

UE / ENSEIGNANT : UE 21 – Système neurosensoriel et Psychiatrie - Talagas

DATE : 09/09/2023

GROUPE : Solal Gresset, Maxime Leemans

REMARQUES : Si vous avez des questions : [matthieu.talagas@chu-brest.fr](mailto:matthieu.talagas@chu-brest.fr). Aux partiels, certains QCM pourront être des schémas ou des photos de lames à légender. On vous a proposé 3 QCM à la fin du cours pour vous tester. Bon courage la team :))

---

## HISTOLOGIE DES ORGANES DES SENS

---

<b>Partie 1 : Introduction</b>	3
<b>Partie 2 : La muqueuse olfactive</b>	5
<b>I) Introduction</b>	5
<b>II) Histologie</b>	5
A) L'épithélium	5
B) Le chorion	6
<b>Partie 3 : Les bourgeons du goût</b>	7
<b>I) Introduction</b>	7
<b>II) Histologie</b>	7
<b>III) Les saveurs gustatives</b>	9
<b>Partie 4 : L'oeil</b>	10
<b>I) Introduction</b>	10
<b>II) Les tuniques</b>	11
<b>A) La rétine = tunique interne</b>	11
1) La rétine visuelle	12
a) Les cellules photo-réceptrices	14
b) les neurones de transmission	16
c) Les neurones d'association	17
d) Cellules de soutien et de nutrition	18
e) Les zones particulières de la rétine visuelle	19

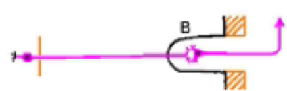
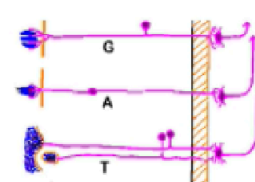
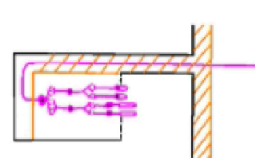
<b>B) L'uvée (= tunique moyenne de l'œil)</b>	21
1) La choroïde	21
2) Le corps ciliaire	22
3) L'iris	22
<b>C) La sclérotique</b>	23
<b>D) La cornée</b>	23
<b>III) Les milieux transparents</b>	24
<b>A) L'humeur aqueuse</b>	25
<b>B) Le cristallin</b>	25
<b>C) Le corps vitré</b>	26
<b>IV) Les annexes de l'œil</b>	26
<b>A) Les paupières</b>	27
<b>B) Les conjonctives</b>	27
<b>C) La glande lacrymale</b>	27
<b>Partie 5 : L'oreille</b>	28
<b>I) Introduction</b>	28
<b>II) Rappels anatomiques</b>	28
<b>III) L'oreille externe</b>	29
<b>IV) L'oreille moyenne</b>	30
<b>V) L'oreille interne</b>	31
<b>A) Le vestibule</b>	32
<b>B) La cochlée</b>	34
1) Histologie	34
2) Histophysiologie	38
<b>Proposition de QCMs</b>	39

## Partie 1 : Introduction

L'organisme reçoit de son environnement des informations sous forme de stimuli, qui peuvent être mécaniques, thermiques, chimiques ou lumineuses. Les organes des sens ont pour rôle de capter ces stimuli, de les sélectionner, de les classer, et de donner naissance à des influx nerveux transmis au cortex cérébral qui les analyse et les intègre.

Il existe 5 principaux organes des sens :

- la **peau** : le toucher
- l'**œil** : la vision
- l'**oreille** : l'audition et l'équilibration
- les **bourgeons du goût** : la gustation
- la **organe de l'olfaction** : l'olfaction

Organes des sens	Réception	Transmission	Illustrations
<b>primaires</b> • Olfaction • Toucher	1. Neurones sensoriels		
<b>secondaires</b> • Gustation • Audition • Toucher	1. C. épithéliales sensorielles	2. Neurones ganglionnaires sensoriels	
<b>tertiaire</b> • Vision	1. C. photoréceptrices (= neurones)	2. Neurones bipolaires 3. Neurones multipolaires	

Suivant le nombre et le ou les types de cellules présentes dans chaque organe des sens, il est possible de distinguer les organes des sens primaires, les organes des sens secondaires et tertiaires.

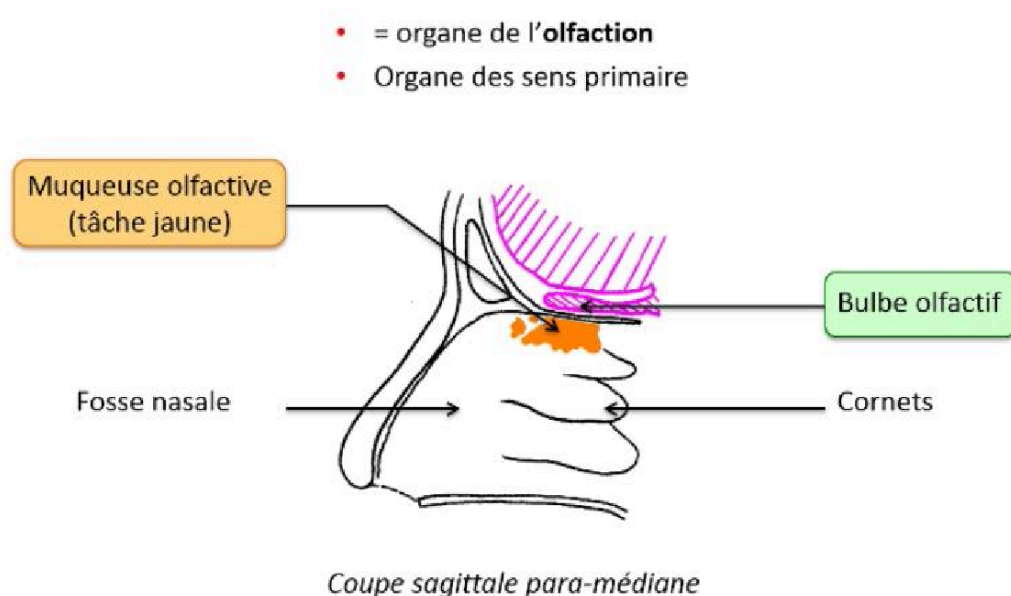
- **les organes des sens primaires** : un seul type de cellule réceptrice et transmet le stimulus vers les centres supérieurs : les **neurones sensoriels**. **Ex** : l'**olfaction** (les neurones sensoriels se terminent dans le bulbe olfactif) et le **toucher** (les douleurs).

- **les organes des sens secondaires** : La réception et la transmission de l'information sont effectués par deux cellules différentes :
  - Les **cellules épithéliales sensorielles** (ex les cellules de Merkel) reçoivent les stimuli. Ces cellules épithéliales sensorielles font synapse avec les **neurones ganglionnaires sensoriels** qui assurent ensuite la transmission jusqu'au SNC.
  - Ex: la **gustation**, **l'audition** et certaines composantes du **toucher**.
  
- **les organes des sens tertiaires** : **L'œil** est pour sa part le **seul** organe des sens **tertiaire**. Le fonctionnement de l'œil s'appuie sur 3 catégories de neurones : les stimuli visuels sont perçus par des **cellules photo-réceptrices**, et l'information est transmise par les **neurones bipolaires** et les **neurones multipolaires**.
- Ex : La **vision** (/!\ la rétine est une projection périphérique du SNC).

## Partie 2 : La muqueuse olfactive

### I) Introduction

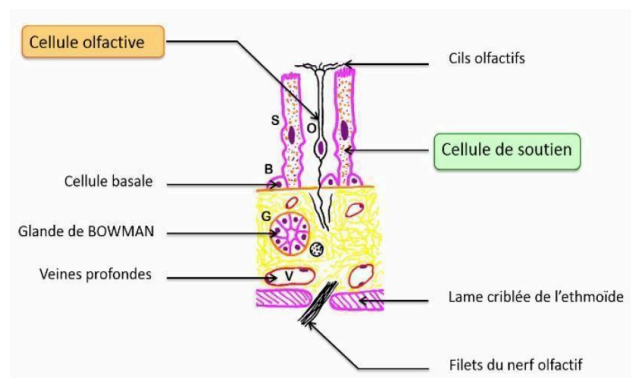
La muqueuse olfactive correspond à l'organe de l'olfaction, c'est un organe des sens primaire. Elle réagit aux molécules introduites dans l'organisme en suspension dans l'air inspiré. La muqueuse olfactive va percevoir les odeurs et les composants les plus sensibles du goût. C'est pour cela que l'odorat et la gustation sont étroitement liés. Elle est située au niveau du toit des fosses nasales. Elle est de couleur jaune ce qui lui vaut également le nom de tache jaune.



### II) Histologie

La muqueuse olfactive est constituée d'un épithélium qui repose sur un chorion par l'intermédiaire d'une membrane basale.

#### A) L'épithélium



C'est un neuro-épithélium prismatique pseudostratifié. Il est beaucoup plus épais que l'épithélium respiratoire adjacent. Il est constitué de 3 types cellulaires :

- les cellules olfactives
- les cellules de soutien
- les cellules basales

Les cellules olfactives sont des neurones sensoriels bipolaires. Leur prolongement externe qui correspond à une dendrite se termine par une extrémité apicale renflée faisant saillie à la surface de l'épithélium. Il s'agit de la vésicule olfactive qui porte de longs cils olfactifs immobiles. Ces cils sont peu nombreux (une dizaine par cellule) mais très longs (100 à 200 micromètres de long). Ils baignent dans un film liquidien qui recouvre l'épithélium et portent à leur surface les récepteurs olfactifs qui sont des chémorécepteurs. Le prolongement interne des cellules olfactives correspond à un axone non myélinisé. Il traverse la membrane basale et le chorion pour s'incorporer au rameau du nerf olfactif. Ces rameaux traversent la lame criblée de l'ethmoïde pour gagner les bulbes olfactifs.

Les cellules de soutien sont des cellules prismatiques hautes. Leur pôle apical porte des microvillosités et des complexes de jonction assurant l'union aux cellules olfactives. Leur pôle basal est riche en pigments olfactifs constitués de rétinol et de bêta-carotène, donnant à la muqueuse sa couleur jaune.

Les cellules basales sont intercalées entre les cellules olfactives et les cellules de soutien. Elles assurent le remplacement des cellules de soutien mais aussi des neurones.

### *B) Le chorion*

Dans le chorion, on retrouve :

- de très nombreux vaisseaux sanguins qui vont assurer notamment le réchauffement de la muqueuse.
- les axones amyéliniques des cellules olfactives.
- des glandes, appelées glandes de Bowman : glandes séreuses qui participent à l'élaboration du film liquidien qui recouvre l'épithélium olfactif. Ce film permet de solubiliser les molécules volatiles, et de rincer les récepteurs olfactifs.

## Partie 3 : Les bourgeons du goût

### I) Introduction

Les bourgeons du goût constituent l'organe de la gustation, c'est un organe des sens secondaire.

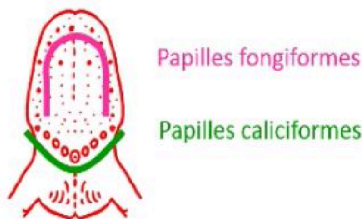
Chez l'homme il y a environ 2000 bourgeons du goût dont la grande majorité se situe dans la cavité buccale, en particulier au niveau de la langue : portés par les papilles fongiformes et caliciformes.

Mais aussi au niveau du voile du palais, du pharynx, du larynx, et de l'épiglotte.

- = organe de la gustation
- Organe des sens secondaire

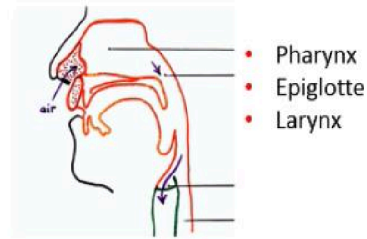
Cavité buccale +++

- Langue +++



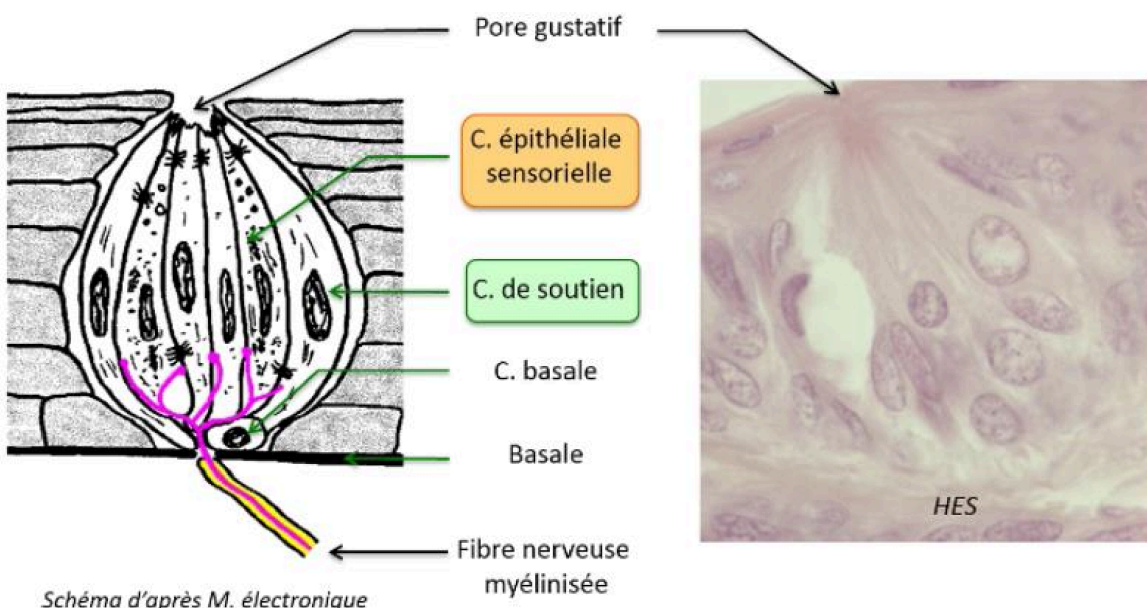
- Voile du palais

Autres localisations



- Pharynx
- Epiglotte
- Larynx

### II) Histologie



Les bourgeons du goût se présentent sur coupe sous forme de structures ovoïdes de taille 75x50 µm.

Ils sont enchâssés dans l'épaisseur de l'épithélium malpighien buccal, reposant sur une membrane basale. Leur pôle apical, situé légèrement en retrait par rapport à la surface de l'épithélium buccal, s'ouvre dans la cavité buccale par une ouverture appelée pore gustatif.

En **microscopie optique**, on distingue 2 types de cellules, celles claires et périphériques correspondant aux cellules de soutien, ainsi que celles sombres et effilées correspondant aux cellules épithéliales sensorielles.

