

Chapitre 16 : Développement des organes des sens

2014

Table des matières

<u>Introduction</u>	0
<u>1. LE TACT</u>	0
<u>2. LA GUSTATION (bourgeons du goût)</u>	0
<u>3. L'OLFACTION (épithélium olfactif)</u>	0
<u>4. Les organes de l'AUDITION et de l'EQUILIBRATION</u>	0
<u>4.1. Développement de l'oreille interne</u>	0
<u>4.1.1. Formation du labyrinthe</u>	0
<u>4.1.2. Formation du labyrinthe membraneux</u>	0
<u>4.1.3. Les ganglions stato-acoustiques</u>	0
<u>4.2. Développement de l'oreille moyenne</u>	0
<u>4.2.1. Formation des osselets</u>	0
<u>4.2.2. Formation de la caisse du tympan</u>	0
<u>4.3. Développement de l'oreille externe</u>	0
<u>5. L'appareil de la VISION</u>	0

<u>5.1. L'ébauche optique</u>	0
<u>5.2. L'ébauche cristallinienne</u>	0
<u>5.3. Evolution des ébauches</u>	0
<u>5.4. Le mésenchyme</u>	0
<u>5.4.1. Le mésenchyme situé dans la concavité de la cupule optique</u>	0
<u>5.4.2. Le mésenchyme qui entoure la cupule optique</u>	0
<u>5.5. Les paupières</u>	0
<u>5.6. Les glandes lacrymales</u>	0
<u>5.7. La musculature extrinsèque de l'œil</u>	0
<u>5.8. La musculature intrinsèque de l'œil</u>	0
<u>5.9. La vascularisation</u>	0
<u>5.10. Les malformations</u>	0

Introduction

Les organes des sens sont caractérisés par la présence de cellules sensorielles capables de générer un phénomène de transduction, c'est à dire de transformation d'une énergie mécanique ou chimique en un courant électrique (influx nerveux) transmis à une aire cérébrale par l'intermédiaire d'une cellule ganglionnaire. La cellule sensorielle peut être la cellule ganglionnaire elle-même ou une cellule spécifique située à l'étage de réception. Selon l'organe des sens, l'origine embryologique des cellules sensorielles est différente :

- elles dérivent directement du neuro-ectoderme pour le tact et la vision;
- elles se différencient dans l'épithélium buccal au niveau des bourgeons du goût pour la gustation
- elles se différencient au niveau des placodes, zones spécifiques apparaissant au niveau de l'ectoderme du pôle céphalique à la 4^e semaine ([cf. Chapitre 5 § 2.1.3](#)) pour l'olfaction, l'audition et l'équilibration.

Les cellules sensorielles (transductrices) sont le plus souvent associées à des éléments de soutien et à des structures protectrices dont l'origine peut être différente de celle des cellules sensorielles.

Figure 1 : Les organes des sens

1. LE TACT

Les éléments sensoriels du tact sont disséminés au niveau du tégument, ce sont les terminaisons des cellules en T des ganglions spinaux ([cf. Chapitre 15 §1.2](#)). Les terminaisons peuvent être nues (« **terminaisons libres** ») pour les fibres thermosensibles et nociceptives, ou accompagnées par des cellules mésenchymateuses qui participent à la formation de corpuscules (« **terminaisons encapsulées** ») pour les fibres mécano-réceptrices.

Le développement des éléments sensoriels accompagne celui de la peau ([cf. Chapitre 14](#)): à la 11ème semaine des terminaisons libres sont présentes au niveau du tégument et dès le 4ème mois les papilles dermiques sont bien visibles avec les ébauches des terminaisons nerveuses encapsulées, au niveau des zones glabres de la face, de la paume des mains et de la plante des pieds. Ces terminaisons siègent, selon leur type, au contact de la **couche basale** de l'épiderme (**disque de Merkel**) et dans l'axe des papilles dermiques (**corpuscule de Meissner**). Les plus profonds, situés dans le derme (**corpuscule de Ruffini**) et dans le tissu sous-cutané (**corpuscules de Pacini**) apparaissent plus tardivement, au 6ème mois.

