

Les organes des sens

**Collège universitaire et hospitalier des histologistes, embryologistes,
cytologistes et cytogénéticiens (CHEC)**

Dr. Chantal KOHLER

Date de création du document 2010-2011

Table des matières

I	Organe olfactif.....	4
I.1	Structure histologique.....	4
I.2	Fonction.....	5
II	Bourgeons du goût.....	6
II.1	Structure histologique	6
II.2	Fonction.....	7
III	Oreille.....	7
III.1	Organe stato-récepteur.....	8
III.1.1	Structure histologique.....	8
III.1.2	Cytophysiologie.....	10
III.2	Organe phonorécepteur : organe de Corti.....	10
III.2.1	Structure histologique.....	10
III.2.2	Histophysiologie.....	14
IV	Organe photo-récepteur ou oeil.....	15
IV.1	Structure histologique des tuniques.....	15
IV.2	Structure histologique des cellules de la rétine.....	18
IV.3	Histophysiologie.....	21

Les **organes sensoriels** reçoivent des informations de l'environnement

- Recueil par des **récepteurs de la sensibilité**
 - Structures nerveuses : neurones ou fibres nerveuses réceptrices
 - Cellules sensorielles
 - Cellules de soutien
- **Stimuli**
 - Lumière
 - Son
 - Saveur ou goût
 - Odeur
- **Sur le plan morphologique**
 - Récepteurs **disséminés** : corpuscules tactiles
 - Récepteurs **annexés à un appareil** : bourgeons du goût, muqueuse olfactive
 - Organes sensoriels **individualisés** : œil, oreille
- **Autre classification**
 - **Organe primaire** : le neurone sensoriel est récepteur, placé au niveau d'un épithélium : **épithélium olfactif**
 - **Organe secondaire bourgeons du goût**
 - corps cellulaires des neurones sensoriels dans un ganglion cérébro-spinal,
 - prolongements dendritiques arrivent au niveau de l'épithélium et fait synapse avec une cellule sensorielle
 - **Organe tertiaire** : la structure nerveuse est en continuité avec une structure encéphalique : **rétine**

I ORGANE OLFACTIF

Sensible à des molécules dispersées dans l'air

Situé dans la partie supérieure des fosses nasales (cornet supérieur) -> tache olfactive

Formé par épithélium sensoriel reposant sur un chorion

I.1 STRUCTURE HISTOLOGIQUE

Epithélium : Aspect pseudostratifié comprenant trois types de cellules :

- **Les cellules olfactives** : cellules nerveuses bipolaires
 - **Corps cellulaires** renflé situé dans la partie profonde de l'épithélium
 - **Prolongement périphérique externe** , dendritique, riche en neurotubules et en mitochondries, épais, se termine par vésicule au niveau de la surface de l'épithélium
 - Vésicule olfactive : 5 à 20 cils vibratiles très longs (200 micromètres) avec structure en doublets de microtubules ayant des battements non coordonnés
 - **Prolongement interne** , axonique, gagne le chorion où il fait synapse dans les bulbes olfactifs, plus fin, riche en neurotubules et neurofilaments
 - Forment les fibres amyéliniques du nerf olfactif

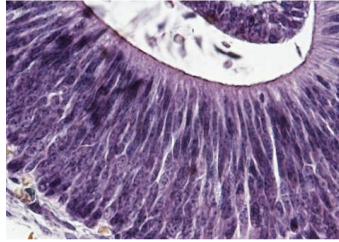
Organe olfactif



- **Les cellules de soutien**
 - cellules hautes ayant un noyau situé au pôle apical
 - microvillosités au pôle apical
 - surface latérale déformée par présence des cellules sensorielles
 - REG abondant, microfilaments

- Grains de sécrétion au pôle apical contenant le pigment olfactif riche en rétinol et en β carotène

Les cellules de soutien



- **Les cellules basales** : arrondies, au contact de la lame basale. Deux types :
 - Celles qui peuvent régénérer les cellules de soutien
 - Celles qui assurent le renouvellement des cellules olfactives

Chorion : contient

- réseau capillaire dense -> thermorégulation
- fibres nerveuses abondantes
 - axones des cellules olfactives
 - fibres efférentes
- glandes tubulo-alvéolaires : glandes de Bowmann
 - produit de sécrétion -> surface par canaux excréteurs qui traversent l'épithélium

I.2 FONCTION

Molécules odorantes sont dissoutes dans le produit de sécrétion des glandes puis captées par des récepteurs situés sur les cils vibratiles.