En **microscopie électronique**, on distingue trois types de cellules :

- des cellules épithéliales sensorielles (correspondant aux cellules sombres précédemment décrites en microscopie optique)
- des cellules de soutien
- des cellules basales

### **Les cellules épithéliales sensorielles**

- Elles sont riches en vésicules denses
- Leur pôle apical porte des microvillosités munies de récepteurs gustatifs : des chémorécepteurs
- Leur pôle basal présente de très nombreuses synapses avec les extrémités dendritiques d'un neurone ganglionnaire sensoriel. À 2 000 bourgeons du goût, correspondent 2 000 neurones ganglionnaires sensoriels

Les dendrites des neurones ganglionnaires sensoriels convergent à la base du bourgeon pour former un filet nerveux qui traverse la membrane basale puis s'entoure d'une gaine de myéline. Ce filet nerveux se joint à d'autres filets nerveux issus d'autres bourgeons du goût pour cheminer dans l'un des 3 nerfs crâniens possédant des filets gustatifs, à savoir :

- le nerf intermédiaire *VII bis* (bourgeons de la partie antérieure de la langue au niveau des papilles fongiformes)
- le nerf glossopharyngien *IX* (bourgeons de la partie postérieure de la langue et papilles caliciformes)
- le nerf vague *X* (bourgeons du pharynx et larynx)

Les corps cellulaires des neurones ganglionnaires sensoriels sont situés dans les ganglions nerveux des nerfs correspondants. Les axones de ces neurones sensoriels vont ensuite rejoindre le système nerveux central après avoir quitté les ganglions.

### **Les cellules de soutien**

Elles ont un cytoplasme plus dense et sont dépourvues de synapses. Elles ont une fonction de soutien.

### Les cellules basales

Elles sont cubiques basses, et reposent sur la membrane basale, elles sont dépourvues de synapse. Elles assurent le renouvellement rapide (10aine de jours) des autres types cellulaires.

La salive, en particulier celle produite par les glandes salivaires intra- muqueuses situées à proximité des bourgeons du goût, rince les récepteurs pour éliminer les molécules qui se sont fixées et permettre la fixation de nouvelles molécules.

### III) Les saveurs gustatives

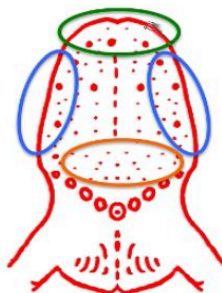
Il existe au moins 4 saveurs discernables par les bourgeons du goût :

- le salé (atteint son intensité maximum pour le chlorure de sodium) : possède des récepteurs diffus de manière uniforme
- le sucré (glucides) : les récepteurs se trouvent sur la pointe de la langue
- l'acide (pour les protons): récepteurs sur les faces latérales de la langue
- l'amer : récepteurs sur la base de la langue et le palais

Nous savons aujourd'hui que d'autres saveurs sont perçues. C'est le cas des acides aminés édulcorants tels que le glutamate responsable d'une saveur sucrée.

A chaque saveur correspond l'activation d'un récepteur spécifique. Ainsi les récepteurs activés par le glutamate sont différents de ceux activés par les glucides.

Il est habituel de considérer que les bourgeons du goût perçoivent préférentiellement certaines saveurs en fonction de leur localisation (schéma ci-dessous). Cette vision est simpliste et il est aujourd'hui établi que la perception des différentes saveurs ne répond pas à des localisations préférentielles.

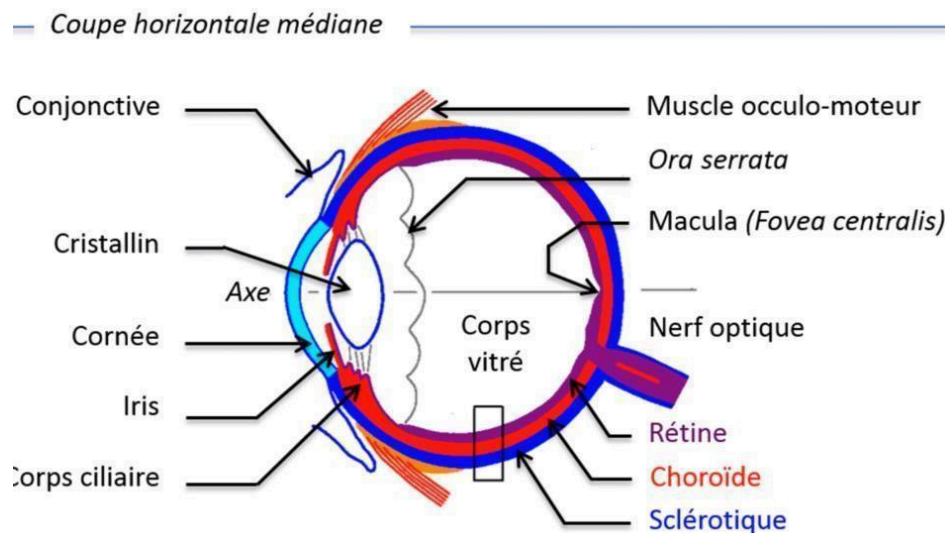


L'olfaction interfère avec la gustation. En effet, les molécules volatiles présentes dans la cavité buccale diffusent dans les fosses nasales. Les saveurs les plus subtiles seront reconnues par les récepteurs olfactifs et non par les récepteurs gustatifs.

## Partie 4 : L'œil

### 1) Introduction

L'œil, organe de la vision, est le seul organe des sens tertiaire. L'appareil de la vision est formé du globe oculaire (ou œil à proprement parlé), et de ses annexes (paupières, conjonctives, et glande lacrymale).



Le globe oculaire est une structure sphérique d'un diamètre d'environ 24 mm, il est composé de 3 tuniques concentriques qui sont de dedans en dehors :

- La **tunique interne ou rétine** : est divisée en deux parties :
  - La rétine visuelle : située en arrière (occupe les 7/10 postérieurs de la rétine) c'est une tunique sensorielle, sensible aux photons, qui donne naissance aux influx nerveux.
  - La rétine aveugle : située en avant, recouvre les procès ciliaires et la face postérieure de l'iris.
- La **tunique moyenne ou uvée** : constituée de 3 structures avec d'AR en AV :
  - La choroïde
  - Les corps ciliaires
  - L'iris
- La **tunique externe ou sclérotique** : elle se poursuit en avant par la cornée.

Le globe oculaire renferme aussi 3 milieux transparents :

- Le **crystallin** : lentille biconvexe qui sépare les segments antérieur et postérieur du globe oculaire.
- L'**humeur aqueuse** : liquide qui remplit les 2 cavités du segment antérieur que sont la chambre antérieure (entre la cornée et l'iris et la pupille) et la chambre postérieure (entre l'iris et le cristallin ainsi que les structures qui fixent le cristallin).
- Le **corps vitré** qui remplit le segment postérieur (en arrière du cristallin).

La **cornée** est considérée à la fois comme un milieu transparent et comme une tunique. La lumière traverse les milieux transparents qui par réfraction détermine une image nette sur la rétine.

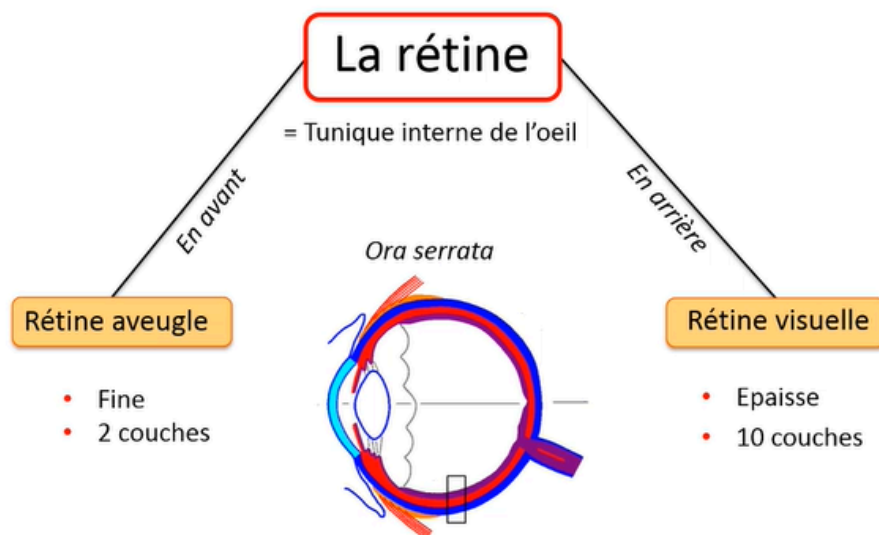
L'œil est englobé dans une cavité osseuse ouverte en avant appelée **orbite**. Il est séparé de la paroi osseuse et relié à cette dernière par une enveloppe fibreuse en forme de cupule : la **capsule de Tenon**.

En arrière, l'orbite est comblée par un tissu conjonctivo adipeux traversé par le nerf optique et les vaisseaux.

Les annexes de l'œil sont constituées des paupières, des conjonctives et des glandes lacrymales.

## II) Les tuniques

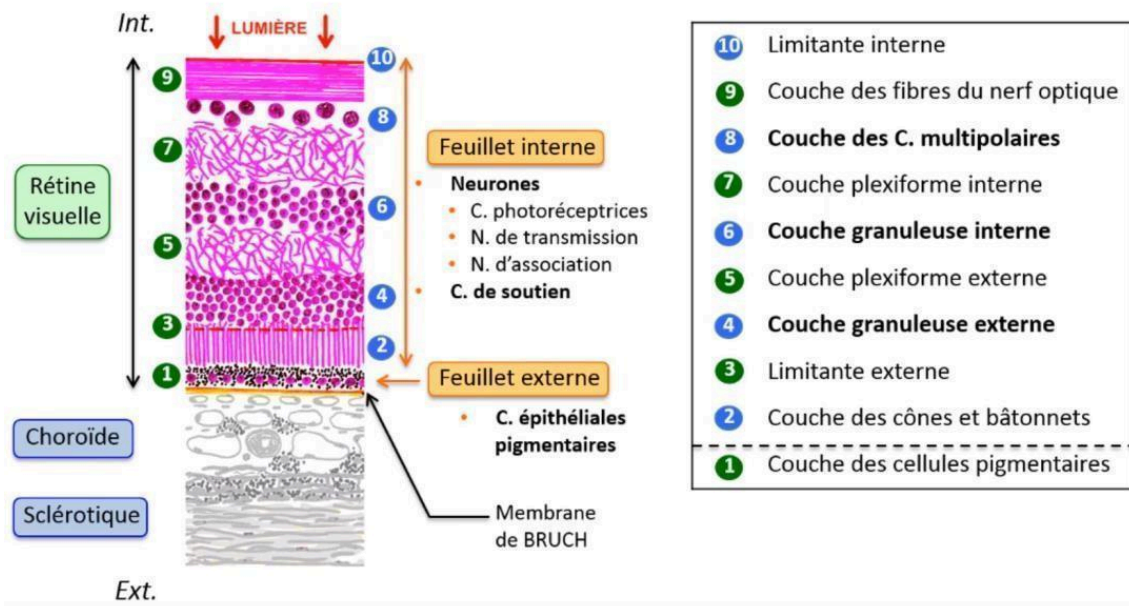
### A) La rétine = tunique interne



La rétine est la tunique interne de l'œil. L'ora serrata visible sous la forme d'arcades à concavité antérieure détermine la limite antérieure de la rétine visuelle. En arrière de l'ora serrata, la rétine visuelle est épaisse (0,5µm) et comporte 10 couches visibles en microscopie optique. En avant de l'ora serrata, la rétine aveugle est fine et bi-stratifiée, constituée de 2 couches de cellules épithéliales.

## 1) La rétine visuelle

La rétine visuelle est une membrane neuro-épithéliale photoréceptrice et pluristratifiée. Elle correspond à une projection périphérique du système nerveux central.



La rétine est constituée de 2 feuillets au sein desquels on individualise 10 couches cellulaires visibles en microscopie optique :

- 1 feuillet externe, qui est une couche unicellulaire de cellules épithéliales pigmentaires (couche n°1 ou couche des cellules pigmentaires)
- 1 feuillet interne comporte les couches n°2 à 10, il est constitué de neurones et de cellules de soutien.

10 couches sont ainsi visibles en microscopie optique avec de l'extérieur vers l'intérieur :

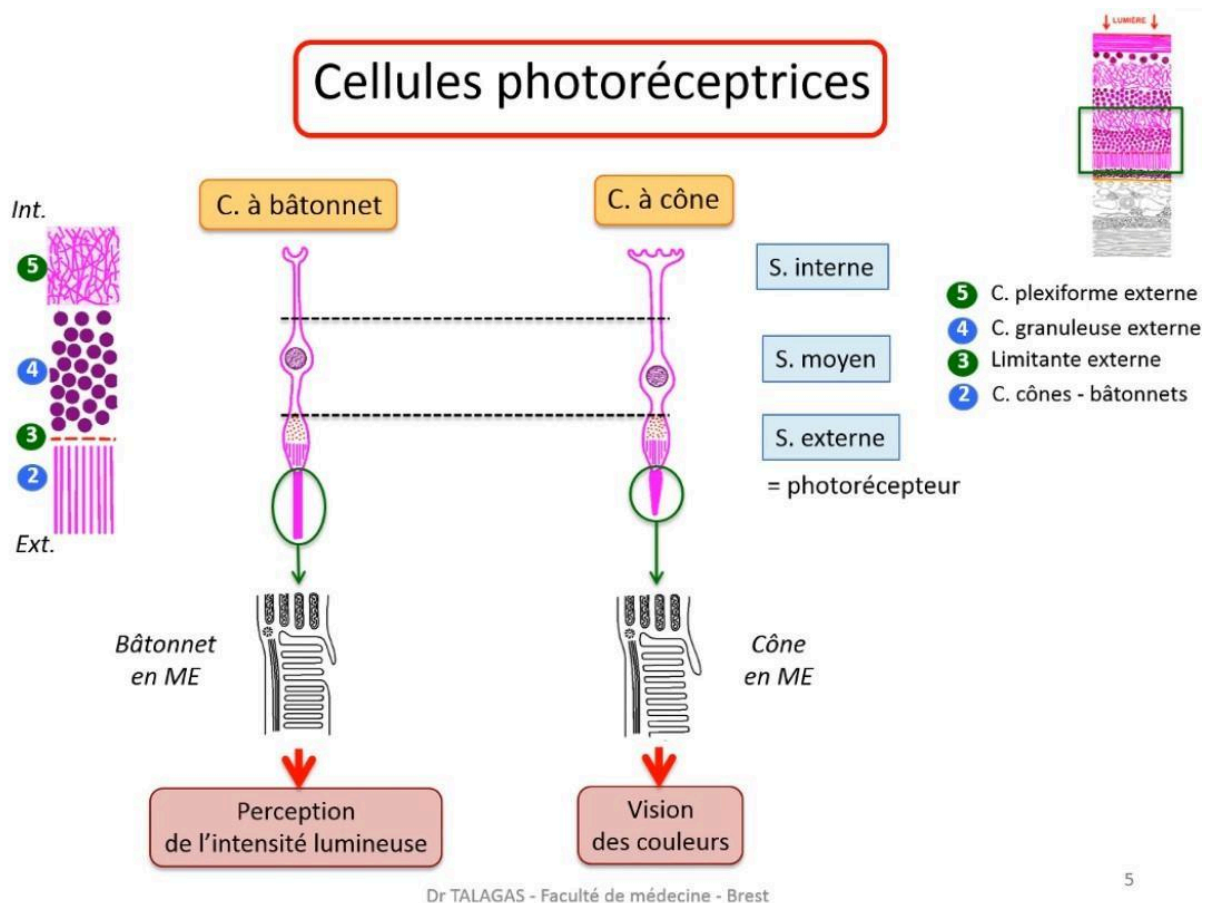
- Couche des cellules pigmentaires (1)
- Couche des cônes et bâtonnets (2)
- Limitante externe (3)
- Couche granuleuse externe (4)
- Couche plexiforme externe (5)
- Couche granuleuse interne (6)
- Couche plexiforme interne (7)
- Couche des cellules multipolaires (8)
- Couche des fibres du n. optique (9)
- Limitante interne (10)

Au sein du feuillet interne, trois couches renferment des corps cellulaires : la couche granuleuse externe (4) avec les noyaux des cellules photoréceptrices, la couche granuleuse interne (6) qui renferme les noyaux des neurones bipolaires, les noyaux des neurones d'association et les noyaux des cellules de Müller et la couche des cellules multipolaires (8) qui est occupée par les noyaux des neurones multipolaires.