Figure 2 : Les éléments sensoriels du tact

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

2. LA GUSTATION (bourgeons du goût)

Le développement des éléments sensoriels intervient après celui de la langue ([cf . Chapitre11 § 2.1.3.1](#)). Les cellules transductrices sont situées dans les **bourgeons du goût** encastrés dans l'épithélium des papilles de la langue. Ces cellules sensorielles sont en contact avec les prolongements distaux des cellules ganglionnaires.

Le développement des bourgeons du goût accompagne celui des papilles de la langue :

- les premières sont les **papilles caliciformes** qui se développent à partir de la 9ème semaine du développement dans la région du **V lingual** au contact des terminaisons nerveuses du **nerf glosso-paryngien (IX)** dont les corps cellulaires siègent au niveau des ganglions d'Andersch et d' Ehrenritter.
- les **papilles fungiformes** apparaissent vers la 10ème semaine du développement sur la surface des 2/3 antérieurs de la langue au contact des terminaisons des fibres nerveuses de la corde du tympan (contingent sensitif du nerf facial, VII bis) dont les corps cellulaires siègent au niveau du ganglion géniculé.

Ce sont ces deux catégories de papilles qui portent des **bourgeons du goût** ; les papilles filiformes en sont dépourvues comme les nombreuses papilles qui se développent sur toute la surface de la muqueuse buccale pendant la vie fœtale et qui dégénèrent avant la naissance.

- D'autres bourgeons du goût sont disséminés dans l'épithélium de la base de la langue et de l'épiglotte : ils se développent également à partir de la 10ème semaine au contact des terminaisons du nerf laryngé supérieur (branche du X) dont les corps cellulaires siègent au niveau du ganglion plexiforme .

Pour l'ensemble des bourgeons du goût, les cellules transductrices se différencient à partir des cellules de l'épithélium lingual à la base de chaque bourgeon. Les cellules les plus jeunes repoussent les précédentes ; ce processus perdure après la naissance et assure le renouvellement des cellules sensorielles.

Figure 3 : Les bourgeons du goût

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

3. L'OLFACTION (épithélium olfactif)

La première ébauche de l'organe de l'olfaction apparaît dès la quatrième semaine du développement ([cf. Chapitre 5](#)) : ce sont les **placodes olfactives**, zones épaissies de l'**ectoderme** de chaque côté du **bourgeon frontal** à l'extrémité céphalique de l'embryon.

Au moment du remodelage de la face ([cf. Chapitre 9.2](#)), en même temps que s'individualisent les **bourgeons nasaux**, de chaque côté la placode olfactive **s'invagine** en profondeur déterminant la formation de la **cupule olfactive**.

Figure 4 : Formation des cupules olfactives

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Après la formation des **fosses nasales**, à la dixième semaine du développement, la zone profonde des cupules olfactives forme l'**épithélium olfactif** en continuité avec le revêtement du reste des **fosses nasales**, la **muqueuse pituitaire**. Dès leur différenciation dans l'épithélium olfactif, les **cellules transductrices** (neurones récepteurs olfactifs) émettent des prolongements cellulaires.

Figure 5 : L'ébauche de l'organe de l'olfaction

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Le prolongement apical des cellules transductrices, renflé à son extrémité (**vésicule olfactive**) se prolonge par des cils qui s'étalent à la surface de l'**épithélium olfactif** en contact avec l'air des **fosses nasales** contenant les molécules odorantes. L'**axone** se dirige vers le **bulbe olfactif** ([cf. Chapitre 15 §2.6.1](#)) en traversant l'**ébauche encore mésenchymateuse et cartilagineuse de la paroi du crâne** ([cf. Chapitre 9.1](#)).

L'ensemble de ces prolongements axonaux constitue **le nerf olfactif** et, après l'ossification de la base du crâne, cette zone de la boîte crânienne devient **la lame criblée de l'ethmoïde**.