Nombre très important d'odeurs différentes

Récepteurs spécifiques

II BOURGEONS DU GOÛT

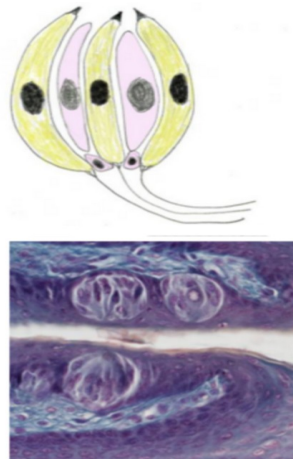
Récepteurs du goût situés dans cavité buccale

Constituent des petites formations spécialisées : bourgeons du goût qui se trouvent dans l'épithélium lingual, au niveau des papilles caliciformes.

II.1 STRUCTURE HISTOLOGIQUE

- **forme ovoïde** dont la base repose sur une lame basale et le pôle supérieur forme une dépression superficielle : la fossette gustative ou pore gustatif
- composé de **cellules de soutien** , les plus nombreuses
 - volumineuses
 - cytoplasme clair
 - noyau vésiculeux
 - sont soit recouvrantes, soit intercalées
- **cellules gustatives**
 - fusiformes
 - cytoplasme très coloré
 - noyau compact
 - surmontée d'un prolongement apical : le bâtonnet ou cil gustatif
- cellules basales, polyédriques riches en REG et ribosomes et en microtubules
- renouvellement très rapide des cellules à partir des cellules basales

Bourgeons du goût



II.2 FONCTION

Sensibilité à quatre stimulations différentes :

- **sucré** , met en jeu des récepteurs adénylcyclasiques spécifiques des glucides
- **salé** , perception liée à la création d'un flux d'ions Na^+ dans des canaux situés au pôle apical des cellules
- **acide** , liée à l'ion H^+ qui bloquent les canaux K^+
- **amer** , met en jeu des récepteurs à phosphatidylinositolcholine

Toutes les cellules ont des récepteurs pour les quatre saveurs avec une prédominance pour l'une d'entre elles.

Les cellules spécialisées se regroupent dans des zones distinctes :

- sucré à la pointe de la langue
- acide sur les bords
- amer dans la partie postérieure
- salé sur toute la surface

III OREILLE

Trois parties :

L'oreille externe : conduit auditif externe dont l'orifice externe est entouré par le pavillon de l'oreille

L'oreille moyenne : limité à l'extérieur par le tympan, contient trois petits os : le marteau fixé sur le tympan, l'enclume et l'étrier appuyé sur la membrane de la fenêtre ovale. Sert d'amplificateur au son qui est transmis à l'oreille interne.

L'oreille interne : organe phonorécepteur et stato et rotatorécepteur

Ensemble de cavités : labyrinthe membraneux

Autour : labyrinthe osseux creusé dans la rocher

L'oreille interne

Organisation générale

Labyrinthe membraneux : espaces endolymphatiques avec formations sensorielles

Portion centrale : **vestibule** avec utricule et saccule.

Sur **utricule** : trois formations dorsales : les **canaux semi-circulaires** disposés dans les trois plans de l'espace -> **récepteurs de l'équilibration**

Sur **sacculé**, une formation ventrale : la **cochlée** ou limaçon décrivant 2 tours et demi de spire -> **récepteurs de l'audition (organe de corti)**

Labyrinthe osseux :

Entoure le labyrinthe membraneux

En est séparé par un espace rempli de périlymphe

Oreille interne



III.1 ORGANE STATO-RÉCEPTEUR

Macules de l'utricule et du sacculé

Extrémités ampullaires des canaux semi-circulaires (**crêtes acoustiques**)

Organe stato-récepteur



III.1.1 Structure histologique

Macules : Saillies de l'épithélium utriculaire ou sacculaire. Comporte des cellules sensorielles et des cellules de soutien : épithélium sensoriel recouvert de la membrane otolithique

- **Cellules sensorielles** : deux types I et II
 - **Cellules de type I** : piriformes à base élargie possèdent une différenciation apicale : cuticule surmontée d'un **cil vibratile** latérale et des stéréocils dont la hauteur diminue à partir du cil