Entre ces 3 couches nous trouvons 3 couches de prolongements cellulaires avec des synapses.

En pathologie : le décollement de rétine se fait entre les feuillets externe et interne.

### a) Les cellules photo-réceptrices



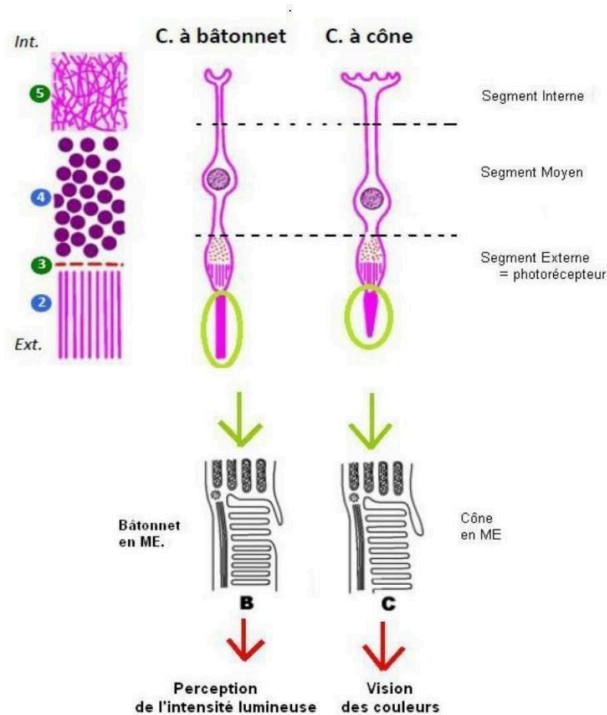
Il existe 2 types de cellules photo réceptrices dans la rétine. Premièrement, les **cellules à bâtonnets** au nombre de 100 millions et deuxièmement les **cellules à cônes** au nombre de 20 millions. Leur structure d'ensemble est identique, il s'agit de cellules très allongées (200  $\mu\text{m}$  de long), disposées perpendiculairement au plan de la rétine.

Elles comportent 3 segments :

- Un segment externe qui correspond à la dendrite avec le photorécepteur. Il se situe dans la couche (n°2) des cônes et des bâtonnets et dans la limitante externe (n°3).
- Un segment moyen renfermant le noyau. Il est situé dans la couche granuleuse externe (4)
- Un segment interne qui correspond à l'axone dans la couche plexiforme externe (n°5)

Le segment externe est lui-même subdivisé en 2 parties :

- interne
- externe : elle correspond aux photorécepteurs dans la couche (n°2) des cônes et bâtonnets.



Il existe **2 types de photorécepteurs** : les cônes et les bâtonnets intercalés entre les franges des cellules épithéliales pigmentaires de la couche n°1. Le photorécepteur correspond à un empilement de plus d'une centaine de disques photorécepteurs, ces disques sont des replis de la membrane plasmique renfermant des protéines photosensibles.

- Le bâtonnet doit son nom à sa forme cylindrique. Les disques photorécepteurs se renouvellent en permanence. Les disques nouvellement formés à la base du bâtonnet refoulent les plus anciens vers le sommet. Ces derniers s'isolent de la surface, sont expulsés puis phagocytés par les cellules épithéliales pigmentaires. Il existe ainsi un flux constant de disques photorécepteurs le long des bâtonnets. La protéine photosensible est la **rhodopsine** qui assure une **vision monochrome**. Ils assurent la **perception de l'intensité lumineuse**.
- Le cône est quant à lui conique (*sans blague*). Les disques photorécepteurs se renouvellent également en permanence mais il y a ici 3 types de protéines photosensibles appelées **iodopsines**. Trois populations de cônes dont les sensibilités maximales se situent respectivement dans le **rouge**, le **bleu** et le **vert** assurent la **vision des couleurs**.

Le photorécepteur, cône ou bâtonnet, est relié à la partie proximale du segment externe par un étranglement cytoplasmique qui renferme une ébauche de cil se prolongeant dans le photorécepteur.

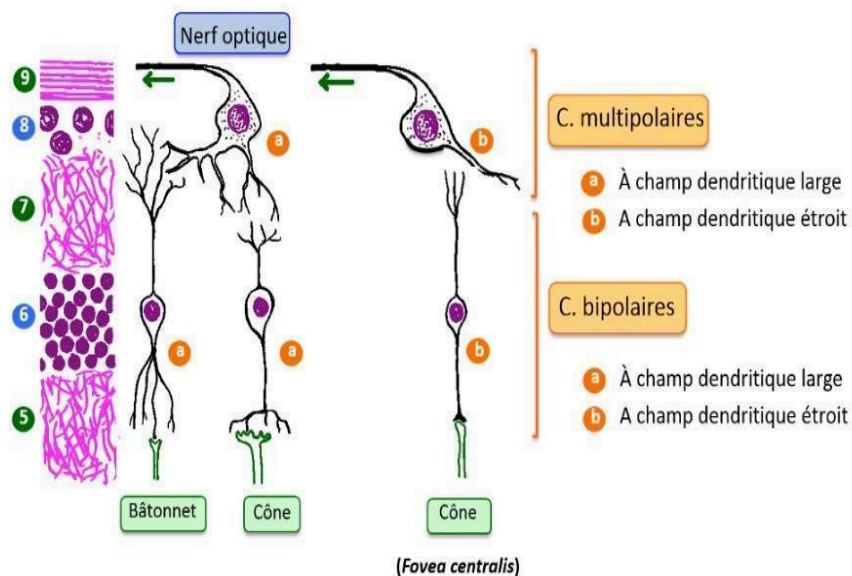
La partie interne du segment externe renferme des mitochondries allongées selon le grand axe de la cellule, il s'agit du lieu de synthèse des protéines photosensibles. Cette partie interne est liée aux cellules de Müller par des complexes de jonction déterminant une ligne sombre visible en microscopie optique : la limitante externe.

Les cellules photoréceptrices (les cônes et les bâtonnets) sont disposées de façon **hétérogène** au sein de la rétine.

- La fovea centralis, située sur l'axe visuel ne contient que des cônes assurant la vision des couleurs.
- Le reste de la rétine renferme à la fois des cônes et des bâtonnets. Toutefois, la proportion de bâtonnets augmente progressivement du centre vers la périphérie, ainsi à proximité de l'ora serrata, nous ne retrouvons que des bâtonnets.

Le segment interne des cellules photo réceptrices qui correspond à l'axone fait synapse avec les neurones de transmission à savoir les neurones bipolaires.

### b) les neurones de transmission



Les stimuli visuels captés par les cellules photoréceptrices sont transmis aux neurones bipolaires puis aux neurones multipolaires dont les axones constituent le nerf optique. Les neurones bipolaires et les neurones multipolaires correspondent aux neurones de transmission.

### Neurones bipolaires

Les corps cellulaires des neurones bipolaires sont situés dans la couche granuleuse interne (6), leurs dendrites font synapse avec les cellules photoréceptrices dans la couche plexiforme externe (5), leurs axones font synapse avec les neurones multipolaires dans la couche plexiforme interne (7).

2 types de neurones bipolaires sont décrits :

- Les neurones **bipolaires à champ dendritique étroit** qui font synapse avec une seule cellule à cône au niveau de la fovea centralis.
- Les **neurones bipolaires à champ dendritique large** qui font synapse avec plusieurs cellules photo réceptrices (cônes ou bâtonnets).

### Neurones multipolaires

Les corps cellulaires des neurones multipolaires sont situés dans la couche des cellules multipolaires (8). Leurs dendrites font synapse avec les neurones bipolaires dans la couche plexiforme interne (7). Leurs axones convergent vers la papille pour former le nerf optique.

2 types de neurones multipolaires sont décrits :

- Les neurones **multipolaires à champ dendritique étroit** qui font synapse avec un seul neurone bipolaire à champ dendritique étroit lui-même en contact avec un seul cône au niveau de la fovea centralis.
- Les neurones **multipolaires à champ dendritique large** qui font synapse avec plusieurs neurones bipolaires à champ dendritique large.
- 

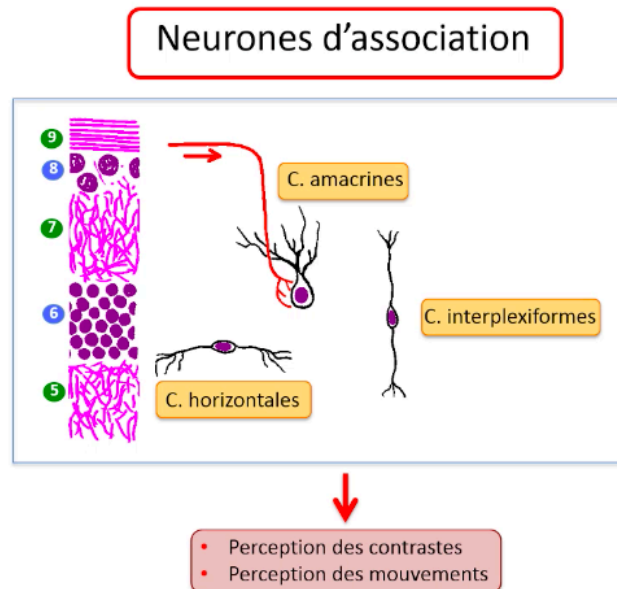
Au niveau de la fovea centralis, un axone dans le nerf optique correspond à un seul cône, chaque cône possède donc sa propre voix nerveuse. L'acuité visuelle y est maximale permettant une discrimination optimale des couleurs et des détails.

Pour le reste de la rétine visuelle, un axone du nerf optique transmet les influx provenant de nombreuses cellules visuelles. Les voies nerveuses sont convergentes, assurant une sommation des signaux reçus par plusieurs cellules photo réceptrices. La sensibilité est donc élevée mais l'acuité visuelle est médiocre. Ce phénomène est toutefois compensé par les neurones d'association.

### c) Les neurones d'association

3 types de neurones d'association sont décrits :

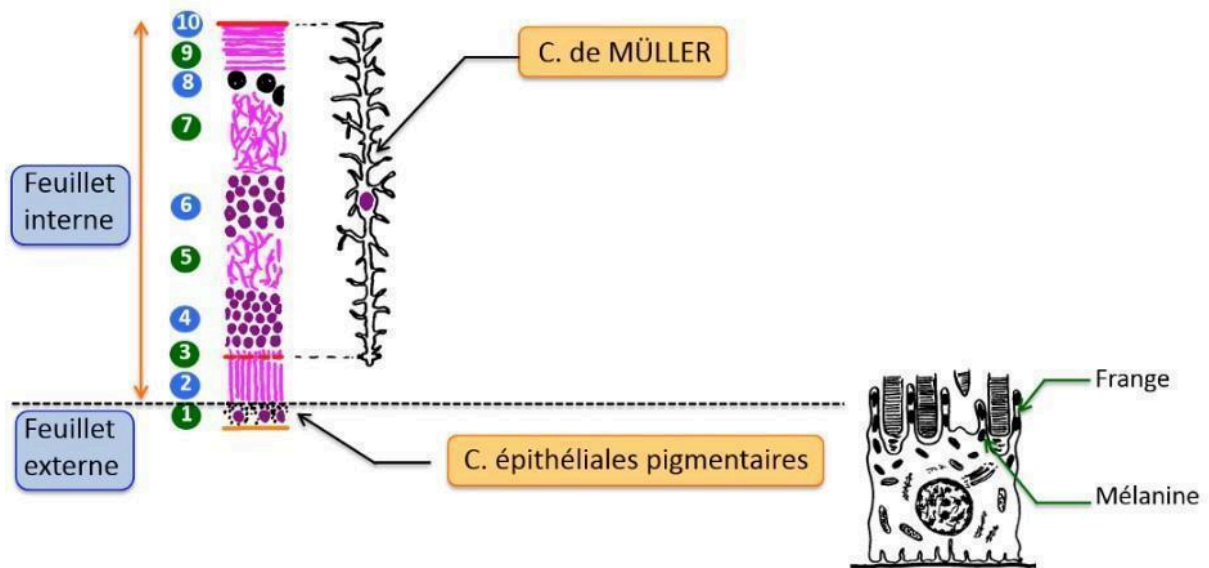
- Les cellules amacrines
- Les cellules horizontales
- Les cellules interplexiformes



Leurs corps cellulaires sont situés dans la couche granuleuse interne (6). Il s'agit de neurones dont les prolongements s'interposent au niveau des synapses entre les cellules photoréceptrices et les neurones bipolaires ainsi qu'entre les neurones bipolaires et les neurones multipolaires. Ces neurones d'associations modulent les signaux issus des cellules photoréceptrices transmis aux neurones bipolaires et aux neurones multipolaires. Ils permettent l'intégration des signaux provenant de groupes de cellules photoréceptrices adjacentes. Il en résulte une meilleure perception des contrastes ainsi que la perception des mouvements. La rétine est donc un véritable centre nerveux.

### d) Cellules de soutien et de nutrition

- Les cellules **épithéliales pigmentaires** présentes dans le feuillet **externe**
- Les cellules **de Müller**, présentes dans le feuillet **interne**



### **Feuillet externe :**

Dans le feuillet externe, on retrouve les cellules épithéliales pigmentaires qui reposent sur une membrane basale externe. Cette membrane basale appelée membrane de Bruch correspond à la fusion de la membrane basale rétinienne et de la membrane basale de la choroïde. A leur pôle apical, en interne, elle comporte de nombreuses franges qui s'insinuent entre les extrémités des bâtonnets et des cônes. Ces franges renferment des pigments de mélanine qui absorbent les photons permettant d'éviter les phénomènes de halos en périphérie des taches lumineuses. La présence de lysosomes reflète la phagocytose des débris des cellules photoréceptrices. Ces cellules épithéliales pigmentaires jouent un rôle trophique pour les cônes et les bâtonnets qui sont situés dans une couche non vascularisée de la rétine.