Figure 6a: Formation du nerf olfactif

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

C'est au niveau du **bulbe olfactif** que les influx générés par les **cellules transductrices** sont transmis aux prolongements dendritiques des **cellules mitrales** dont les **axones** gagnent les centres de l'olfaction (**tractus olfactif**).

Figure 6b: Formation des voies olfactives

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

En dehors des défauts de formation du massif médian de la face de la face ([cf. 9.2.2.2](#)), la perte de l'odorat (anosmie) est rarement liée à un défaut du développement.

4. Les organes de l'AUDITION et de l'EQUILIBRATION

Les organes de l'audition et de l'équilibration sont situés au niveau de l'oreille. Pour ces deux organes des sens, les cellules transductrices et les cellules ganglionnaires, assurant la transmission de l'influx au système nerveux central, siègent au niveau de l'oreille interne et proviennent des **placodes otiques ou auditives**. La transmission des ondes sonores vers l'oreille interne est assurée par les structures de l'oreille externe et de l'oreille moyenne.

4.1. Développement de l'oreille interne

Les deux **placodes otiques ou auditives** se différencient dès le début de la 4ème semaine du développement au niveau de l'ectoderme situé de chaque côté du rhombencéphale. Au cours de la 4ème semaine, ces placodes s'invaginent dans le mésenchyme pour constituer les **vésicules otiques ou auditives**. A la fin du premier mois, ces vésicules se détachent de l'ectoderme qui leur a donné naissance et constituent une sphère creuse entourée de mésenchyme tandis qu'apparaît à leur face interne deux zones de bourgeonnement, les futurs **ganglions stato-acoustiques**.

Figure 7: La formation des vésicules otiques ou auditives

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.1.1. Formation du labyrinthe

De la 5° à la 8° semaine du développement, chacune des vésicules otiques ou auditives va se développer et se déformer pour constituer le **labyrinthe membraneux** rempli d'un liquide, l'**endo-lymph**. Autour de celui-ci, le mésenchyme se transforme en cartilage qui sera ultérieurement le siège d'une ossification pour donner le **labyrinthe osseux**. Entre labyrinthe membraneux et labyrinthe osseux, il persiste une couche de mésenchyme à l'origine d'un tissu réticulaire fin rempli de liquide, la **péri-**

lymphe (espaces péri-lymphatiques).

Figure 8: La formation du labyrinthe

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.1.2. Formation du labyrinthe membraneux

La formation du labyrinthe membraneux à partir de la vésicule otique est liée à plusieurs déformations successives :

A la fin de la 4° semaine, un étranglement divise la vésicule en deux zones, **l'utricule** et **le saccule** tandis qu'un diverticule situé à la face interne constitue **le canal endo-lymphatique**.

Figure 9: La formation du labyrinthe membraneux

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

De la 5° à la 8° semaine chacune des deux parties du labyrinthe membraneux va se modifier : **L'utricule** se prolonge par trois évaginations (*cf. glossaire*) qui s'accroient chacune en leur centre pour former **un canal semi-circulaire** dont l'une des zones d'abouchement à l'utricule est dilatée en ampoule. Au niveau de ces ampoules des canaux semi-circulaires, la paroi du labyrinthe s'épaissit et forme les **crêtes ampullaires** qui font saillie dans la cavité. C'est au niveau de ces crêtes que se différencient, vers la 7° semaine, une partie des cellules transductrices de l'appareil statotrépore sensible aux accélérations angulaires (équilibration).

Le saccule se prolonge par une seule évagination, **le canal cochléaire**. Celui-ci s'allonge considérablement et s'enroule sur lui-même pour constituer un canal spiral de deux tours et demi réuni au reste du saccule par un canal de très petit calibre, **le canal reuniens**.