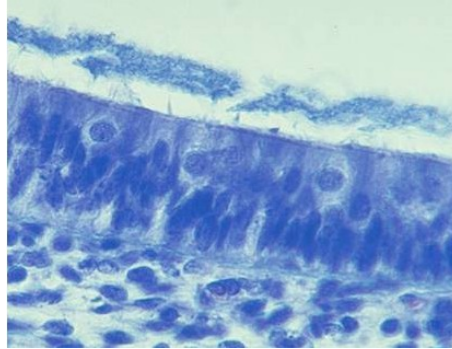
Cuticule : réseau de microfilaments d'actine stabilisé par molécules de fondrine

Stéréocils : actine en continuité avec réseau cuticulaire

Barette synaptique dans cytoplasme

Cellules entourée par **terminaison nerveuse** afférente disposée en calice où viennent se terminer des fibres efférentes.

Cellules de type I



Cellules de type II : cylindriques, avec même différenciation apicale que type I

Partie profonde en contact avec fibres afférentes et fibres efférentes contenant des vésicules synaptiques

- **Cellules de soutien** : cellules polyédriques

Pôle apical : quelques microvillosités avec cuticule composée d'un réseau plus épais que celui des cellules sensorielles

Noyau basal

Grains de sécrétion (métabolisme des otolithes)

- **Membrane otolithique** : au dessus de l'épithélium

Substance fondamentale

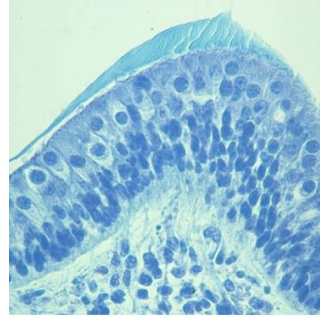
Réseau fibrillaire

Otolithes : formations cylindriques riches en carbonate de calcium ; sont plus petits dans partie centrale de la membrane (striola)

Crêtes acoustiques des canaux semi-circulaires

- même organisation que dans les macules
- surmontées d'une formation située dans la lumière : **cupule**
 - masse gélatineuse riche en glycosaminoglycannes
 - réseau fibrillaire
 - canalicules dans lesquels s'engagent les stéréocils des cellules sensorielles

Crêtes acoustiques des canaux semi-circulaires



III.1.2 Cytophysiologie

- Déplacements de la tête -> phénomènes d'accélération
 - -> cisaillement des stéréocils qui se déplacent vers le cil vibratile
 - -> ouverture de canaux ioniques -> signal électrique -> libération du transmetteur synaptique
 - accélérations linéaires -> mise en jeu des cellules maculaires
 - accélérations dans un plan horizontal -> stimulation de la macule utriculaire
 - accélérations dans un plan vertical -> stimulation de la macule sacculaire
 - accélérations angulaires, selon les axes de roulis, de tangage et de lacet -> stimulation des crêtes acoustiques des canaux semi-circulaires
- distribution des cellules sensorielles inhomogène dans les crêtes
 - cellules I, aux stéréocils plus longs à la base des crêtes
 - cellules II au sommet
 - stimuli arrivent sur cellules I qui transmettent aux cellules II qui élaborent le message nerveux

III.2 ORGANE PHONORÉCEPTEUR : ORGANE DE CORTI

Situé dans le limaçon membraneux, lui-même disposé dans le limaçon osseux.

III.2.1 Structure histologique

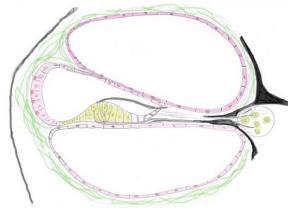
Limaçon osseux

- Axe osseux central : **columelle**, conique, creusée d'un canal : **canal spiral** (ganglion spiral)
- Tube décrivant autour de la columelle deux tours et demi de spire : **tube limacéen** bordé par la **lame des contours**

- Tube limacéen est divisé partiellement en deux par une lame spirale, horizontale, fixée sur la paroi axiale de la columelle :
 - Rampe vestibulaire en avant (haut sur le schéma)
 - Rampe tympanique en arrière (bas sur le schéma)