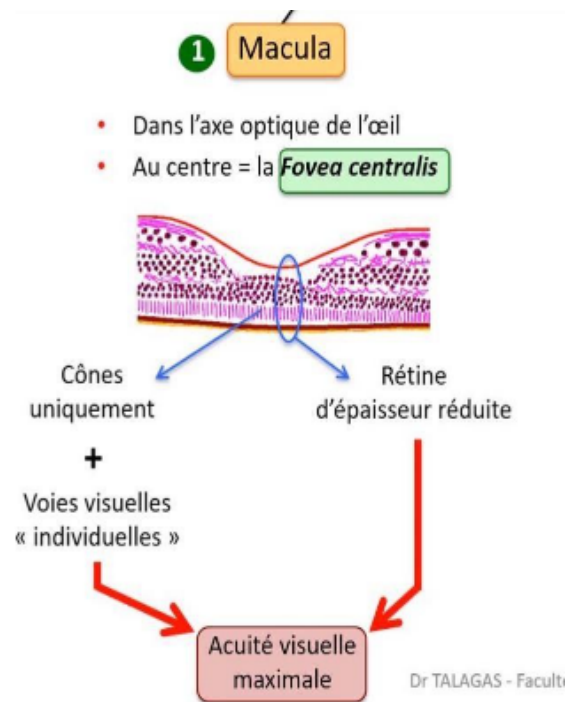
### **Feuillet interne :**

Dans le feuillet interne, les cellules de Müller comblent les espaces libres entre les neurones de la couche n°3 à la couche n°10. Leurs corps cellulaires sont situés dans la couche granuleuse interne (6). Elles sont réunies au segment externe des cellules photoréceptrices par des complexes de jonctions déterminant la ligne sombre visible en microscopie optique sous la forme de la limitante externe (3).

### e) Les zones particulières de la rétine visuelle

Dans 2 régions, la structure de la rétine visuelle présente des variations. Il s'agit de la macula et de la papille optique.

#### La macula :



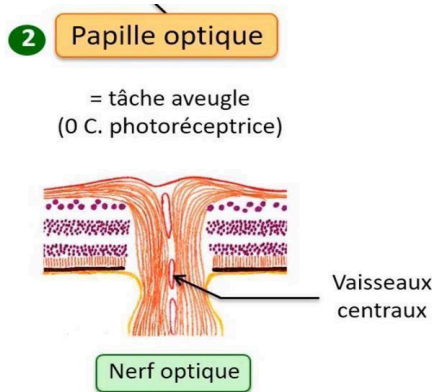
La macula est une petite zone arrondie, jaune de quelques millimètres de diamètre située dans l'axe optique de l'œil. Elle est dépourvue de vaisseaux sanguins en fond d'œil et est occupée en son centre par la fovea centralis.

La fovea centralis est une dépression de 0.5 millimètre de diamètre qui ne comporte qu'un seul type de cellules photo réceptrices, les cônes. A ce niveau, chaque cône possède sa propre voie nerveuse (un cône ne fait synapse qu'avec un seul neurone bipolaire qui fait lui-même synapse avec un seul neurone multipolaire).

Par ailleurs, l'épaisseur de la rétine est réduite. Les neurones bipolaires et multipolaires en relation avec les cônes de la fovea centralis mais également les neurones d'association sont déplacés latéralement. Ceci permet à la lumière d'atteindre les cônes sans être dispersée par les couches des neurones sus-jacent. Ces deux facteurs contribuent à assurer une acuité visuelle maximale permettant une discrimination optimale des couleurs et des détails.

## Papille optique

Les axones des neurones multipolaires convergent vers la papille optique pour former le **nerf optique** qui traverse la rétine, la choroïde et la sclérotique pour rejoindre le chiasma optique.



La papille optique est dépourvue de cellules photoréceptrices. Elle réalise donc une tâche aveugle dans le champ visuel. L'**artère centrale de la rétine** pénètre au centre de la papille optique. Ces branches, les artères rétinienne s'étalent à la surface de la rétine pour donner des capillaires qui alimentent les couches 4 à 10 de la rétine visuelle. Les veines rétinienne se drainent dans la **veine centrale de la rétine** qui sort au centre de la papille. Les artères et les veines rétinienne sont visibles lors de l'examen du fond d'œil.

Contrairement aux couches 4 à 10, les couches 1,2 et 3 de la rétine visuelle sont alimentées à partir de la choroïde par diffusion à travers la membrane de Bruch.

## La rétine aveugle

Elle débute à l'ora serrata et comporte deux zones différentes.

La **rétine ciliaire** qui recouvre le corps ciliaire. Elle s'étend de l'ora serrata jusqu'à l'insertion de l'iris. Elle comporte deux couches de cellules épithéliales :

- Une couche externe constituée de cellules cubiques pigmentées qui prolongent l'épithélium pigmentaire de la rétine.
- Une couche interne ou prismatique qui sert d'insertion aux fibres de la zonule de cristallin au niveau des procès ciliaires. Elle est constituée de cellules claires qui produisent l'humeur aqueuse.

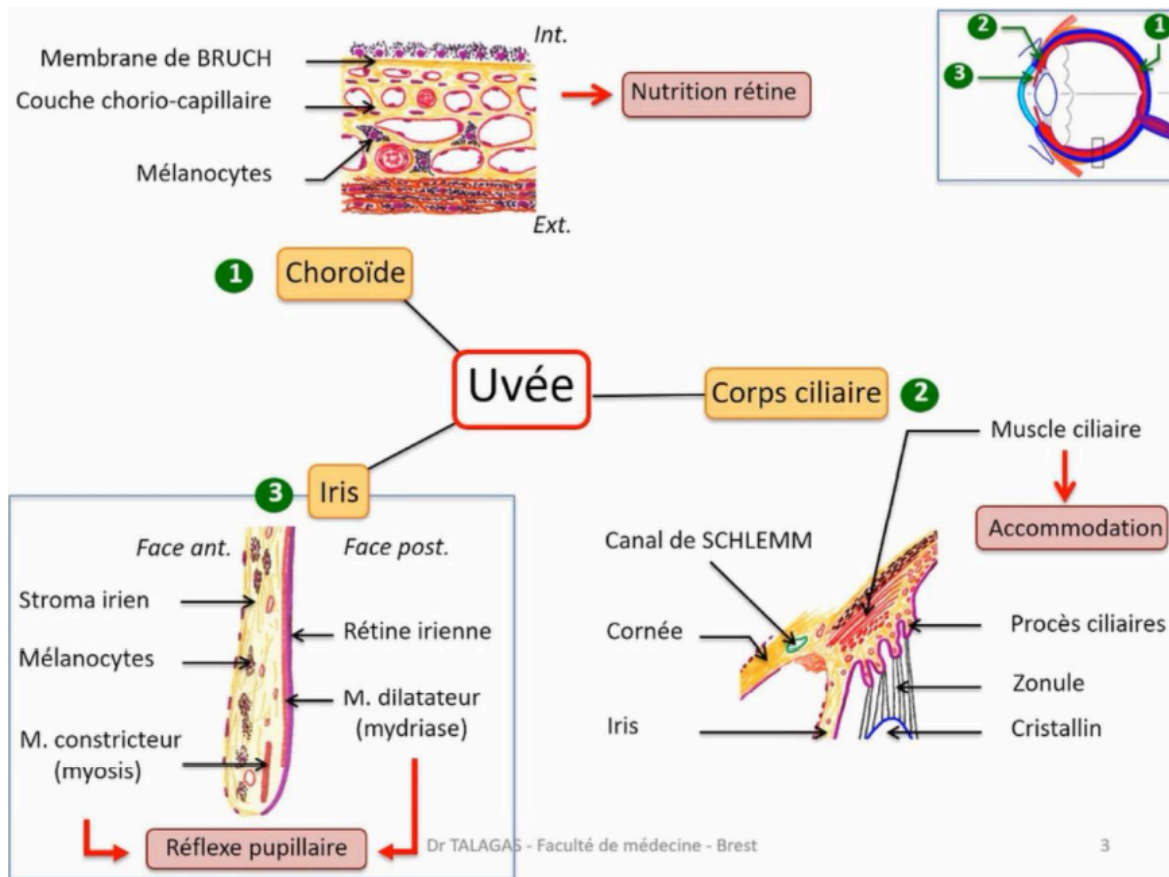
La **rétine irienne** qui tapisse la face postérieure de l'iris. Elle comporte également deux couches cellulaires :

- Une couche postérieure qui prolonge l'épithélium pigmentaire de la rétine.
- Une couche antérieure constituée de cellules pigmentées aplaties contre le stroma conjonctif de l'iris et renfermant des grains de mélanine. Ces cellules émettent des prolongements cytoplasmiques à disposition radiaire, riches en myofibrilles, qui se superposent comme les tuiles d'un toit pour former le muscle dilatateur de la pupille.

## B) L'uvée (= tunique moyenne de l'œil)

Elle comporte de l'arrière vers l'avant : la choroïde, le corps ciliaire, et l'iris.

### 1) La choroïde



C'est une fine membrane située entre la rétine visuelle et la sclérotique, allant jusqu'à l'ora serrata en avant. Il s'agit d'un tissu conjonctif lâche riche en fibres élastiques comprenant une zone externe et une zone interne.

- La zone externe renferme des artérioles, des veinules, ainsi que de nombreux mélanocytes qui lui confèrent une teinte gris foncé.
- La zone interne, appelée couche chorio-capillaire, est parcourue par des capillaires venant de la zone externe, qui assurent la nutrition des couches internes de la rétine (= n°1 à 3), par diffusion.

Tout en dedans, nous retrouvons la membrane basale, qui forme avec la membrane basale de la rétine la membrane de BRUCH.

## 2) Le corps ciliaire

Il se situe entre la rétine aveugle, et la sclérotique, allant de l'ora serrata, jusqu'à l'iris en avant.

Il forme un anneau épais, avec de dehors en dedans :

-un tissu conjonctif lâche, riche en fibres élastiques et en mélanocytes, situé dans le prolongement de la choroïde

-le muscle ciliaire : muscle lisse assurant l'accommodation sous le contrôle des nerfs ciliaires

-un plan conjonctivo-vasculaire qui s'épaissit en arrière de l'iris pour former des plis à disposition radiaire, appelés procès ciliaires. Ils sont recouverts par la rétine aveugle à partir de laquelle naît la zonule, ou ligament suspenseur du cristallin.

La contraction du muscle ciliaire exerce une traction sur les fibres de la zonule, ceci provoque une augmentation de diamètre du cristallin, ainsi qu'une diminution de courbure de sa face antérieure assurant l'accommodation, c'est-à-dire la capacité à mettre au point sur la rétine les images d'objets situés à moins de 5 mètres, alors qu'au repos la mise au point se fait sur l'infini.

## 3) L'iris

C'est un diaphragme qui flotte dans l'humeur aqueuse en avant du cristallin. Il sépare la **chambre antérieure** de la **chambre postérieure** et est perforé en son centre par un orifice : la **pupille**.

Il comporte deux plans : la **rétine irienne** en arrière et le **stroma irien** en avant. Ce stroma est un tissu conjonctivo-vasculaire lâche, riche en mélanocytes. La couleur des yeux est déterminée par la richesse des mélanocytes en pigments mélaniques. Beaucoup de pigments mélaniques pour les yeux marrons, et peu pour les yeux bleus. Pour ces derniers, c'est la rétine irienne vue par transparence qui donne sa couleur bleue à l'iris.

La face antérieure du stroma irien, est dépourvue d'épithélium de revêtement. Le tissu conjonctif est directement au contact de l'humeur aqueuse.

Dans sa partie profonde, autour de la pupille, se trouve le muscle constricteur de la pupille qui est un muscle lisse à disposition annulaire.

L'iris renferme donc deux muscles iriens :

- Le muscle constricteur de la pupille, à disposition annulaire, qui entoure la pupille.
- Le muscle **dilatateur** de la pupille, à disposition **radiaire**, formé par les expansions cytoplasmiques contractiles des cellules épithéliales profondes de la rétine irienne.

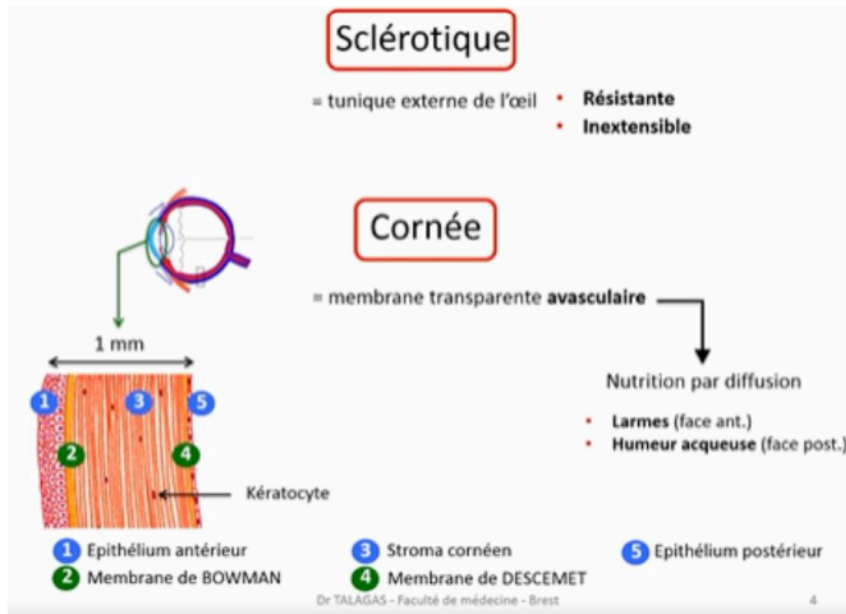
Ces deux muscles, aux actions antagonistes, contrôlent le diamètre pupillaire. Le **myosis** résulte d'une constriction pupillaire, alors que la **mydriase** résulte d'une dilatation pupillaire.

En pathologie, l'uvéite est une inflammation de l'uvée. Elle se traduit par un œil rouge et douloureux. Des mélanomes malins peuvent également se développer aux dépens de l'uvée.

L'albinisme correspond quant à lui à une maladie congénitale qui se caractérise par une absence de mélanine dans l'uvée et l'épithélium pigmentaire de la rétine. L'iris prend un aspect rosé, ce sont en fait les vaisseaux rétiniens qui donnent sa couleur à l'iris.

### C) La sclérotique

C'est la tunique externe de l'œil qui se prolonge en avant par la cornée. C'est un tissu conjonctif dense non orienté qui se caractérise par sa résistance et son caractère inextensible. Les muscles oculomoteurs et les fibres conjonctives de l'espace de Tenon se fixent sur sa face externe.