- **L'utricule** se prolonge par trois évaginations (*cf. glossaire*) qui s'accroissent chacune en leur centre pour former **un canal semi-circulaire** dont l'une des zones d'abouchement à l'utricule est dilatée en ampoule. Au niveau de ces ampoules des canaux semi-circulaires, la paroi du labyrinthe s'épaissit et forme les **crêtes ampullaires** qui font saillie dans la cavité. C'est au niveau de ces crêtes que se différencient, vers la 7° semaine, une partie des cellules transductrices de l'appareil statotrépore sensible aux accélérations angulaires (équilibration).
- **Le saccule** se prolonge par une seule évagination, **le canal cochléaire**. Celui-ci s'allonge considérablement et s'enroule sur lui-même pour constituer un canal spiral de deux tours et demi réuni au reste du saccule par un canal de très petit calibre, **le canal reuniens**.

Figure 10: Le labyrinthe membraneux

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Le **canal cochléaire** prend progressivement une forme triangulaire à la coupe : sa face externe reste accolée à la paroi rigide (futur **labyrinthe osseux**), les deux autres faces en restant séparées par les espaces péri-lymphatiques, **la rampe vestibulaire** et **la rampe tympanique**. Ces deux rampes, bien distinctes à la 16° semaine, communiquent entre elles au sommet de la cochlée. C'est au niveau de la **membrane basilaire**, paroi du canal cochléaire le séparant de la rampe tympanique, qu'apparaît un épaissement faisant saillie dans la cavité du canal cochléaire, **l'organe spiral de Corti**, où se différencient **les cellules transductrices de l'appareil phono-récepteur** (audition)

Figure 11: Evolution du labyrinthe membraneux

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.1.3. Les ganglions statotrépore

- **Les ganglions statotrépore** réunissent les corps cellulaires des cellules qui assurent la transmission au système nerveux central des influx générés par les cellules transductrices : **Les corps cellulaires** des cellules ganglionnaires de l'équilibration forment **le ganglion de Scarpa** qui reste accolé à **l'utricule**, leurs **prolongements**

dendritiques sont au contact du pôle basal des cellules sensorielles, leurs prolongements axonaux se regroupent pour former **la racine vestibulaire du VIII.**

- Les corps cellulaires des cellules ganglionnaires de l'audition forment **le ganglion de Corti** situé au centre de la cochlée, leurs prolongements dendritiques sont au contact des cellules sensorielles au niveau de l'organe spiral, leurs prolongements axonaux constituent **la racine cochléaire du VIII.**
- Les corps cellulaires des cellules ganglionnaires de l'équilibration forment **le ganglion de Scarpa** qui reste accolé à **l'utricule**, leurs prolongements dendritiques sont au contact du pôle basal des cellules sensorielles, leurs prolongements axonaux se regroupent pour former **la racine vestibulaire du VIII.**
- Les corps cellulaires des cellules ganglionnaires de l'audition forment **le ganglion de Corti** situé au centre de la cochlée, leurs prolongements dendritiques sont au contact des cellules sensorielles au niveau de l'organe spiral, leurs prolongements axonaux constituent **la racine cochléaire du VIII.**

Figure 12: Les ganglions stato-acoustiques

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Les défauts de développement de l'oreille interne sont à l'origine des surdités dites « de perception », elles peuvent être liées à une atteinte infectieuse ou d'origine génétique.

4.2. Développement de l'oreille moyenne

L'oreille moyenne, située entre **le tympan** et **le labyrinth**, assure par la **chaîne des osselets** la transmission des ondes sonores du tympan à la fenêtre du vestibule ; elle provient de la première poche endobranchiale ([cf. Chapitre 11.§2.1](#)).

Figure 13: L'oreille moyenne

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.2.1. Formation des osselets

En fin de 7^e semaine, le **mésenchyme des arcs branchiaux** (cf. Ch 9A.2) situé entre le **labyrinth** et l'**ectoderme** présente **trois zones de prolifération cartilagineuse**.

Ces petits massifs cartilagineux vont rapidement être le siège d'une **ossification enchondrale** pour constituer à la 12^e semaine **les osselets de l'oreille**. Les deux premiers, **le malléus** et **l'incus** (marteau et enclume) proviennent du 1^{er} arc branchial; le troisième, **le stapes** (étrier) provient du 2^{er} arc.

