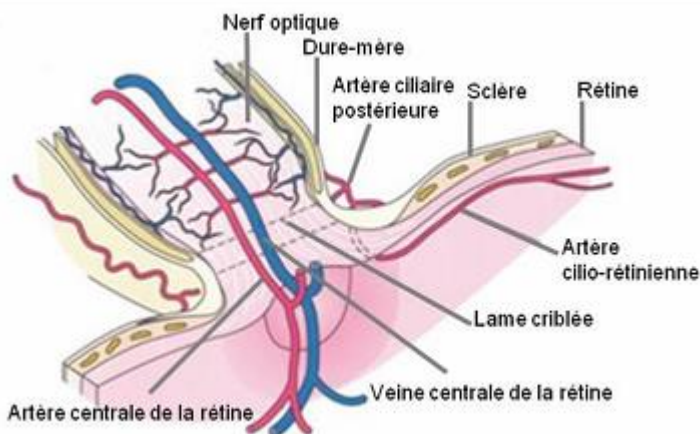
Vascularisation des couches internes : Dépend des **branches de l'artère centrale de la rétine** et **accessoirement des artères cilio-réiniennes**

L'artère centrale de la rétine (ACR) : Nait de l'artère ophtalmique, ou rarement de la ciliaire longue médiale, musculaires inférieure ou ciliaire longue latérale).

De 0,1 à 0,5 mm de diamètre, chemine sous le NO sur 3 à 20 mm et pénètre sa face inférieure en position médiane, 6 à 15 mm en arrière de la papille. Puis elle se dirige vers la papille où elle se divise en ses branches terminales.

Juste après son émergence en 2 branches supérieure et inférieure qui se divisent en 2 branches temporales supérieure et inférieure et en 2 branches nasales supérieure et inférieure.

Ces branches émettent le long de leur trajet des collatérales et se divisent en branches terminales pour aboutir à un réseau d'artéioles qui vont donner les capillaires rétinien



Les artères cilio-réiniennes (présentes chez 6 à 20% des sujets)

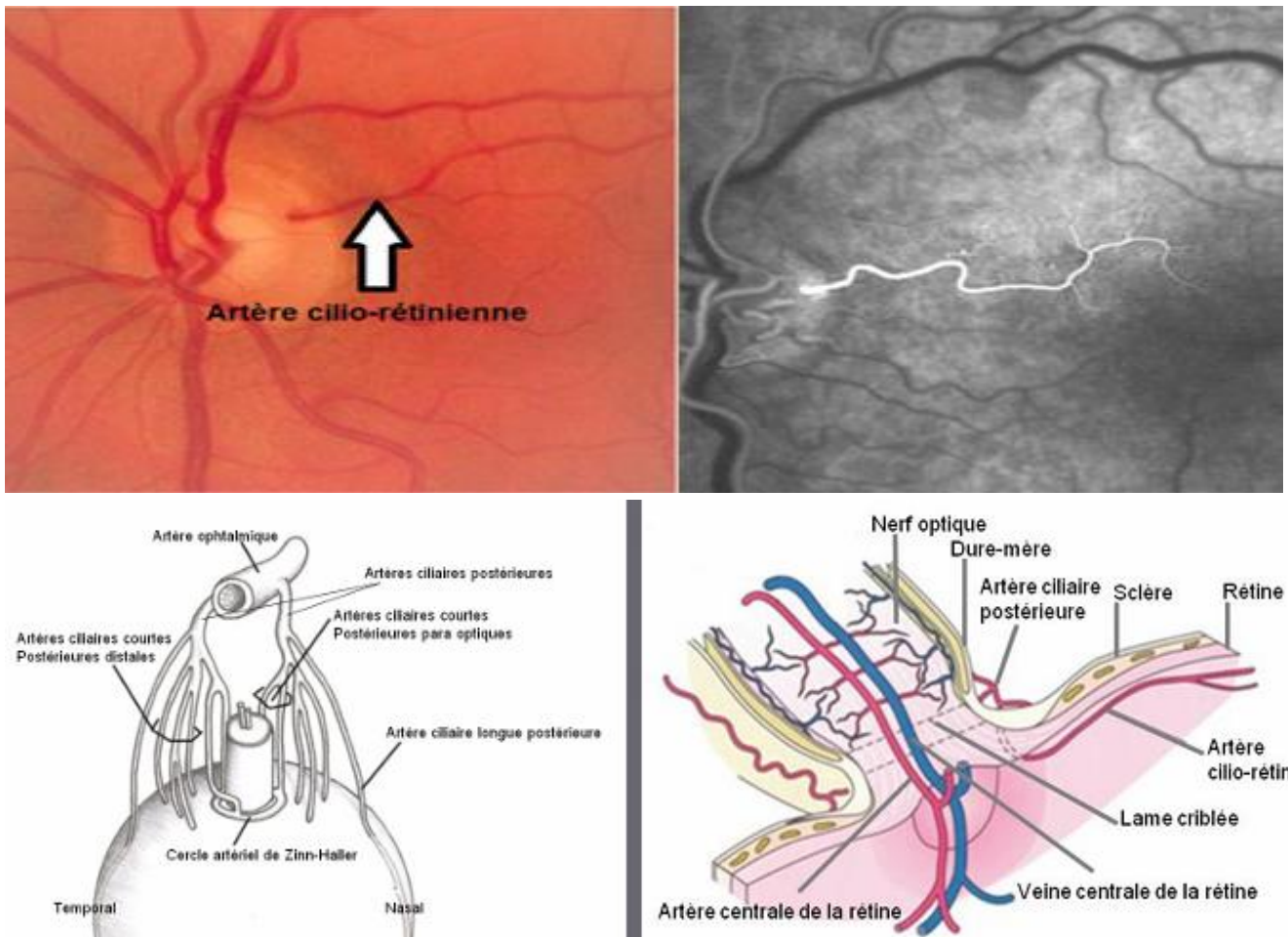
Emanent du cercle artériel de Zinn-Haller