### D) La cornée

La cornée est une tunique transparente **avasculaire** qui prolonge en avant la sclérotique au niveau du limbe scléro-cornéen. Elle réalise un segment de sphère, dont le rayon est plus faible que celui du reste du globe oculaire. Son diamètre est de 1 cm pour une épaisseur de 1mm.

Elle comporte 5 plans, d'avant en arrière :

- l'épithélium antérieur (1)
- la membrane de Bowman (2)
- le stroma cornéen (3)
- la membrane de Descemet (4)
- l'épithélium postérieur (5)

L'**épithélium antérieur** est un épithélium malpighien non kératinisé. Il est en continuité avec la conjonctive et est constamment humidifié par les larmes. Il renferme des terminaisons nerveuses libres, qui sont le point de départ du réflexe de clignement, le réflexe cornéen. Cet épithélium se renouvelle et cicatrise rapidement. L'épithélium antérieur repose sur une membrane basale épaisse et transparente : la **membrane de Bowman**.

Le **stroma cornéen** occupe 90% de l'épaisseur de la cornée. Il s'agit d'un tissu conjonctif dense orienté, pluri tendu, constitué d'une cinquantaine de fines lamelles superposées, régulièrement entrecroisées, formées de collagène 1, entre lesquelles s'insinue une matrice extracellulaire riche en glycosaminoglycanes sulfatés dont l'indice de réfraction est le même que celui des fibres. Des fibrocytes, très aplatis et au cytoplasme réduit, se disposent entre les lamelles. Ils portent le nom de *kératocytes* (*à ne pas confondre avec les kératinocytes*). Le stroma n'est **pas** vascularisé, sa nutrition se fait par diffusion, à partir de l'humeur aqueuse pour la face postérieure et à partir des larmes pour la face antérieure.

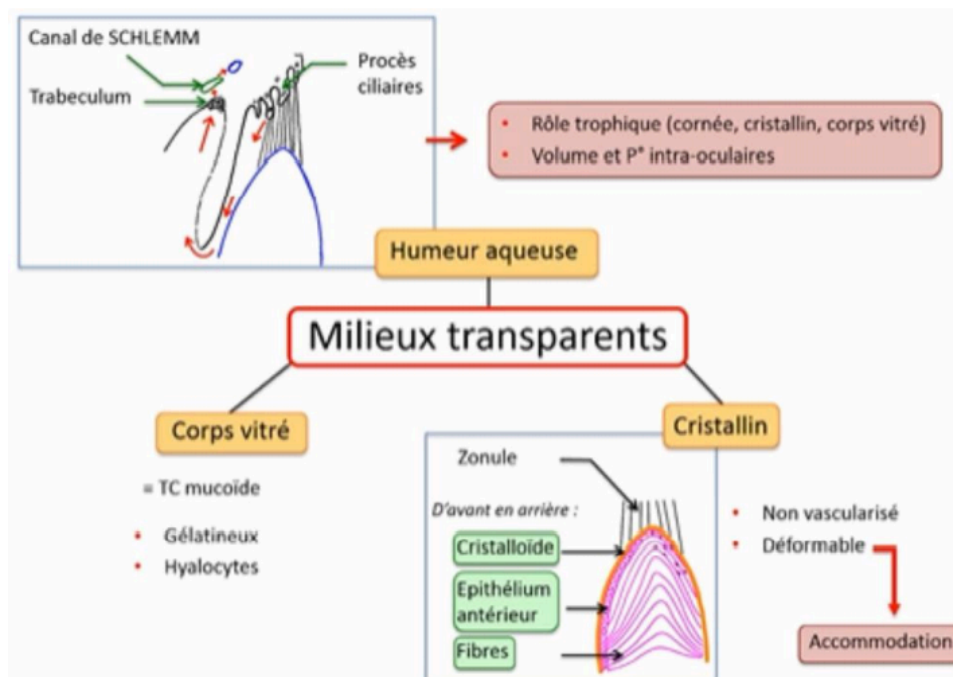
En arrière du stroma cornéen se trouve la **membrane de Descemet**, qui correspond à la membrane basale de l'**épithélium postérieur**. Ce dernier est un épithélium pavimenteux simple.

L'absence de vaisseaux, la disposition régulière des fibres de collagène, la composition de la matrice extracellulaire et la pauvreté en cellules, confère à la cornée sa **transparence**.

En pathologie, la kératite signifie une inflammation de la cornée, au cours de laquelle les cellules inflammatoires migrent dans la cornée à partir des tissus voisins. Il s'agit d'une pathologie très douloureuse mais qui cicatrise rapidement. Cependant, si la membrane de Bowman est altérée, il persistera une cicatrice cornéenne opaque, liée au dépôt aléatoire des fibres de collagène lors de la cicatrisation.

### III) Les milieux transparents

Ils remplissent l'intérieur de l'œil et sont au nombre de trois : l'humeur aqueuse, le cristallin, et le corps vitré.



### A) L'humeur aqueuse

L'humeur aqueuse est un liquide incolore, extrêmement fluide, pauvre en protéines, dont la composition se rapproche de celle du liquide céphalo-rachidien. Elle est sécrétée dans la chambre postérieure par les cellules de la couche interne de la rétine ciliaire, au niveau des procès ciliaire, avant de passer par la pupille et de remplir la chambre antérieure. Elle est ensuite résorbée dans l'angle irido-cornéen, au niveau du **trabéculum**, qui correspond à un réseau conjonctif grillagé, jouant le rôle de filtre. Elle passe pour finir dans le **canal de Schlemm** qui est un canal collecteur circulaire qui se draine dans le système veineux.

L'humeur aqueuse joue deux principaux rôles :

- Un rôle trophique pour la face postérieure de la cornée, le cristallin et le corps vitré, qui sont avasculaires.
- Elle contrôle le volume et la pression intra-oculaire.

En pathologie, la fermeture du trabéculum ou l'obstruction de l'angle irido-cornéen conduit à un défaut de résorption de l'humeur aqueuse. Etant donné que la sclérotique est **inextensible**, il en résulte une hypertension intra-oculaire ou glaucome qui se complique de lésions oculaires ischémiques par compression des vaisseaux rétiniens.

Après avoir traversé la cornée et l'humeur aqueuse, la lumière parvient à la face antérieure du cristallin en passant par l'orifice pupillaire

### B) Le cristallin

Le cristallin correspond à une lentille biconvexe de 1 cm de diamètre. Il est situé en arrière de l'iris et appliqué contre la face antérieure du corps vitré. Il est maintenu de façon circonférentielle au corps ciliaire par la zonule du cristallin également appelé ligament suspenseur du cristallin. Son épaisseur varie selon l'état d'accommodation.

Il est composé de trois parties :

- La **cristalloïde** qui est une fine capsule fibreuse qui entoure le cristallin
- **L'épithélium antérieur du cristallin**, qui est un épithélium cubique simple situé sous la cristalloïde sur toute la face antérieure du cristallin. À partir de l'équateur où s'insère la zonule, les cellules se transforment en fibres cristalliniennes.
- Ces **fibres cristalliniennes** constituent la troisième partie du cristallin et occupent la quasi-totalité du cristallin. Il s'agit de longs résidus cytoplasmiques prismatiques dépourvus de noyaux, à l'exception des fibres périphériques. Contrairement à l'épithélium antérieur du cristallin, les fibres cristalliniennes ne se renouvellent pas. Aussi avec l'âge, principalement sous l'effet des UV, les fibres s'opacifient, définissant la cataracte.

Le cristallin n'est pas vascularisé. Sa nutrition se fait donc par diffusion à partir de l'humeur aqueuse et du corps vitré. Il est par ailleurs déformable. Les contractions du muscle ciliaire exercent une traction sur les fibres de la zonule provoquant une augmentation du diamètre du cristallin et une diminution de la courbure de la face antérieure.

Ceci permet l'accommodation, défini par la capacité à mettre au point sur la rétine des images d'objets situés à moins de 5 mètres alors qu'au repos la mise au point se fait sur l'infini.

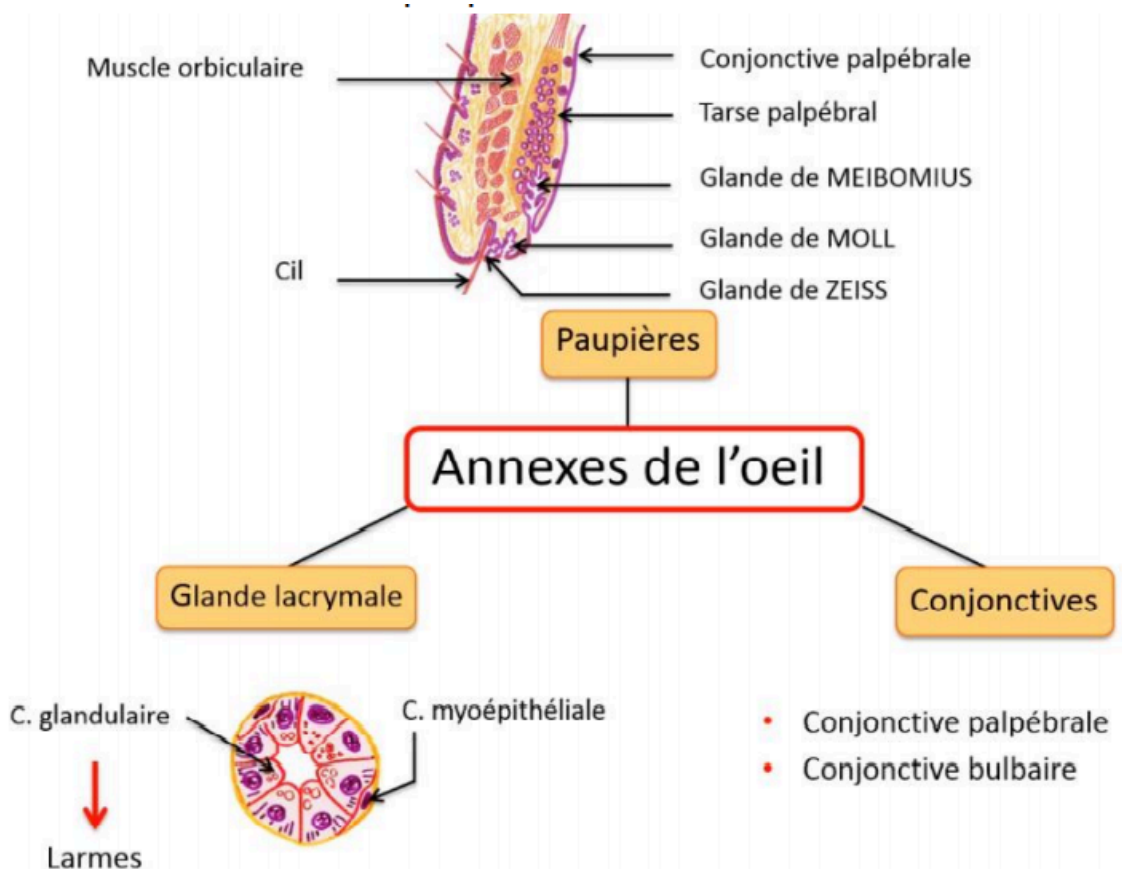
En pathologie la presbytie se définit par une diminution des capacités d'accommodation, dû à une diminution de la déformabilité du cristallin.

### C) Le corps vitré

Il remplit le segment postérieur de l'œil. Il s'agit d'un tissu conjonctif mucoïde qui réalise une substance gélatineuse transparente. En périphérie du corps vitré se trouvent de rares fibrocytes appelés hyalocytes, et des fibres de collagène fixées à la limitante interne de la rétine. Son centre est occupé par le canal de cloquet, qui est un canal sans parois propres, rempli d'humeur aqueuse, qui s'étend du cristallin à la papille optique. Il s'agit d'un vestige de l'artère hyaloïdienne.

## IV) Les annexes de l'œil

Elles sont constituées des paupières, des conjonctives, et des glandes lacrymales.



### A) Les paupières

Ce sont des replis cutanéomuqueux qui peuvent recouvrir la face antérieure de l'œil. Leur face antérieure est recouverte d'une peau fine et duveteuse. Leur axe est constitué d'un tissu conjonctif lâche associé aux **muscles orbiculaires des paupières**. En arrière du muscle, nous retrouvons une épaisse plaque de tissu conjonctif dense appelé **tarse palpébral** à la périphérie duquel s'insère un muscle lisse : le **muscle palpébral**. La face postérieure des paupières est recouverte par la **conjonctive palpébrale**. Au niveau du bord libre des paupières se trouvent les **follicules pilo-sébacés**, qui associent des cils, des glandes sébacées appelées glandes de **Zeiss** et des glandes **sudoripares** rudimentaires non pelotonnées appelées glandes de **Moll**. En arrière des cils, s'ouvrent les canaux excréteurs des glandes de Meibomius qui sont de volumineuses glandes sébacées non annexées à des poils, dont le corps est situé dans le tarse palpébral.

### B) Les conjonctives

Elles correspondent à un épithélium reposant sur une membrane basale, qui recouvre la face interne de la paupière, se réfléchit au niveau du cul de sac conjonctival, pour tapisser la face antérieure du globe oculaire jusqu'à la cornée. La **conjonctive palpébrale** est constituée d'un épithélium prismatique uni ou bi stratifié renfermant des cellules caliciformes.

La **conjonctive bulbaire** est constituée d'un épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé. Des cellules caliciformes sont présentes dans les couches superficielles et peuvent former des amas, réalisant des glandes intra-épithéliales.

### C) La glande lacrymale

La glande lacrymale est située à l'angle supéro-externe de l'orbite. Il s'agit d'une glande tubulo-acineuse dont la structure est proche de celle des glandes salivaires. Elle produit en permanence les larmes, qui exercent un rôle trophique et protecteur pour la cornée mais aussi un rôle mécanique en facilitant le glissement des deux conjonctives l'une sur l'autre. Les larmes sont évacuées à l'angle interne de l'œil par les canalicules lacrymaux : un canalicule supérieur et un canalicule inférieur qui s'unissent avant de s'ouvrir dans le sac lacrymal qui se draine dans la fosse nasale homolatérale.