Figure 14: Formation des osselets

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.2.2. Formation de la caisse du tympan

En même temps que s'individualisent les osselets, l'extrémité latérale de la première poche endobranchiale (**récessus tympanique**) s'élargit pour donner la cavité de **la caisse du tympan** tandis que sa partie proximale plus étroite reste ouverte dans le pharynx devenant **la trompe auditive** (trompe d'Eustache). A partir de la 12^e semaine, la paroi de la caisse du tympan enveloppe **les osselets** puis s'élargit en dehors, vers **le méat acoustique externe**, et, en dedans, au contact du **labyrinth osseux**. Ce dernier présente deux zones amincies à l'extrémité des rampes péri-lymphatiques : **la fenêtre du vestibule** en regard de la rampe vestibulaire et **la fenêtre de la cochlée** en regard de la rampe tympanique. Pendant le 9^{ème} mois, le revêtement de la caisse du tympan s'étend pour recouvrir la face interne du processus mastoïde de l'os temporal.

Figure 15: La caisse du tympan

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

4.3. Développement de l'oreille externe

Dérivée de la première poche ecto-brachiale et des deux arcs branchiaux qui l'entourent, l'**oreille externe** se modifie peu au cours du développement.

La première poche ectobrachiale donne le **méat acoustique externe**, simple conduit en forme d'entonnoir revêtu par l'ectoderme. Son extrémité interne s'accorde à la paroi de la **caisse du tympan** en regard du **malléus**.

A partir du 6ème mois, cette zone d'accolement devient la **membrane tympanique**, membrane mince faite de trois couches : **épithélium malpighien** d'origine ectodermique, **tissu conjonctif** dérivé du mésenchyme et **épithélium simple** dérivé de la paroi de la caisse du tympan.

Figure 16: Développement de l'oreille externe

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

De part et d'autre de l'orifice du méat acoustique externe, des **expansions latérales** des **deux premiers arcs branchiaux** apparaissent à la 6^e semaine du développement. Au niveau de chacune d'elles **trois massifs** se développent et vont modeler progressivement **l'auricule** (ou pavillon de l'oreille) dont les différentes zones seront bien distinctes au 4^e mois.

Figure 17: Formation de l'auricule

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Des anomalies mineures du développement de l'oreille externe (décollement, implantation basse, auricule mal ourlé, défaut de l'hélix, absence de lobule) peuvent être associées à des anomalies chromosomiques.

5. L'appareil de la VISION

L'appareil de la vision est constitué anatomiquement par les globes oculaires contenant la rétine (siège des cellules transductrices et des cellules ganglionnaires) et par les voies visuelles.

Du point de vue embryologique le globe oculaire résulte du développement de deux ébauches distinctes : l'**ébauche optique**, expansion du diencéphale à l'origine des cellules transductrices et de la chaîne neuronale et par l'**ébauche cristallinienne** à l'origine du cristallin. Les structures dérivées de ces deux ébauches s'associent aux dérivés du mésenchyme environnant pour constituer le globe oculaire et le contenu orbital. Les voies optiques correspondent aux prolongements des cellules ganglionnaires qui se regroupent pour former le nerf optique.

5.1. L'ébauche optique

L'**ébauche optique** apparaît très précocement, au 22ème jour du développement, avant même la fermeture du **neuropore céphalique**, sous la forme d'une **expansion latérale** du **prosencéphale** ([cf. Chapitre 15§ 1.1](#)). A la 5ème semaine, lorsque cette vésicule cérébrale primitive se dédouble, cette expansion reste attachée au **diencéphale** et s'allonge pour donner le **pédicule optique**. A ce stade, l'ébauche optique est constituée par un neuroépithélium, comme la paroi des vésicules cérébrales. Son extrémité latérale se renfle et devient la **vésicule optique** qui vient au contact de l'**ectoderme** où elle induit la différenciation de la seconde ébauche.