Souvent du côté temporal de la papille

Reconnaissable en angiographie rétinienne où elle s'injectent dès le temps choroïdien

Vont vers le pôle postérieur et irriguent une partie +/- étendue de l'aire maculaire.

Des petites branches artérielles issues du réseau choroïdien vascularisent la rétine juxtapapillaire



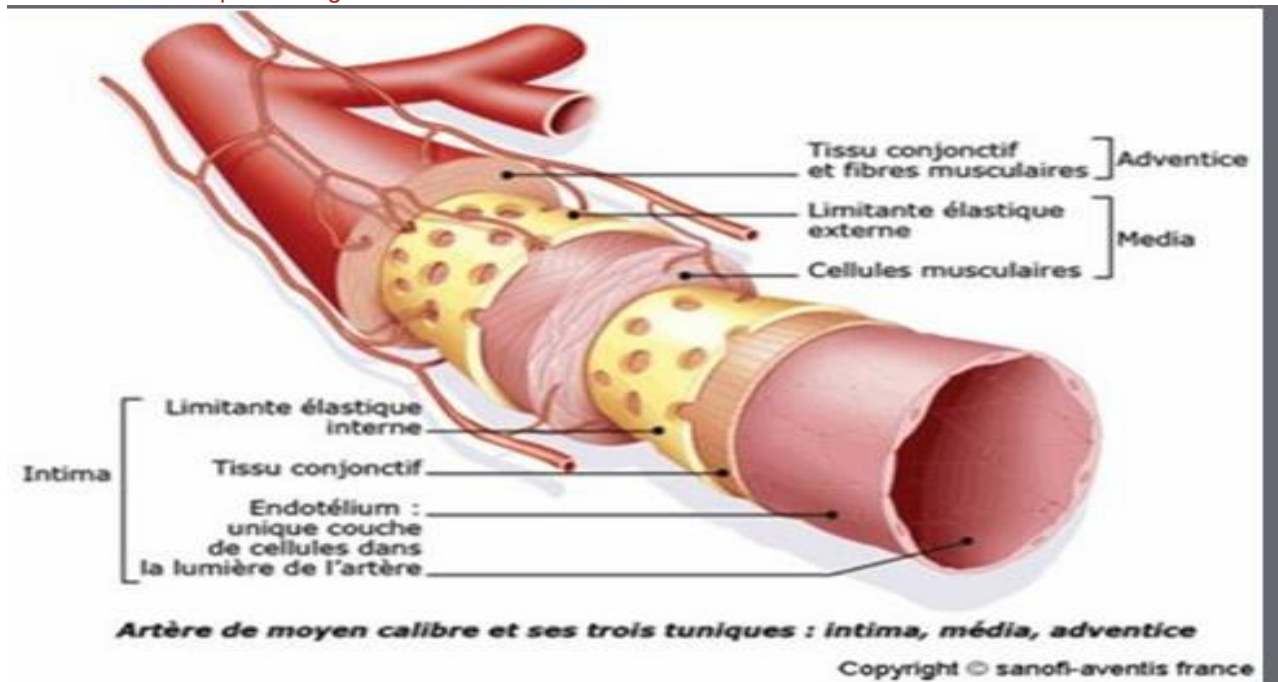
Histologie des artères et artérioles rétinienne