## Partie 5 : L'oreille

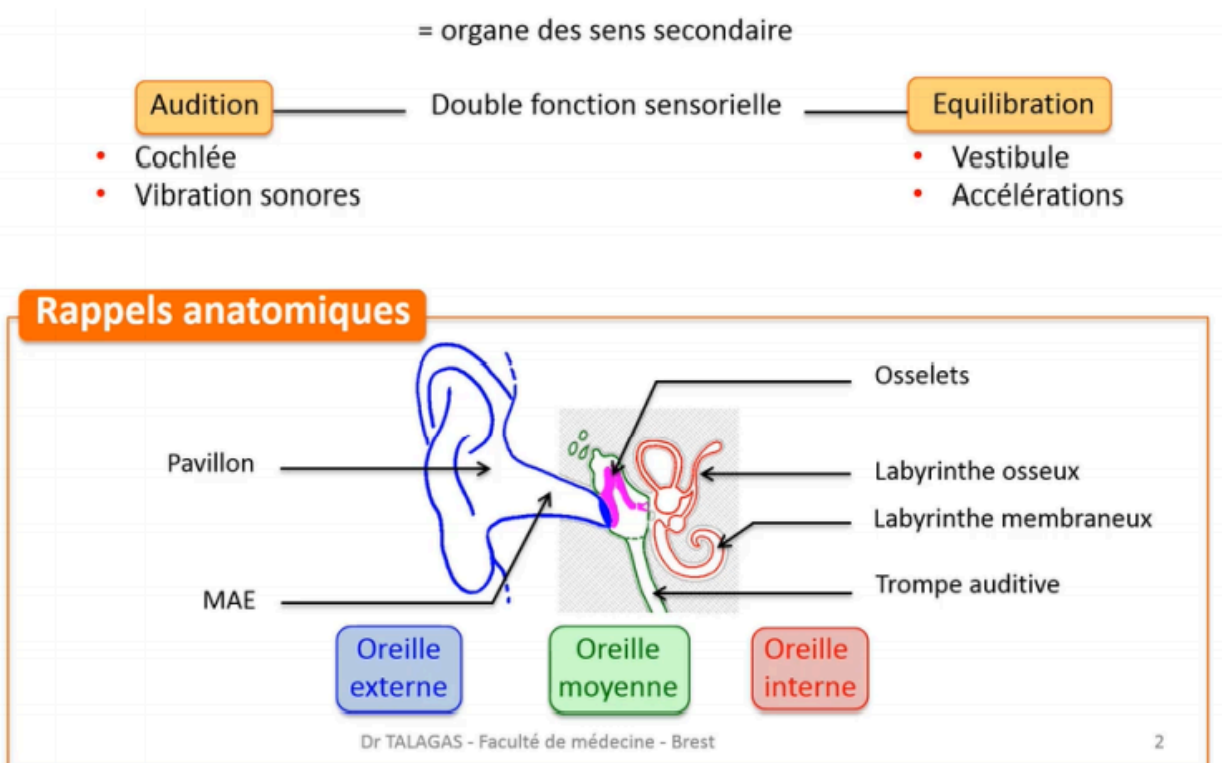
### I) Introduction

L'oreille est l'organe de l'audition et de l'équilibration. Elle assure donc deux fonctions sensorielles :

- l'audition au niveau de la cochlée qui perçoit les vibrations sonores.
- l'équilibration au niveau du **vestibule**, qui perçoit les **accélérations**.

### II) Rappels anatomiques

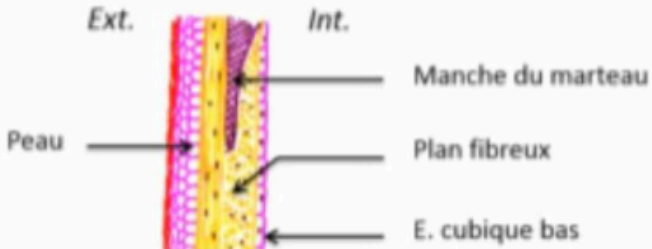
L'oreille est principalement située dans le rocher, au sein de l'os temporal. Elle comprend trois parties.



- Premièrement, l'**oreille externe** constituée du pavillon et du méat acoustique externe. Elle capte les sons et les conduit jusqu'au tympan.
- Deuxièmement, l'**oreille moyenne** est représentée par la caisse du tympan. Il s'agit d'une cavité remplie d'air qui communique en arrière avec les cellules mastoïdiennes et se poursuit en bas et en avant par la trompe auditive (ou trompe d'Eustache) qui s'ouvre dans le rhinopharynx. L'oreille moyenne assure la transmission et l'amplification des vibrations sonores.

- Enfin, l'**oreille interne** est constituée de cavités creusées dans l'os temporal. Ces cavités forment le labyrinthe osseux qui renferme des sacs liquidiens réalisant le labyrinthe membraneux. Ce labyrinthe comporte lui-même deux parties : le vestibule situé en haut et en arrière, au sein duquel se trouvent les cellules sensorielles de l'équilibration et la cochlée, située en bas et en avant au sein de laquelle se trouvent les cellules sensorielles auditives. L'oreille interne est à contenu liquidien. Le labyrinthe osseux, contient la périmylpmphe et le labyrinthe **membraneux** l'**endolymph**.
- Cette oreille interne communique avec l'oreille moyenne par deux orifices : la fenêtre ovale et la fenêtre ronde.

### III) L'oreille externe

<b>Pavillon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartilage élastique</li> <li>• → concentration des vibrations sonores sur le tympan</li> </ul>
<b>M.A.E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1/3 externe               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartilage élastique</li> <li>• Peau + poils + <b>glandes sébacées et cérumineuses</b> → <b>cérumen</b></li> </ul> </li> <li>• 2/3 internes               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os temporal</li> <li>• Peau (0 annexe)</li> </ul> </li> </ul>
<b>Tympan</b>	 <p>Ext. Int.</p> <p>Manche du marteau</p> <p>Plan fibreux</p> <p>E. cubique bas</p> <p>Peau</p>

Au niveau de l'oreille externe, le pavillon est constitué d'un squelette de cartilage élastique recouvert par de la peau. Au niveau du lobe de l'oreille, il n'y a pas de cartilage, mais seulement du tissu adipeux. La forme du pavillon favorise la concentration des vibrations sonores sur le tympan. Le tiers externe du méat acoustique externe est bordé par une paroi cartilagineuse élastique. Ce cartilage est recouvert d'une peau fine, riche en poils, qui contient deux types de glandes :

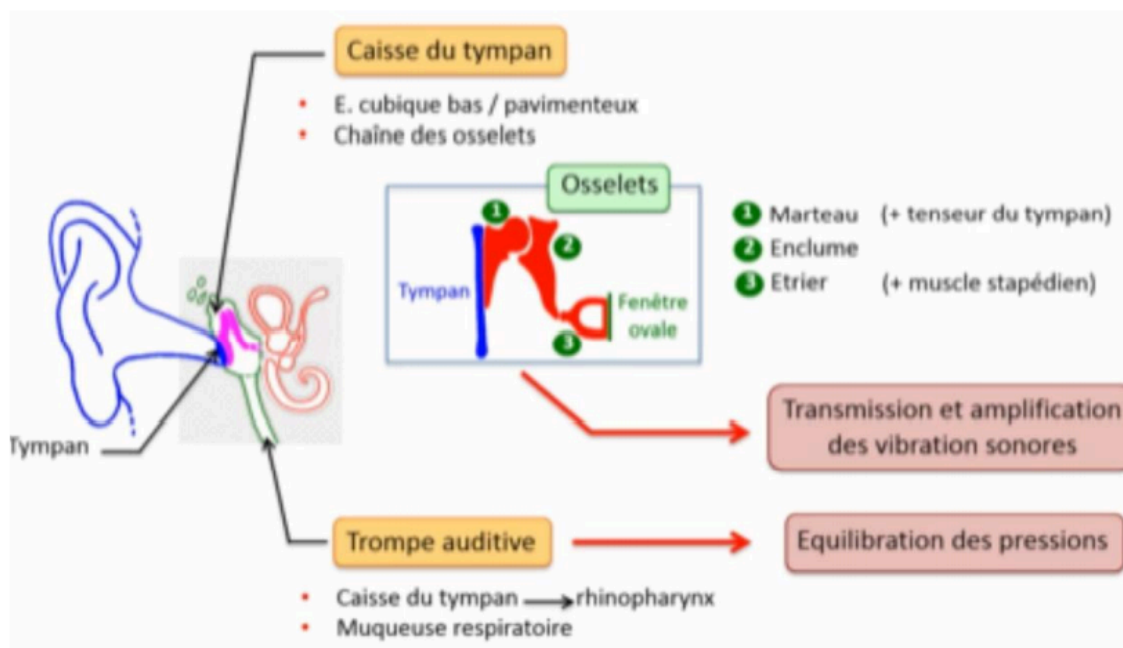
- Des glandes **sébacées** annexées aux poils qui produisent le sébum.
- Des glandes **cérumineuses** qui correspondent à des glandes sudoripares apoclines modifiées élaborant une sécrétion grasse et cireuse qui se mêle au sébum. Le mélange de ces sécrétions réalise le cérumen.

Sur ses deux tiers internes, le méat acoustique externe progresse dans l'épaisseur de l'os temporal, qui est recouvert d'une peau fine dépourvue d'annexes.

Le tympan ferme le méat acoustique externe et le sépare de l'oreille moyenne. Il s'agit d'une fine membrane qui comporte de l'extérieur vers l'intérieur :

- Une **peau** très fine, dépourvue d'annexes.
- Un **plan fibreux dense** dans l'épaisseur duquel s'insère le manche du marteau.
- Une **muqueuse tympanique**, qui correspond à un épithélium cubique bas en continuité avec l'épithélium qui tapisse le reste de la caisse du tympan.

#### IV) L'oreille moyenne



La **caisse du tympan** est une cavité remplie d'air. Elle est bordée par un épithélium simple cubique bas ou pavimenteux qui se prolonge à la surface des **cellules mastoïdiennes** et au début de la **trompe auditive**. Cet épithélium tapisse également les osselets en dehors des surfaces articulaires.

Une chaîne de 3 osselets articulés traverse la caisse du tympan et relie le tympan à la fenêtre ovale. Cette chaîne assure la transmission et l'amplification des vibrations sonores.

Elle est constituée du **marteau** (dont le manche s'insère sur le tympan), de l'**enclume** et de l'**étrier** (dont la platine s'appuie sur la fenêtre ovale).

Deux muscles striés à commandes involontaires sont associés à la chaîne des osselets.

- Le muscle **tenseur du tympan** ou muscle du marteau.
- Et le muscle **stapédien** ou muscle de l'étrier.

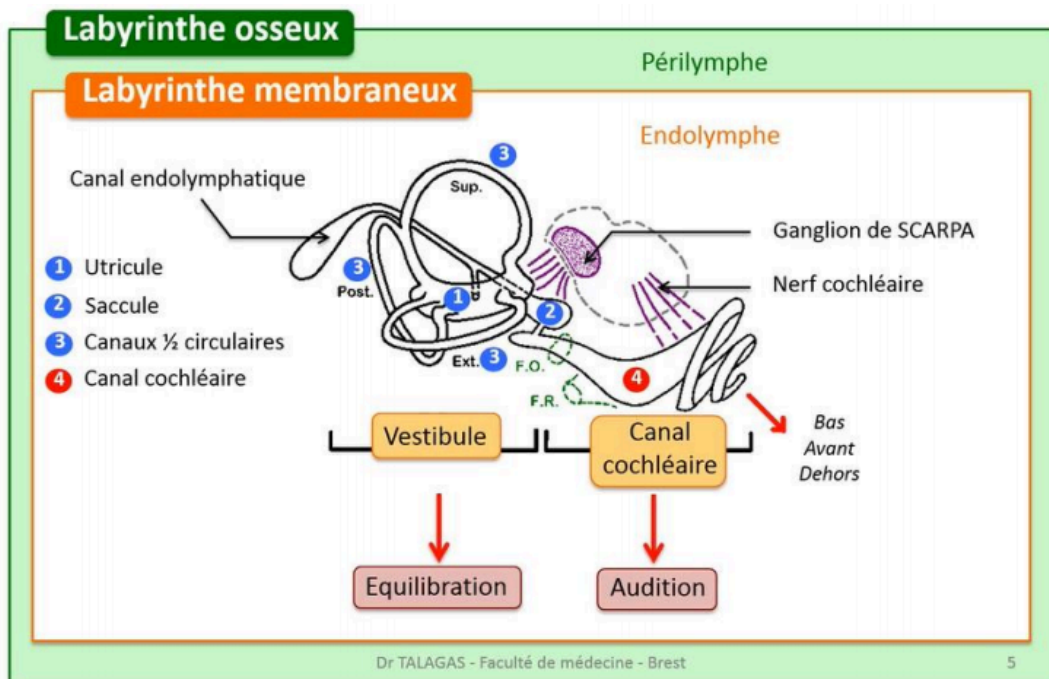
Leurs contractions réduisent la tension du tympan, protégeant ainsi l'oreille interne des traumatismes sonores.

L'oreille moyenne communique avec l'oreille interne par deux orifices fermés par de fines membranes conjonctive :

- Le premier orifice est la **fenêtre ovale** qui est obturée par la platine de l'étrier. Elle s'ouvre sur la **rampe vestibulaire** de la cochlée.
- Le deuxième orifice, la fenêtre ronde, qui est obturé par une membrane souple recouverte par la muqueuse de la caisse du tympan. Elle s'ouvre sur la rampe tympanique de la cochlée.

La trompe auditive ou trompe d'Eustache fait communiquer la caisse du tympan avec le rhinopharynx. Elle permet à la caisse du tympan d'être remplie d'air à la pression atmosphérique. Elle est bordée dans sa partie initiale par un épithélium identique à celui tapissant la caisse du tympan. Cet épithélium laisse place ensuite à une muqueuse respiratoire riche en follicules lymphoïdes qui réalise l'amygdale tubaire.

## V) L'oreille interne



L'oreille interne est constituée de cavités creusées dans l'**os temporal**. Ces cavités forment le labyrinthe osseux qui renferme des sacs liquidiens réalisant le labyrinthe membraneux.

Le labyrinthe osseux est rempli de liquide, la pérylympe. Sa composition est comparable à celle du liquide céphalo-rachidien, riche en sodium et pauvre en potassium.