Figure 18: L'ébauche optique

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.2. L'ébauche cristallinienne

L'ébauche cristallinienne résulte de cette différenciation de l'ectoderme qui s'épaissit et constitue la **placode optique ou cristallinienne**. A partir du 30ème jour du développement, elle **s'invagine** en profondeur et **se referme sur elle-même** pour former la **vésicule cristallinienne** constituée d'une seule couche de cellules.

Figure 19: L'ébauche cristallinienne

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.3. Evolution des ébauches

A la fin de la 5ème semaine, l'augmentation de volume de la **vésicule cristallinienne** repousse en dedans la **paroi externe de la vésicule optique** qui s'invagine et prend une forme de cupule à deux feuillets séparés par un espace virtuel, c'est le stade de **cupule optique**. Cette invagination s'étend à la partie distale du pédoncule optique qui présente ainsi une fente à sa partie inférieure, la **fissure optique ou fente colobomique**.

Les deux feuillets accolés de la cupule optique sont à l'origine de la **rétine visuelle** qui tapisse en dedans le globe oculaire sur l'essentiel de sa surface. Cette tunique interne du globe oculaire s'épaissira ultérieurement du fait de la différenciation au niveau du feuillet interne des cellules transductrices, les cellules optiques coniformes et bacilliformes (cônes et bâtonnets), et des cellules de la chaîne neuronale de transmission ; la stratification sera complète au 7ème mois. Les axones des cellules ganglionnaires qui siègent dans la couche profonde de la rétine visuelle cheminent en surface et convergent toutes vers le pédoncule optique dont elles empruntent le trajet ; elles forment ensemble le **nerf optique**.

Figure 20: Evolution des ébauches

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

Au niveau des **bords** de la **cupule optique** et à son voisinage cette différenciation n'intervient pas (**rétine aveugle**), le feuillet interne reste mince et les deux feuillets accolés tapissent en dedans des replis du mésenchyme (**rétine ciliaire**) et s'insinuent entre la vésicule cristallinienne et les plans superficiels (**rétine irienne**). Le feuillet externe de la cupule optique donnera l'épithélium pigmentaire pour l'ensemble de la rétine (visuelle et aveugle).

Au cours du 2^e mois du développement, la **vésicule cristallinienne** va se transformer : **les cellules du versant superficiel** restent cubiques et de petite taille tandis que **les plus profondes** s'allongent pour donner des cellules fibres dont le développement comble la **cavité de la vésicule cristallinienne** qui disparaît avant la fin du 2^e mois. La croissance du **cristallin** résulte ultérieurement de l'apposition de nouvelles cellules à partir de la zone équatoriale. Ce mécanisme de renouvellement perdurera jusqu'à l'âge adulte.

Figure 21: Formation de la rétine et du cristallin

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.4. Le mésenchyme

Pendant le développement des ébauches optique et cristallinienne, le mésenchyme situé à leur contact se différencie pour donner tous les autres constituants du globe oculaire.

5.4.1. Le mésenchyme situé dans la concavité de la cupule optique

Le **mésenchyme** situé dans la **concavité de la cupule optique** (entre celle-ci et la vésicule

cristallinienne) se transforme en un tissu conjonctif très lâche riche en substance fondamentale qui remplit toute la partie centrale du globe oculaire et la fissure optique, le **corps vitré primaire**. Jusqu'à la 7ème semaine, le corps vitré est irrigué par une branche de l'artère ophtalmique, l'**artère hyaloïdienne** mais, du fait de l'augmentation de volume de la cupule optique, la **fissure optique se referme** et comprime cette artère. Son segment distal, enfermé dans la cupule optique, régresse induisant la transformation du corps vitré en un gel sans cellule, le **corps vitré secondaire**, dont la couche périphérique prend une structure membranaire, la **membrane hyaloïde**. Le segment proximal, situé dans le pédoncule optique, persistera et se transformera en **artère centrale de la rétine** qui emprunte le trajet du **nerf optique** et se distribue aux couches profondes.