Contiennent la périlymphe

Limaçon osseux



Limaçon membraneux ou canal cochléaire

- Logé dans la partie externe du limaçon osseux
- Complète la cloison ébauchée par la lame spirale
- Contient l'endolymphe
- En coupe transversale, il apparaît triangulaire avec trois parois :
 - **Paroi externe**
 - revêtue d'un épaissement périostique : **ligament spiral**
 - soulevée par le **bourrelet** du ligament spiral
 - en avant insertion de la **membrane de Reissner** (haut sur le schéma)
 - en arrière insertion de la **membrane basilaire** (bas sur le schéma)
 - tapissée par un **épithélium à cellules aplaties** sauf entre bourrelet spiral et insertion membrane de Reissner :
 - **strie vasculaire** : 2 à 3 couches de cellules cylindriques entre lesquelles se trouvent de nombreux capillaires. Importants phénomènes de transport ionique -> sécrétion d'endolymphe Paroi antérieure (en haut sur le schéma)
 - **Paroi antérieure** (en haut sur le schéma)
 - **Membrane de Reissner ou membrane vestibulaire** : constituée de deux couches de cellules aplaties séparées par une membrane basale :

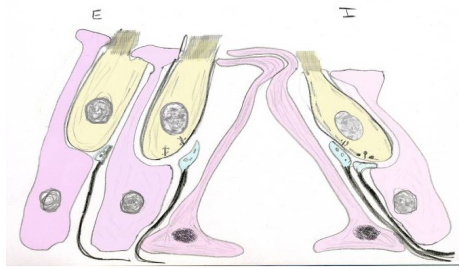
- l'une des couches se poursuit par les cellules bordant la rampe vestibulaire, l'autre par les cellules bordant le canal cochléaire.
- cohésion cellulaire assurée par des jonctions serrées -> conserve une différence de concentration électrolytique entre l'endolymphe et la périlymphe
- **Paroi postérieure**
 - Membrane basilaire sur laquelle repose l'organe de Corti : différenciation sensorielle de l'organe phonorécepteur
 - Est plus épaisse que la membrane de Reissner
 - Fibres de collagène ancrées sur membrane basale des cellules
 - Face postérieure : cellules bordant la rampe tympanique
 - Face antérieure : cellules spécialisées bordant le canal cochléaire

Organe de Corti :

Contient des cellules sensorielles : les **cellules auditives** et des **cellules de soutien** disposées de part et d'autre d'un espace : **tunnel de Corti**

- **Tunnel de Corti** : espace triangulaire délimité par des cellules très différenciées : les **piliers internes et externes** (sur toute la longueur du canal cochléaire : environ 6000 piliers internes et 4500 piliers externes).
 - Le pôle basal des piliers est étalé, contient le noyau et forme la paroi inférieure du tunnel
 - Cytosquelette bien développé avec faisceaux de microtubules et de filaments d'actine
 - **Piliers internes** : corps cellulaire mince ; tête renflée dont la face externe est déprimée en cupule où vient se loger la tête du pilier externe ; présence d'un prolongement (apophyse) dirigé vers l'extérieur
 - **Piliers externes** : corps cellulaires cylindriques : tête s'appuie sur pilier interne et possède un prolongement (apophyse) situé sous celui du pilier interne

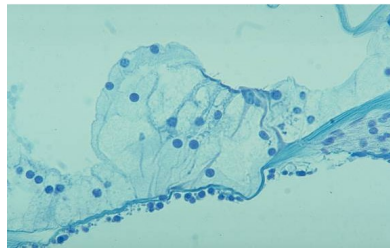
Organe de Corti



- **Cellules auditives internes** : distribuées en une seule assise le long du versant interne du tunnel de Corti ; environ 3500 cellules piriformes à stéréocils inclinées parallèlement aux piliers
 - **Pôle apical** hérissé de stéréocils disposés sur plusieurs rangées en fer à cheval ; stéréocils plus hauts dans couches externes
 - **Cil vibratile vestigial (corpuscule basal)**
 - **Microfilaments** relient les faces latérales des stéréocils
 - **Réticulum endoplasmique lisse** doublant la membrane plasmique latérale
 - Au contact du pôle basal, **fibres nerveuses** afférentes (les plus nombreuses) et efférentes. En regard de ces fibres, nombreuses vésicules synaptiques
- **Cellules auditives externes**
 - REL et inclusions lipidiques dans région supranucléaire
 - Microfilaments tapissent face interne de la membrane et sont associés à des protéines transmembranaires (grande rigidité de la cellule)
- **Cellules de soutien** : les cellules auditives sont entourées et soutenues par les **cellules de Deiters** (phalangées internes et externes) et par les **cellules bordantes** internes et externes.
 - **Cellules de Deiters** : prismatiques, hautes,
 - larges au niveau de leur base,
 - possèdent un réseau de **microtubules** important,
 - Ont un **corps cellulaire** situé en dessous des cellules auditives
 - Possèdent un **prolongement cytoplasmique** étroit longeant la cellule auditive (entre les deux : **espace de Nuel**)
 - Se terminent par une extrémité apicale élargie qui occupe l'espace entre les cellules auditives