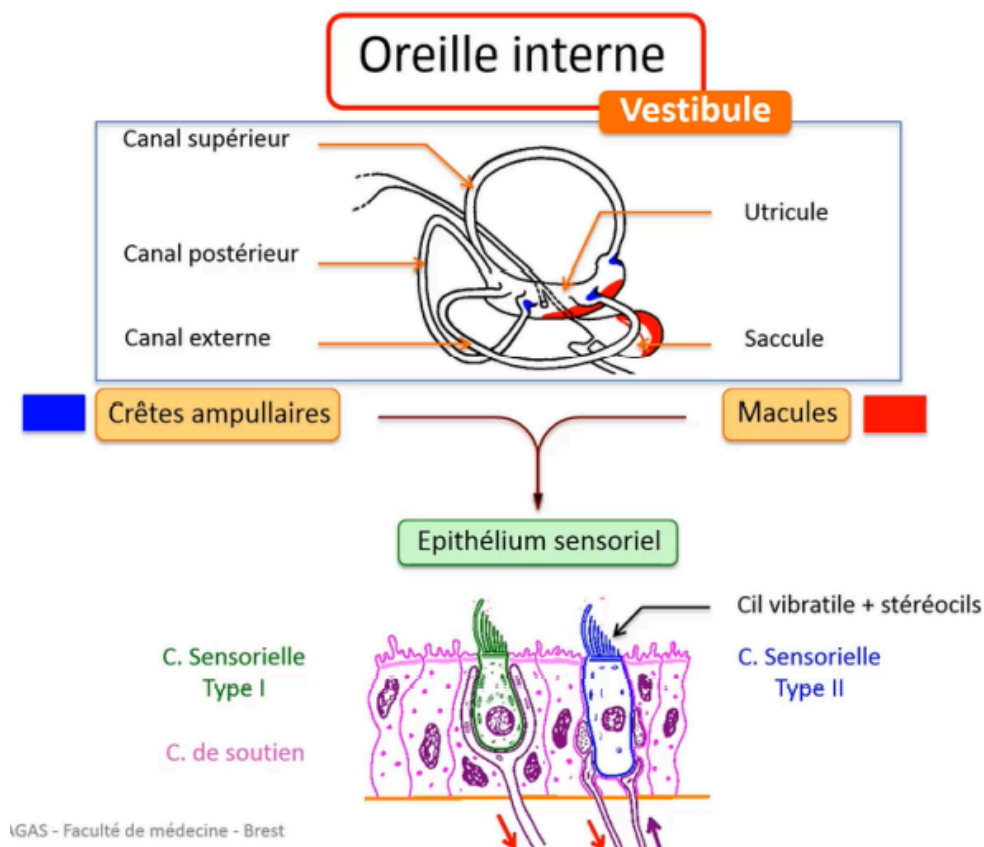
La paroi du labyrinthe membraneux est mince, constituée d'un épithélium simple, cubique, bas ou pavimenteux reposant sur un chorion vascularisé.

Le labyrinthe membraneux comporte deux parties.

- La première est le vestibule situé en haut et en arrière, au sein duquel se trouvent les cellules sensorielles de l'équilibration. Le vestibule est constitué de trois canaux semi-circulaires disposés dans les trois plans de l'espace. Ces canaux s'insèrent à leurs deux extrémités sur l'utricule qui communique avec le saccule.
- La seconde partie du labyrinthe membraneux est représentée par le canal cochléaire situé en bas et en avant, qui naît du saccule et au sein duquel se trouvent les cellules sensorielles de l'audition. Le labyrinthe membraneux est rempli de liquide : l'endolymphe.

**L'endolymphe** est sécrétée par la strie vasculaire de la cochlée et est éliminée vers les espaces sous arachnoïdiens à travers la paroi du canal endolymphatique qui naît de la face interne du vestibule.

### A) Le vestibule

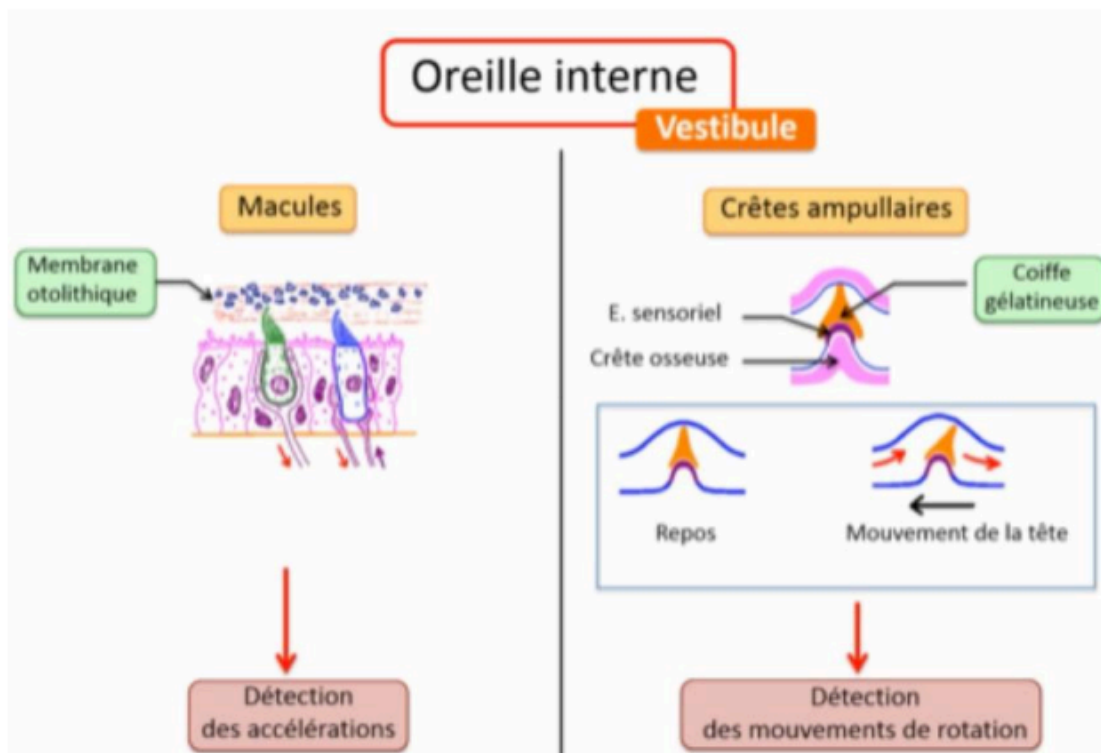


Le vestibule comporte deux zones sensorielles de l'équilibration : les macules situées dans l'utricule et le saccule, et les crêtes ampullaires au nombre de trois, avec une crête ampullaire par canal semi-circulaire.

L'épithélium sensoriel est identique dans les macules et les crêtes ampullaires. Il s'agit d'un épithélium spécialisé associant des cellules sensorielles et des cellules de soutien. Il est prismatique haut et repose sur une membrane basale épaisse.

Deux types de cellules sensorielles sont présentes :

- Les **cellules de type 1**, piriformes, possèdent à leur pôle apical un cil vibratile et des stéréocils de longueur décroissante en partant du cil vibratile. A leur pôle basal, elles forment des synapses en forme de calice avec les extrémités dendritiques de neurones ganglionnaires sensoriels dont les corps cellulaires se trouvent dans le ganglion de Scarpa.
- Les **cellules de type 2**, cylindriques présentent les mêmes caractéristiques que les cellules de type 1 à leur pôle apical. A leur pôle basal, elles forment des synapses avec les extrémités dendritiques des neurones ganglionnaires sensoriels. Les axones des neurones ganglionnaires sensoriels forment la branche vestibulaire du nerf auditif.



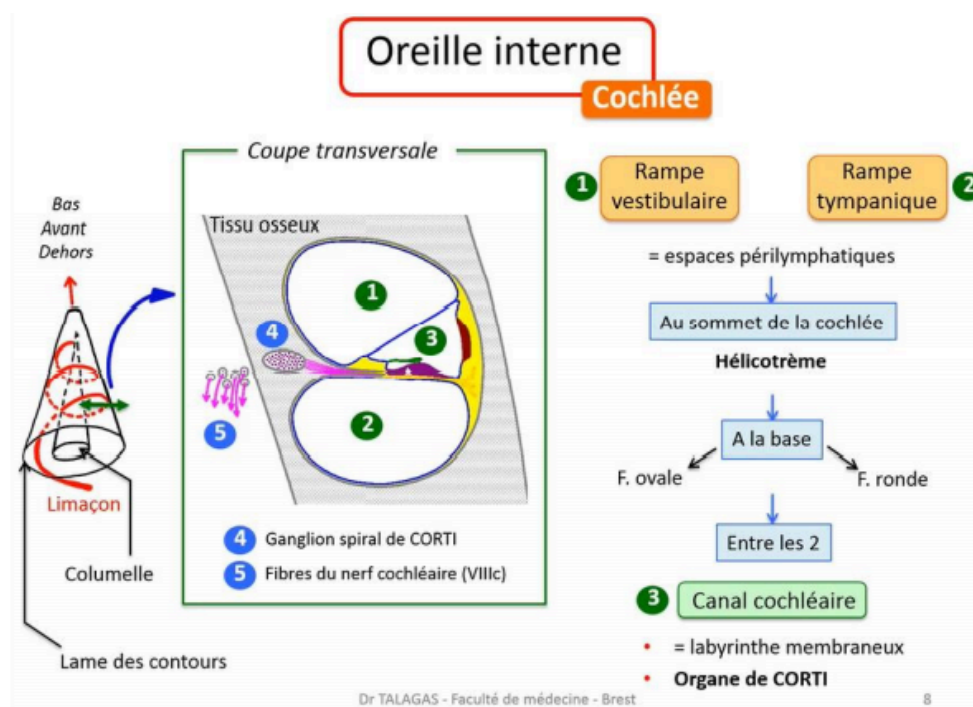
Les cellules sensorielles sont identiques dans les macules et les crêtes ampullaires, mais il existe des différences :

- **Au niveau des macules**, les cellules réceptrices ciliées sont recouvertes par la membrane otolithique. Cette membrane est une substance fondamentale gélatineuse renfermant des cristaux de carbonate de calcium appelés otolithes. Les accélérations sont détectées grâce au mouvement de la membrane otolithique qui provoque une flexion des stéréocils. Les accélérations horizontales sont détectées par la macule de l'utricule, alors que les accélérations verticales dont la pesanteur sont détectées par la macule du saccule.

- **Au niveau des crêtes ampullaires**, l'épithélium sensoriel repose sur un repli osseux perpendiculaire à l'axe du canal semi-circulaire dénommé crête osseuse. L'épithélium est recouvert d'une coiffe gélatineuse qui obstrue transversalement la lumière du canal semi-circulaire. Les mouvements de rotation de la tête sont détectés grâce aux mouvements de la coiffe gélatineuse qui provoquent une flexion des stéréocils. Les signaux sont ensuite transmis aux neurones ganglionnaires sensoriels.

## B) La cochlée

### 1) Histologie

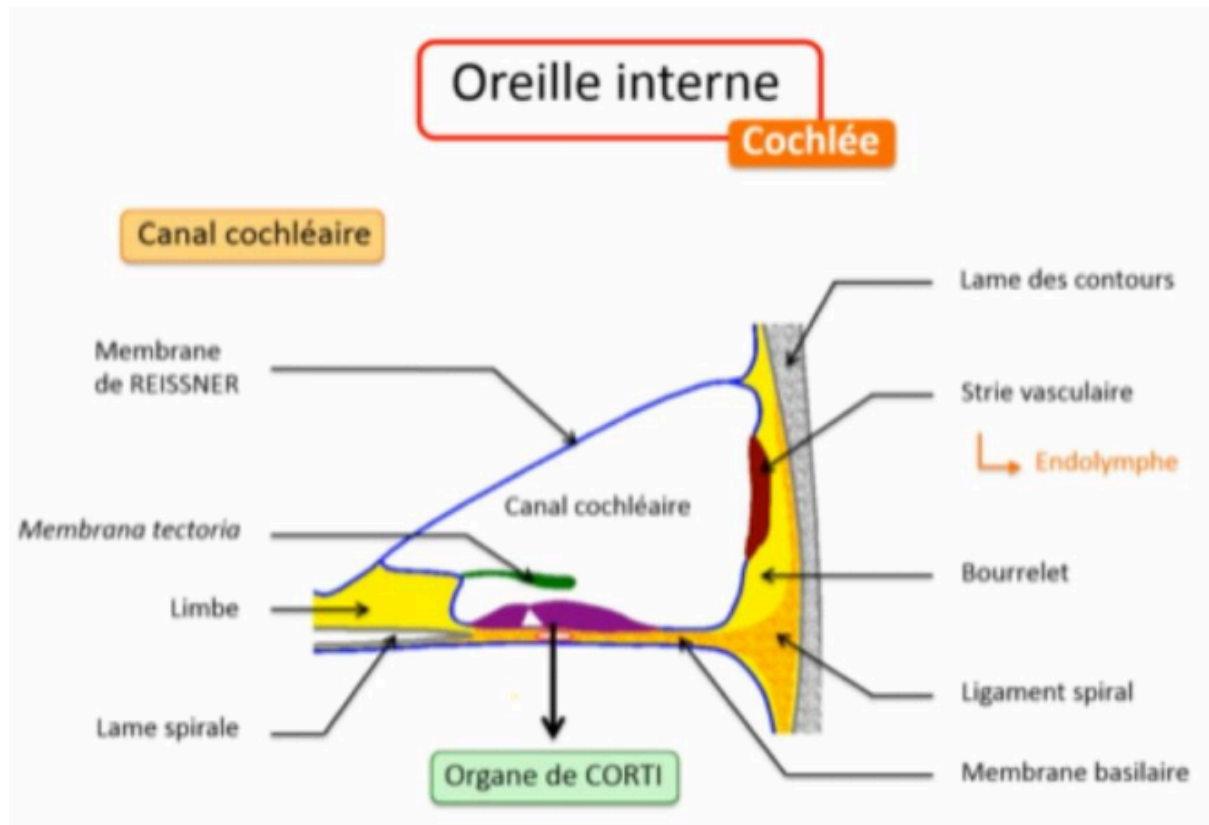


La cochlée s'enroule dans un canal osseux de section ovale, le **limaçon**. Le limaçon, limité latéralement par une paroi osseuse, la lame des contours, décrit deux tours et demi de spire autour d'un axe conique orienté en bas, en avant et en dehors, la **columelle**.

Sur une coupe transversale du limaçon, la cochlée apparaît formée de trois canaux superposés. Les rampes vestibulaire et tympanique en haut et en bas appartiennent aux espaces périlymphatiques. Elle communique l'une avec l'autre au sommet du limaçon par un orifice dénommé **hélicotrème**.

A la base, la rampe **vestibulaire** s'ouvre sur la fenêtre **ovale**, obturée par la platine de l'étrier, et la rampe **tympanique** s'ouvre sur la fenêtre **ronde**.

Entre les deux rampes, le canal cochléaire appartient au labyrinthe membraneux. Il contient l'**organe de Corti**, où se trouvent les cellules épithéliales sensorielles de l'audition. Ces cellules font synapse avec les neurones ganglionnaires dont les corps cellulaires sont situés dans le ganglion spiral de Corti. Les axones de ces neurones forment la branche cochléaire du nerf auditif situé au centre de la columelle. À la base du limaçon, le canal cochléaire communique avec le saccule par un fin canal. Il se termine en cul de sac au sommet du limaçon.