Figure 23: Le mésenchyme au centre de l'ébauche oculaire

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.4.2. Le mésenchyme qui entoure la cupule optique

Le mésenchyme qui entoure la cupule optique se différencie pour donner deux tuniques conjonctives concentriques qui constituent la paroi du globe oculaire :

5.4.2.1 Adhérente à la rétine, une première tunique, l'**uvée**, est faite d'un tissu conjonctif peu dense, très riche en cellules pigmentaires et en vaisseaux. Autour de la rétine visuelle à laquelle elle adhère fortement, elle constitue la **choroïde** qui assure la vascularisation de l'épithélium pigmentaire et des cellules transductrices. Au niveau des bords de la cupule optique le mésenchyme, revêtu en périphérie par la rétine ciliaire, bourgeonne pour donner le **corps et les procès ciliaires**. Ces expansions de l'uvée sont constituées d'un tissu conjonctif très vascularisé et riche en cellules myogéniques dérivées des crêtes neurales (ectomésenchyme) dans la région du prosencéphale ([cf. Chapitre 15 §1.2](#)). La zone ciliaire se prolonge par une évagination qui vient se placer entre la vésicule cristallinienne et les plans superficiels. Cette évagination aplatie doublée par la rétine irienne est constituée d'une fine couche de tissu conjonctif, le **stroma de l'iris**, siège de la vascularisation et riche en éléments contractiles dérivés des cellules crestales. Ces évaginations laissent au centre du disque de l'iris un orifice arrondi, la **pupille**, qui laissera passer les rayons lumineux.

Figure 23: Evolution du mésenchyme périphérique, l'uvée

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.4.2.2 En périphérie, une seconde tunique, la **sclérotique**, est faite d'un tissu conjonctif très rigide en raison de l'abondance en fibres de collagène. C'est ce tissu qui assure la protection mécanique du globe oculaire.

Ces deux tuniques sont en continuité avec les méninges qui entourent le nerf optique. Elles laissent passer par les orifices de la **lame criblée** les fibres du nerf optique et les artères de la rétine.

Figure 24: Evolution du mésenchyme périphérique, la sclérotique

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.4.2.3 En continuité avec la sclérotique le tissu mésenchymateux, situé entre la face superficielle de la vésicule cristallinienne et les plans superficiels, présente une différenciation très particulière qui en fait une tunique transparente permettant le passage des rayons lumineux, la **cornée**.

L'espace qui sépare la cornée du corps vitré se remplit progressivement d'un liquide transparent secrété par les procès ciliaires, l'**humour aqueuse** dans laquelle baigne le cristallin. Cet espace est séparé en deux zones par l'iris : la **chambre antérieure de l'œil** entre cornée et iris, la **chambre postérieure de l'œil** (où se trouve le cristallin) entre iris et corps vitré.

Figure 25: Evolution du mésenchyme périphérique, la cornée

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.5. Les paupières

Au cours du 2ème mois du développement l'**ectoderme** et le **tissu mésenchymateux** sous-jacent forment deux replis, les **paupières**, qui recouvrent l'ébauche oculaire. Les deux paupières supérieure et inférieure se soudent par leur bord libre à la 8ème semaine du développement. L'espace séparant la face superficielle de la vésicule cristallinienne de la face postérieure des paupières est le **sac conjonctival**. Vers le 7ème mois du développement, les deux paupières se séparent à nouveau déterminant la formation de la **fente palpébrale** et l'ouverture du sac conjonctival de telle sorte que la face superficielle de la **cornée** est en contact avec l'extérieur. Le reste du sac conjonctival devient la**conjunctive** qui recouvre la face profonde (ou postérieure) des paupières et la face superficielle du globe oculaire jusqu'au bord de la cornée (« blanc de l'œil »).