- **Cellules de Hensen** (cellules bordantes externes)
 - Font suite sur le versant externe aux cellules de Deiters
 - Grandes cellules organisées en **épithélium stratifié** dont les cellules les plus superficielles sont riches en microvillosités
 - Leur hauteur diminue progressivement -> deviennent les **cellules de Claudius** externes puis les **cellules de Bottcher**, à caractère sécrétoire.
- Sur le versant interne, les cellules de Deiters sont bordées en dedans par les cellules de Claudius internes
- **Membrane réticulée** : formée par les extrémités apicales des piliers du tunnel de Corti et des cellules de Deiters attachées les unes aux autres
 - **Membrane de Corti (membrana tectoria)** : s'étend du bourrelet spiral jusqu'à la rangée la plus externe des cellules auditives
 - Matrice de protéoglycannes contenant des filaments intermédiaires dans laquelle viennent se fixer les stéréocils des cellules auditives externes

Membrane de Corti



III.2.2 Histophysiologie

Perception des sons due aux **vibrations**

- -> Mise en **mouvement du tympan et des osselets**
- -> **Amplification** du son qui arrive sur la fenêtre ovale
 - -> fortes variations de pression dans rampe basilaire
 - -> faibles variations dans rampe tympanique
 - -> **déplacement** de la membrane basilaire et de l'organe de Corti
 - **mouvement des cellules auditives externes** et phénomène de cisaillement des stéréocils situés dans la membrana tectoria
 - neuromédiateurs libérés
 - ouverture des canaux ioniques

- -> excitation électrique des cellules auditives externes
 - -> excitation mécanique grâce aux microfilaments
 - modulation des déplacements de l'endolymphe

IV ORGANE PHOTO-RÉCEPTEUR OU OEIL

Constitué par la **rétine** : élément spécifique entouré de structures qui forment l'**œil** et de **structures annexes** : muscles oculaires, paupières, glandes lacrymales.

Organisation générale

- **Globe oculaire** : 2.5 cm de diamètre composé de
 - tuniques (ou membranes) concentriques en périphérie
 - d'une région centrale comportant
 - l'**humeur aqueuse** dans la partie antérieure et
 - le **corps vitré** dans la partie postérieure

IV.1 STRUCTURE HISTOLOGIQUE DES TUNIQUES

tunique fibreuse :

- la plus externe, elle entoure complètement le globe oculaire
- formée de la **sclérotique** en arrière (4/5) et de la **cornée** en avant (1/5)
 - **sclérotique** : tissu fibreux dense qui forme une capsule au globe oculaire : zone d'insertion des muscles oculo-moteurs
 - **cornée** : rayon de courbure plus faible que sclérotique ; est transparente. Est composée :
 - d'un épithélium antérieur pavimenteux stratifié
 - de la membrane de Bowman : assise acellulaire et fibres de collagène
 - du stroma cornéen (tissu propre de la cornée) : lames parallèles de collagène formé de deux plans de fibres perpendiculaire l'un à l'autre
 - membrane de Descemet : lame basale épaisse
 - épithélium postérieur ou endothélium : une couche de cellules aplaties