Artères de petit calibre (0,1 mm à la papille, 8 à 20 μ m en périphérie) Paroi formées de 3 couches :

Intima : endothélium reposant sur une membrane basale comportant des fibres élastiques

Média : couches de fibres musculaires lisses à disposition radiaire. Leur nombre diminue en fonction du calibre artériel de 7 au niveau de la papille à 2 en périphérie. Pas de limitante élastique externe

Adventice : Tissu conjonctif déparé des fibres nerveuses par une membrane basale



Les capillaires réiniens

Les artérioles réiniennes donnent des capillaires qui seront drainés par une veinule, l'ensemble forme une unité microcirculatoire.

Artères, artérioles et capillaires, situées dans les couches réiniennes internes : Artères et artérioles au niveau de la couche des fibres optiques

Le réseau capillaire, à deux niveaux :

Le réseau superficiel : plan unique au niveau de la couche des fibres optiques

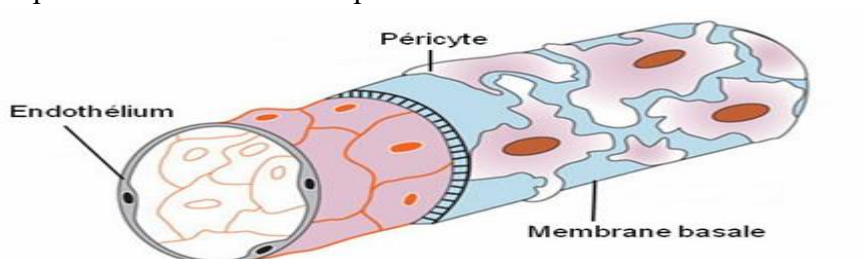
Le réseau profond (plus dense) : jonction des Couche nucléaire interne et plexiforme externe. Issu du réseau capillaire superficiel auquel il est relié par des capillaires verticaux .Capillaires non fenêtrés de 3 à 6 μm de diamètre

L'endothélium limite la lumière vasculaire, il est continu et forme la barrière hémato-rétinienne interne (sépare le milieu sanguin du tissu rétinien).

Les cellules endothéliales jointives, au moyen de zonulae occludentes, reposent sur une membrane basale épaisse et continue et ne présentent pas de pore.

Les péricytes : cellules de type musculaire lisse enchâssées dans la membrane basale qui se dédouble à leur endroit.

Les capillaires réiniens sont dépourvus de fibres nerveuses.



Les capillaires réiniens : **Trois zones particulières.**

Autour de la papille : Le réseau superficiel subdivisé en 3 systèmes, un système radiaire formé par les capillaires les plus superficiels, un plexus superficiel dédoublé dont le réseau profond est dans la couche nucléaire interne.

Vascularisation complexe formée par quatre couches de capillaires reliées entre elles par des ponts vasculaires.

La région maculaire : Vascularisée par les 2 artères temporales supérieure et inférieure, et par le réseau choroïdien. **Les artères et les capillaires issus des temporales se dirigent vers la fovéa et s'unissent en une arcade péri-fovéolaire qui délimite une zone fovéolaire avasculaire de 500 à 600µm.**

La fovéola est dépourvue de capillaires rétiniens et dépend directement du réseau choroïdien sous-jacent. Exceptionnellement, l'artère centrale de la rétine fournit une branche maculaire, horizontale qui se divise en deux branches circonscrivant la fovéa.

La périphérie rétinienne : Le réseau vasculaire devient plus lâche, les artères diminuent rapidement de calibre et leurs dernières branches forment des arcades anastomotiques laissant une zone avasculaire de largeur variable à l'ora serrata.

La vascularisation veineuse :

Les veines paraissent plus sombres et plus tortueuses que les artères

Les veinules rétiniennes : De 2 à 20 µm de calibre, se réunissent progressivement de l'ora vers la papille pour fournir des veines de plus en plus importantes qui vont se drainer dans les veines temporales supérieure et inférieure, et les veines nasales supérieure et inférieure. Ces troncs forment la veine centrale de la rétine (VCR)

Structure Histologique semblable à celle des artères (avec une intima formée de cellules endothéliales, un média, moins épaisse, musculaire et fibroblastique, et une adventice fine).

La VCR se forme au niveau de la papille ou, comme l'artère centrale de la rétine en arrière et 2, 3, ou 4 troncs veineux semblent entrer dans la papille.