Figure 26: Formation des paupières et de la conjonctive

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.6. Les glandes lacrymales

Les **glandes lacrymales** résultent du développement à la 10ème semaine du développement, d'un **bourgeon de l'ectoderme** à l'angle supéro-externe du sac conjonctival qui ne deviendra mature qu'après la naissance. Elles secrètent les larmes qui baigneront la face superficielle de la cornée et seront drainées dans les **fosses nasales** par le **canal lacrymo-nasal** qui emprunte le trajet du **sillon lacrymo-nasal** apparu au cours du remaniement des bourgeons de la face à la 6ème semaine du développement ([cf. Chapitre 9 §2.2.1](#)).

Figure 27: Les glandes lacrymales

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.7. La musculature extrinsèque de l'œil

La musculature extrinsèque de l'œil: Ce sont les muscles qui commandent les mouvements de l'œil dans toutes les directions de l'espace et le **releveur de la paupière**. Elle est faite de nombreux faisceaux de fibres musculaires striées qui se différencient à partir des **myotomes pré-otiques** ([cf. Chapitre 8 §4. 2.3](#)) situés dans le **mésenchyme** autour de la vésicule optique ainsi qu'au niveau de la paupière supérieure. La transformation des cellules myogéniques intervient entre la 5ème à la 8ème semaine du développement et ferait intervenir des cellules d'origine crestale. Ces muscles sont innervés par trois paires de nerfs crâniens (III, IV et VI) dont les branches atteignent les faisceaux musculaires à partir de la 5ème semaine du développement.

Figure 28: La musculature extrinsèque du globe oculaire

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.8. La musculature intrinsèque de l'œil

La musculature intrinsèque de l'œil intervient dans l'accommodation (changement de forme du cristallin pour permettre la convergence des rayons lumineux dans le plan des cellules transductrices de la rétine visuelle) et le contrôle du diamètre de la pupille qui régule la quantité de lumière entrant dans le globe oculaire. **Muscles ciliaires** et **ligament suspenseur du cristallin** se différencient au 5ème mois du développement à partir des cellules d'origine crestales de la région ciliaire tandis que le diamètre pupillaire dépend des **éléments contractiles** dérivés des crêtes neurales **situés dans le stroma de l'iris**. L'ensemble de cette musculature intrinsèque est contrôlé par les fibres du système nerveux sympathique et parasympathique annexées au nerf oculo-moteur (III).

Figure 29: La musculature intrinsèque du globe oculaire

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.9. La vascularisation

La **vascularisation** de l'appareil de la vision est assurée par les **branches de l'artère ophtalmique** (née de l'**artère carotide interne**) qui se distribue à la **musculature extrinsèque** et aux **tuniques conjonctives** de du globe oculaire. Ces branches se développent en même temps que les structures qu'elles irriguent. A partir de la 8ème semaine du développement, l'**artère centrale de la rétine** ([cf. supra 5.4.1](#)) chemine au centre du **nerf optique** sur un court trajet avant de pénétrer dans le globe oculaire par la **lame criblée**. Elle s'épanouit de façon radiaire en de **nombreuses branches** qui se distribuent aux couches profondes de la **rétine visuelle** ; c'est ce réseau qui est visible à travers l'orifice de la pupille lors de l'examen du « fond d'œil ».

Figure 30: La vascularisation du globe oculaire

Ceci est une animation, disponible sur la version en ligne.

5.10. Les malformations

Les défauts de formation du massif médian de la face de la face ([cf. chap 9_2.2.2](#)) s'accompagnent de malformations graves de l'olfaction et de la vision. Elles peuvent aussi se traduire seulement par une augmentation de l'écartement inter-orbitaire (hypertélorisme).

D'autres malformations concernent spécifiquement l'appareil de la vision : anophthalmie par absence de développement de la vésicule optique, microptalmie du fait d'un arrêt du développement de la vésicule optique, cataracte congénitale par défaut du développement de la vésicule cristallinienne. Ces malformations sont le plus souvent secondaires à un facteur tératogène (cf. Embryogenèse).

Annexes

Glossaire

- **évaginations** : Expansion cellulaire à partir d'un feuillet ou d'un organe se développant à l'extérieur de la limite initiale