tunique vasculaire : constituée par la **choroïde** et l'**iris**

- s'épaissit dans sa partie antérieure et forme les **corps ciliaires**
- iris forme un diaphragme contractile
 - **choroïde** : tissu très vascularisé formé de plusieurs assises de tissu conjonctif riche en mélanocytes et contenant des vaisseaux de différents diamètres. Plusieurs couches de dehors en dedans
 - **lamina fusca** : fines travées conjonctives, mélanocytes et macrophages
 - **couches des vaisseaux** : dans un tissu conjonctif riche en mélanocytes et contenant quelques cellules musculaires lisses
 - **couche choriocapillaire** : capillaires fenêtrés
 - **membrane de Bruch** : sépare la choroïde de l'épithélium pigmentaire
 - **corps ciliaire** : épaississement triangulaire de la partie antérieure de la choroïde comprend de dehors en dedans :
 - lamina fusca
 - stroma conjonctif au sein duquel se trouve le **muscle ciliaire** dont la majorité des fibres sont longitudinale (-> accommodation)
 - épithélium composé de deux couches de cellules : une **assise externe** de cellules cubiques pigmentaires et une **assise interne** de cellules prismatiques
 - **iris** : prolongement du corps ciliaire qui comprend
 - un **épithélium antérieur**, discontinue, formé de **cellules polygonales aplaties** (=cellules conjonctives en position épithéliales)
 - un **stroma** avec une **couche antérieure** riche en cellules étoilées, une **couche postérieure** vascularisée contenant le **muscle dilatateur** de l'iris et dans la partie centrale, le **muscle constricteur**
 - une **épithélium postérieur** avec une couche de **cellules antérieure** dont le corps cellulaire est cubique avec, vers l'avant, des prolongements aplaties et une couche **postérieure** formée de cellules prismatiques chargés de pigments.

Rétine :

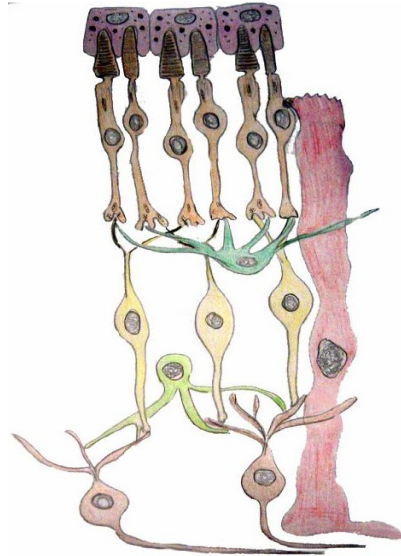
- **Organisation générale**

- **Prolongement du diencéphale** , provient des deux feuillets initiaux de la vésicule optique
 - Feuillet externe : épithélium pigmentaire
 - Feuillet interne : neurones rétiniens et cellules névrogliales
- **Les dix couches de la rétine**
 - Epithélium pigmentaire
 - Couche des cônes et des bâtonnets
 - Limitante externe (complexe de jonction entre les prolongements des cônes et des bâtonnets et l'extrémité apicale des cellules de soutien de Muller)
 - Couche de grains externes (corps cellulaires des cônes et bâtonnets)
 - Couche plexiforme externe (synapse entre les prolongements internes des cellules des cônes et des bâtonnets avec les cellules bipolaires)
 - Couche des grains internes (corps cellulaires des cellules bipolaires, des cellules amacrines, des cellules horizontales, des cellules gliales de Muller)
 - Couche plexiforme interne
 - Couche des cellules ganglionnaires
 - Couche des fibres optiques
 - Limitante interne

- **Disposition des cellules dans la rétine**

- Epithélium pigmentaire
- Cellules visuelles
- Cellules bipolaires
- Cellules ganglionnaires
- Cellules horizontales
- Cellules amacrines
- Cellules de Muller

Rétine

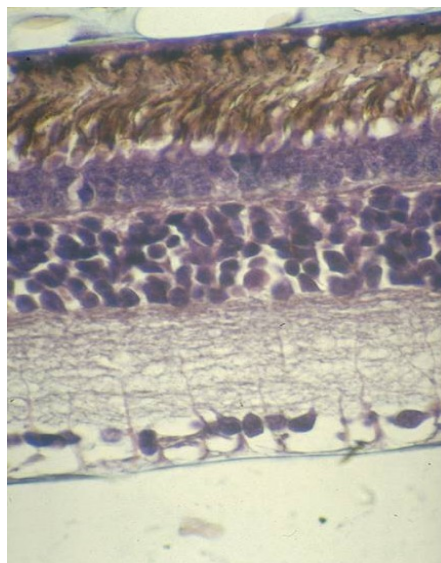


IV.2 STRUCTURE HISTOLOGIQUE DES CELLULES DE LA RÉTINE

Epithélium pigmentaire : cellules prismatiques de plus en plus hautes vers le centre et de plus en plus étroites