Dans le NO, elle suit le trajet de l'artère sur son flanc temporal et sort du nerf à l'endroit d'entrée de l'artère ou en arrière pour gagner isolément le sinus caverneux en ou se jetant dans la veine ophtalmique supérieure ou moyenne.

Possibilité rare d'existence de veines cilio-rétiniennes qui rejoignent le réseau choroïdien.

Débit sanguin rétinien

50 à 100 microlitres par min et par œil

Débit ACR : 5% du débit sanguin oculaire, moins de 10% du flux choroïdien

Vélocité 30 à 40 mm/s

Flux pulsatile avec des variations systolodiastoliques

Pression dans veines rétiniennes : plusieurs facteurs (PIO, Pression artérielle, Tonus veineux, Pression veineuse orbitaire)

Pression intraluminal des veines : légèrement supérieure à la PIO

Flux veineux : modulation systolodiastolique moins importante que pour les artères

Deux éléments : onde de pression systolique transmise par les artérioles à travers les capillaires et PIO

Cycle cardiaque :

Onde de pression : artérioles → capillaires → veinules

Parallèlement : remplissage des capillaires choroïdiens → augmentation PIO → augmentation du flux veineux alors que le flux artériel diminue à mesure qu'approche la diastole

En fin de systole : flux max au niveau des veines principales et min dans veinules postcapillaires (décalage de phase)

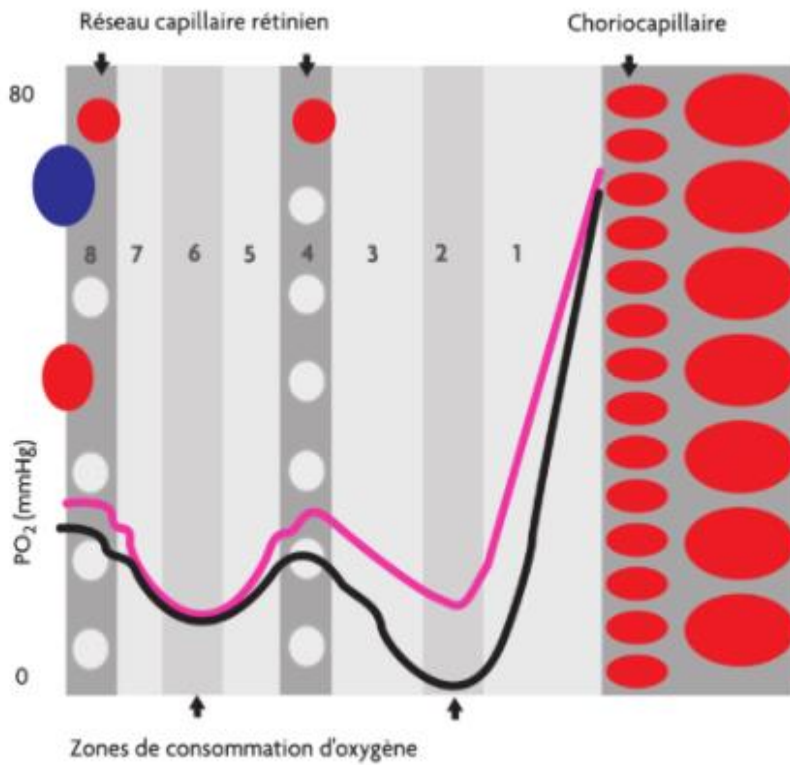
Circulation rétinienne et oxygène

Apport en Oxygène : réseau vasculaire rétinien/ réseau vasculaire choroïdien

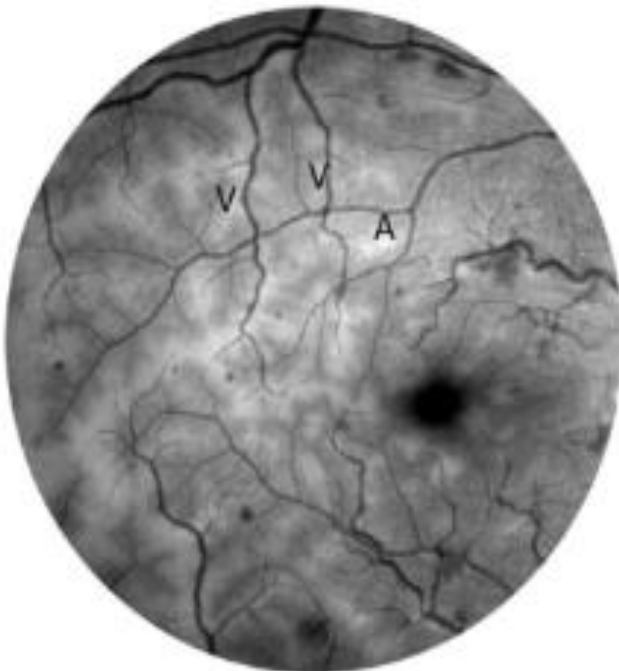
ACR : rétine interne (jusqu'à la plexiforme externe) : 125µm = capacité de diffusion de l'oxygène