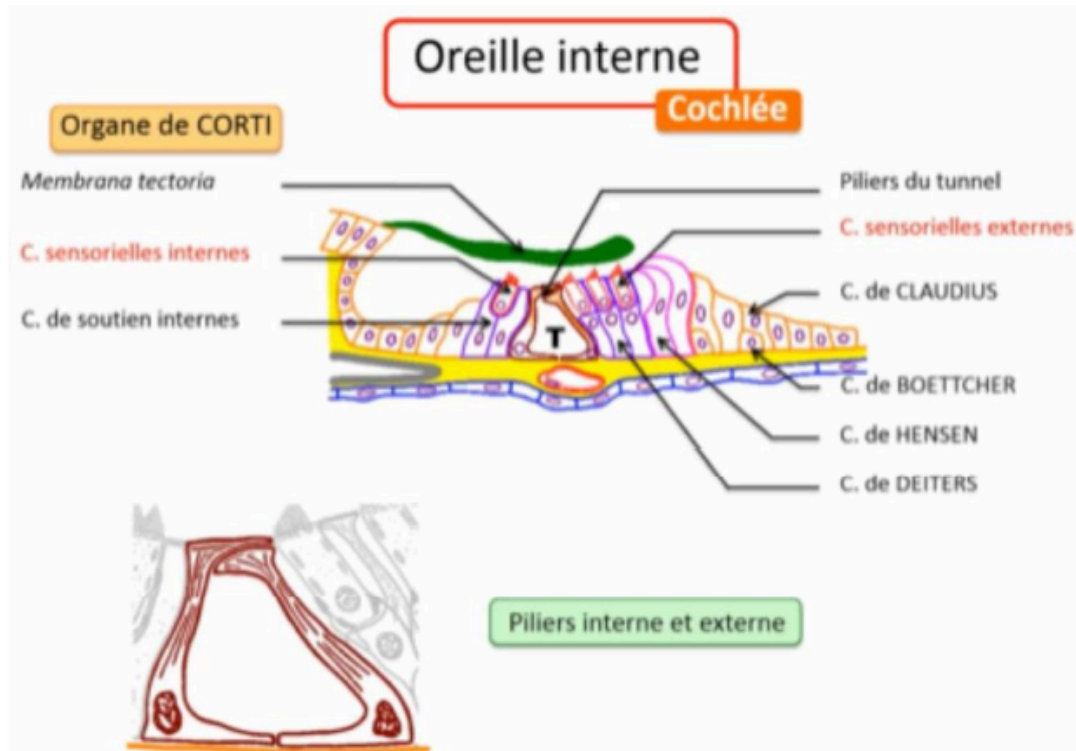
Le canal cochléaire apparaît triangulaire en coupe transversale. Sa paroi supérieure qui le sépare de la rampe vestibulaire correspond à la **membrane de Reissner**. C'est une membrane extrêmement souple, tendue du sommet de la **strie vasculaire** jusqu'au **limbe spiral**. Elle est recouverte sur ses deux faces par un épithélium pavimenteux simple.

Sa paroi externe, dans ses deux tiers supérieurs, est constituée par la strie vasculaire. Il s'agit d'un épithélium stratifié infiltré de nombreux capillaires. La strie vasculaire élabore l'endolymphe.

Dans le tiers inférieur, nous retrouvons le **bourrelet**, qui est un tissu conjonctif richement vascularisé, recouvert d'un épithélium cubique simple qui serait susceptible de résorber l'endolymphe.

La paroi inférieure qui sépare le canal cochléaire de la rampe tympanique est constituée par une expansion osseuse spirale dénommée **lame spirale**, qui naît perpendiculairement à l'axe de la columelle.

La lame spirale est recouverte par le limbe spiral qui supporte l'extrémité interne de la **membrana tectoria**, une structure gélatineuse qui recouvre l'organe de Corti. La paroi interne se prolonge en dehors par la **membrane basilaire** qui se fixe en dehors sur la **lame des contours** par l'intermédiaire du **ligament spiral**. La membrane basilaire est une cloison conjonctive dont la largeur augmente de la base vers le sommet du limaçon. Elle porte l'organe de Corti sur sa face supérieure. Dans son épaisseur se trouve un volumineux capillaire sanguin qui chemine sous l'organe de Corti.

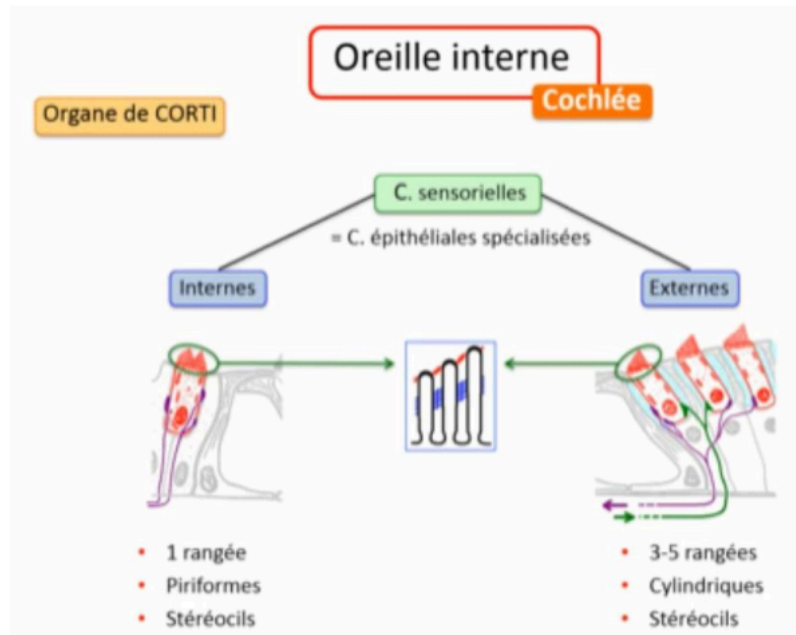


L'**organe de Corti** est la zone sensorielle auditive. Il s'agit d'un épithélium spécialisé associant cellules sensorielles et cellules de soutien. Cet épithélium est prismatique haut et repose sur une fine membrane basale.

Les pôles apicaux des cellules sensorielles et des cellules de soutien forment une structure géométrique très rigoureusement organisée, appelée membrane réticulaire. Elle correspond à une structure rigide percée d'orifices par où sortent les pôles apicaux ciliés des cellules sensorielles.

Dans le tiers interne, nous observons le tunnel de Corti, qui est bordé par les piliers interne et externe. Ces piliers sont des cellules épithéliales très hautes. Le pilier externe étant placé sous le pilier interne (*dixit Matthieu : comme à l'hôpital, l'externe est subordonné à l'interne*). Les cellules sensorielles situées de part et d'autre des piliers sont des cellules épithéliales spécialisées.

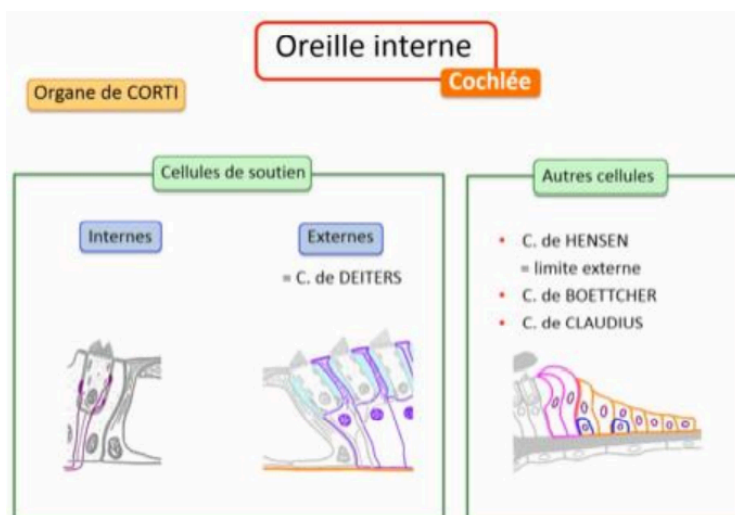
- Les cellules sensorielles internes, au nombre de 3500, se disposent sous la forme d'une rangée.
- Les cellules sensorielles externes, au nombre de 12.000 à 15.000, forment trois rangées à la base, mais cinq au sommet, alors que la membrane basilaire s'élargit.



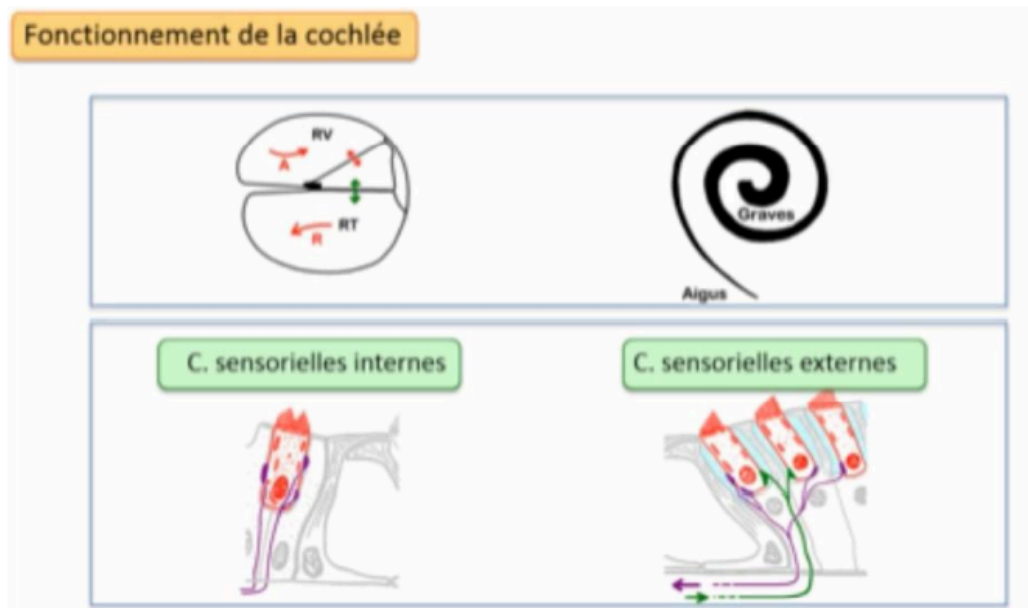
Les cellules sensorielles externes possèdent à leur pôle apical des stéréocils, reliés latéralement les uns aux autres. Les stéréocils les plus longs sont reliés à la membrana tectoria. A leur pôle basal, elles font synapses avec les extrémités dendritiques des neurones ganglionnaires sensoriels.

Les cellules sensorielles internes ont les mêmes caractéristiques que les cellules sensorielles externes, mais les stéréocils restent libres dans l'endolymphe. Par ailleurs, les synapses sont plus nombreuses, ce qui leur confère une meilleure résistance aux agressions sonores et au vieillissement. Notons enfin que les stéréocils sont recouverts d'un cell coat. La surdité induite par la streptomycine, un antibiotique, s'explique par la fixation de l'antibiotique sur ce cell coat, provoquant l'adhésion irréversible des stéréocils les uns aux autres.

Les cellules sensorielles que nous venons de décrire sont entourées par des cellules de soutien internes et externes.



## 2) Histophysiologie



Les vibrations sonores provoquent des vibrations du tympan qui sont amplifiées par la chaîne des osselets et transmises à la membrane de la fenêtre ovale.

Les vibrations de la fenêtre ovale provoquent des variations de pression de la périlymphe dans la rampe vestibulaire. Par l'intermédiaire de la membrane de Reissner, qui est très souple, ces variations de pression sont transmises à l'endolymphe du canal cochléaire, provoquant un mouvement de la membrane basilaire et donc de l'organe de Corti.

Les variations de pression parviennent affaiblies dans la rampe tympanique via l'hélicotreème, avant de s'amortir contre la fenêtre ronde.

L'inégalité des pressions de part et d'autre de la membrane basilaire amplifie les mouvements de la membrane basilaire et de l'organe de Corti dans des zones limitées qui dépendent de la fréquence :

- Les sons **graves** (de basse fréquence) induisent des mouvements de la membrane basilaire à l'**apex** de la cochlée.
- Les sons **aigus** (de fréquence élevée) induisent quant à eux des mouvements de la membrane basilaire à la **base** de la cochlée.

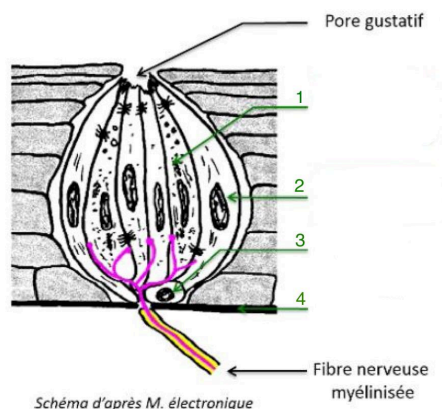
Les mouvements de l'organe de Corti provoquent la flexion des stéréociles des cellules sensorielles et donc l'ouverture de canaux ioniques et une dépolarisation de membrane. Le signal est ensuite transmis aux neurones ganglionnaires sensoriels par l'intermédiaire des synapses.

**Proposition de QCMs :** (non officiels)

QCM 1 - A propos de l'histologie des organes des sens :

- A. L'oreille est le seul organe des sens tertiaire.
- B. L'épithélium de la muqueuse olfactive est un neuro-épithélium prismatique pseudo-stratifié. Il est moins épais que l'épithélium respiratoire adjacent.
- C. Dans l'épithélium de la muqueuse olfactive on retrouve les glandes de Bowman.
- D. L'épithélium de la muqueuse olfactive est composée de 3 types cellulaires.
- E. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

QCM 2 - A propos de l'histologie des organes des sens :



- A. Les bourgeons du goût se retrouvent exclusivement sur la langue.
- B. Sur le schéma, le 3 correspond à une cellule de soutien.
- C. Sur le schéma, le 1 correspond à une cellule épithéliale sensorielle.
- D. Les récepteurs de la saveur salée sont situés de manière imprécise sur la langue, contrairement aux récepteurs des saveurs sucrée, acide et amer qui ont des zones préférentielles.
- E. Toutes les propositions suivantes sont fausses.

QCM 3 - A propos de l'histologie des organes des sens :

- A. Dans la cornée, la membrane de Descemet correspond à la membrane basale de l'épithélium postérieur.
- B. Dans la vision, 3 types de neurones de transmission sont décrits : les cellules amacrine, les cellules horizontales et les cellules interplexiformes.
- C. Le pavillon de l'oreille externe est constitué de cartilage fibreux.
- D. L'organe de Corti est la zone sensorielle auditive.
- E. Toutes les propositions suivantes sont fausses.

**QCM 1 - Correction : D**

- A. Faux, il s'agit de l'œil.
- B. Faux, il est plus épais que l'épithélium respiratoire, le reste de la proposition est vrai.
- C. Faux, on retrouve les glandes de Bowman dans le chorion de la muqueuse olfactive.
- D. Vrai, on retrouve les cellules olfactives, les cellules de soutien et les cellules basales.
- E. Faux.

**QCM 2 - Correction : CD**

- A. Faux, on peut aussi retrouver des bourgeons du goût sur l'épiglotte, le pharynx, le larynx et le voile du palais.
- B. Faux, il s'agit d'une cellule basale.
- C. Vrai.
- D. Vrai.
- E. Faux.

**QCM 3 - Correction : AD**

- A. Vrai.
- B. Faux, ce sont les neurones d'association. Les neurones de transmissions sont les cellules bipolaires et multipolaires.
- C. Faux, le pavillon de l'oreille externe est constitué de cartilage élastique.
- D. Vrai.
- E. Faux.