- **Pôle basal** avec invaginations profondes
- **Pôle apical** avec prolongements cytoplasmique vers extrémités dendritiques des cellules visuelles (entourent les articles externes)
- **Cytoplasme** riche en grains de mélanine et en phagolysosomes (endocytose article externe des cellules visuelles)

Cellules de la rétine



Cellules visuelles : premier neurone rétinien

Une expansion dendritique formée d'un article externe et un article interne (cônes et bâtonnets), un corps cellulaire et une expansion axonique interne avec terminaison synaptique

Corps cellulaires de ces cellules = couche des grains externe

- **Cellules visuelles à bâtonnets**

- **Article externe** : présence de structure en forme de disques empilés les uns sur les autres limités par membrane contenant un pigment : rhodopsine
- Organites dans **article interne** et systèmes de jonction le liant aux cellules de Müller
- **Expansion interne** : prolongement axonique part du corps cellulaire renflé. Se termine au niveau de la couche plexiforme interne par une sphérule déprimée à sa partie inférieure <- prolongements des cellules bipolaires et des cellules horizontales ; riche en mitochondries et en barettes synaptiques

- **Cellules à cônes**

- Organisation comparable à celle des cellules à bâtonnets.
- **Article externe** : long et étroit au niveau de la fovea ; en forme de cône en dehors d'elle
- Noyau volumineux
- **Expansion interne** : épaisse avec un pied élargi : pédoncule dont la face inférieure présente des encoches <- prolongements des cellules bipolaires et des cellules horizontales

- **Répartition des cellules visuelles**

- Inhomogène
- Au niveau de la fovea : seulement des cellules à cônes
- Plus on s'éloigne : de plus en plus de cellules à bâtonnets ; de moins en moins de cellules à cônes

Cellules bipolaires : deuxième neurone rétinien

- Corps cellulaire : couche des grains interne

- Prolongements dendritiques s'articulent avec cellules visuelles et cellules horizontales
- Axone s'accrochent avec cellules ganglionnaires et cellules amacrines
- Aspect variable selon articulation, type de cellules
 - Bipolaires à bâtonnets : 1 cellule / plusieurs bâtonnets
 - Bipolaires à cônes : 1 cellule / plusieurs cônes
 - Bipolaires naines ou à champ étroit : une seule cellule à cône au niveau d'une synapse

Cellules ganglionnaires : troisième neurone rétinien

- Cellules diffuses, mono ou pluristratifiées
- Prolongements dendritiques participent à la couche plexiforme interne
- Corps cellulaire : couche des cellules ganglionnaires
- Axone converge vers la papille du nerf optique

Neurones d'association

- **Cellules horizontales** : assure la diffusion de l'influx nerveux dans un plan parallèle à la surface de la rétine
 - Corps cellulaire : partie la plus externe de la couche des grains externe
 - Prolongements dendritiques et axonaux : couche plexiforme externe
 - Articulations avec cellules visuelles et cellules bipolaires
- **Cellules amacrines** : diffusion horizontale de l'influx nerveux
 - Corps cellulaire : région interne de la plaxiforme interne
 - Prolongements uniquement dendritiques avec cellules bipolaires et cellules ganglionnaires
- **Cellules interplexiformes** : connexion avec cellules amacrines et cellules bipolaires

Cellules névrogliques : cellules de Müller

- Corps cellulaire : granuleuse interne
- Expansions cytoplasmiques -> limitantes externe et interne

IV.3 HISTOPHYSIOLOGIE

- Rôle de l'épithélium pigmentaire : rôle trophique / cellules visuelles
- Cellules visuelles : récepteur photochimique
- Disques élaborés par article interne contiennent des protéines modifiables par l'absorption de photons de la lumière :
- Dans les cellules à bâtonnets
 - rhodopsine -> rétinol + opsine
 - opsine par activation enzymatique -> ouverture des canaux sodium -> hyperpolarisation cytoplasmique et dépolarisation de la membrane du récepteur -> influx nerveux
- dans les cellules à cônes
 - pigments spécialisés : iodopsines
 - trois populations de cônes différentes :
 - sensibles au bleu (cyanolabe)
 - sensibles au vert (chlorolabe)
 - sensibles au rouge (erythrolabe)

Pour en savoir plus :

(*En savoir plus : Pr. Jacques Poirier : Les organes des sens*) (Pr. Jacques Poirier : Les organes des sens : <http://www.chups.jussieu.fr/polys/histo/histoP2/sens.html>)