Min de concentration : segments internes des photorécepteurs (grande consommation par les articles externes)

Obscurité : ++ demande métabolique



Notion de cylindre de Krogh : volumes de diffusion de l'oxygène à partir des artéριοles précapillaires et des capillaires
 ≈ diffusion isotrope → gradients de concentration circulaires autour des vaisseaux → espaces entre ces cylindres = les plus sensibles à la diminution de l'oxymétrie
 OVCR : blanc péri veineux (plexiforme externe)



Effet du vitré dans l'oxygénation rétinienne : reste débattu

Effet bénéfique de la vitrectomie sur l'œdème maculaire diabétique : meilleure diffusion de l'oxygène de la cavité vitréenne vers la rétine (transitoire)

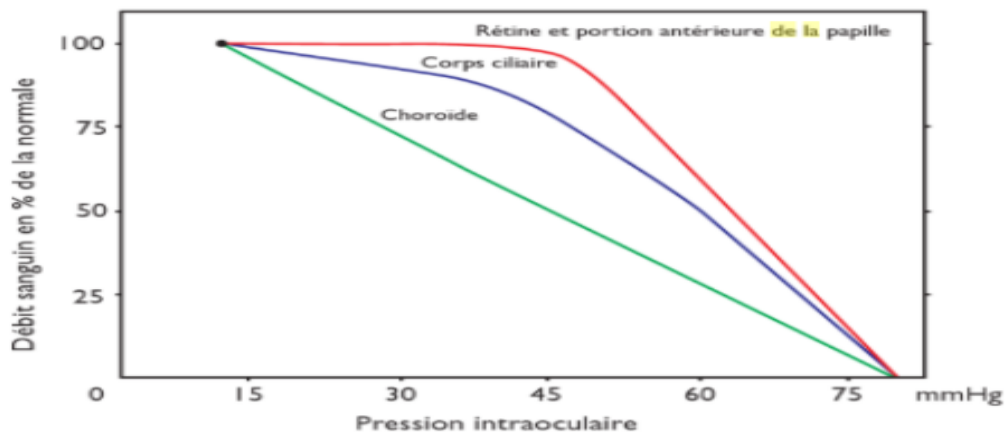
Autorégulation

Absence d'innervation

Variations de pression artérielle, PIO et des besoins métaboliques

Autorégulation en fonction de l'oxymétrie et des besoins métaboliques

Stimuli (stimulation lumineuse intermittente à 15 Hz, hypoxie, CO₂, augmentation PIO) → augmentent les calibres artériels (effet opposé par les stimuli opposés)



Mécanismes de l'autorégulation : multiples

Relargage d'endothélium par les cellules endothéliales : rôle dans la réponse vasoconstrictrice à l'oxygène

NO : vasodilatateur

Diabétique : capacité réduite d'autorégulation même à un stade précoce → grande sensibilité à l'augmentation de la PA

RP : disparition des photorécepteurs → augmentation de l'oxygène dans la rétine interne → vasoconstriction artériolaire

Vasoconstriction : absente si choroïde atrophique (diminution apport de l'oxygène à la rétine)

Effet du laser maculaire : vasoconstriction induite par une meilleure diffusion de l'oxygène

Veines : aussi capacité de modulation (fibres musculaires lisses dans leur paroi)

Dilatation en cas d'hypoxie chronique (sténose carotidienne : pression veineuse est basse) → il existe un certain degré de tonus à l'état basal

Tabagisme (augmentation CO) et diabète : augmentation du diamètre veineux → diamètre veineux est prédictif de la morbidité cardiovasculaire

Conclusion

Tissu neurosensoriel, fine membrane tapissant la surface interne du GO, réagit aux rayons lumineux grâce à des cellules hautement spécialisées : **les photorécepteurs.**

Topographie: On distingue rétine centrale et rétine périphérique.

Histologie: faite de 10 couches.

Vascularisation artérielle: apport par un double système.

Réseau capillaire réparti en 3 plexus.

Vascularisation veineuse calquée sur la vascularisation artérielle.

Dépourvue de vaisseaux lymphatique.