

# Chapitre 16 : Développement des organes des sens

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

2014

## Table des matières

Introduction.....	3
1. LE TACT.....	3
2. LA GUSTATION (bourgeons du goût).....	3
3. L'OLFACTION (épithélium olfactif).....	4
4. Les organes de l'audition et de l'équilibration .....	5
4.1. Développement de la vésicule otique ou auditive.....	5
4.2. Formation du labyrinthe membraneux.....	5
4.3. Développement de l'oreille moyenne.....	6
4.4. Développement de l'oreille externe.....	6
5. L'appareil de la vision .....	7
5.1. L'ébauche optique .....	7
5.2. L'ébauche cristallinienne .....	7
5.3. Evolution des ébauches .....	7
5.4. Le mésenchyme .....	8
5.4.1. Le mésenchyme situé dans la concavité de la cupule optique .....	8
5.4.2. Le mésenchyme qui entoure la cupule optique .....	8
5.5. Les paupières .....	8
5.6. Les glandes lacrymales .....	9
5.7. La musculature extrinsèque de l'œil .....	9
5.8. La musculature intrinsèque de l'œil .....	9
5.9. La vascularisation .....	9
5.10. Les malformations .....	9

## 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<sup>e</sup> 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 11<sup>ème</sup> semaine des terminaisons libres sont présentes au niveau du tégument et dès le 4<sup>ème</sup> 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 6<sup>ème</sup> 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. Chapitre 11 § 2.1.3.1](#)). Les cellules transductrices sont situées dans les **bourgeons du goût** enchassés dans l'épithélium des papilles de la langue. Ces cellules 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 calciformes** qui se développent à partir de la 9<sup>ème</sup> 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 10<sup>ème</sup> 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 10<sup>ème</sup> 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 : L'ébauche de l'organe de l'olfaction

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 : Après la formation des fosses nasales

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

Le prolongement apical, renflé (**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](#)).

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

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**).

En dehors des défauts de formation du massif médian de la face de la face (**cf. Chapitre 9§ 2.2.2**), la perte de l'odorat (anosmie) est rarement liée à un défaut du développement.

#### Figure 6 : Après la formation des fosses nasales

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

## 4. Les organes de l'audition et de l'équilibration

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 moyenne et de l'oreille externe.

### 4.1. Développement de la vésicule otique ou auditive

Les deux **placodes otiques ou auditives** se différencient dès le début de la 4<sup>ème</sup> semaine du développement au niveau de l'ectoderme situé de chaque côté du rhombencéphale. Au cours de la 4<sup>ème</sup> 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-accoustiques**.

### 4.2. Formation du labyrinthe membraneux

De la 5<sup>ème</sup> à la 8<sup>ème</sup> 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-lymphe**. Autour de celui-ci, le mésenchyme se transforme en cartilage qui sera ultérieurement le siège d'une ossification pour donner le **labyrinthe osseux**. Entre les deux, il persiste une couche de mésenchyme à l'origine d'un tissu réticulaire rempli de liquide, la **péri-lymphe** (espaces péri-lymphatiques).

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

- A la fin de la 4<sup>ème</sup> 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**.
- De la 5<sup>ème</sup> à la 8<sup>ème</sup> semaine chacune des deux parties du labyrinthe membraneux va se modifier :
  - L'**utricule** se prolonge par trois évaginations qui s'accolent 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 à ce niveau que se différencient, vers la 7<sup>ème</sup> semaine, une partie des cellules transductrices de l'appareil stato-récepteur (équilibration) sensibles aux accélérations angulaires.
  - 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. 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 (rampe vestibulaire et rampe tympanique) bien distincts à la 16<sup>ème</sup> semaine. C'est au niveau de la membrane basilaire, paroi du canal cochléaire le séparant de la rampe tympanique,

qu'apparaît un épaississement 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).

- A partir de la 9<sup>ème</sup> semaine la paroi du labyrinthe membraneux de l'utricule et du saccule présente une zone épaissie qui fait saillie dans la cavité ; c'est au niveau de ces deux zones, dénommées les macules, que se différencie un second contingent de cellules transductrices de l'appareil stato-récepteur sensibles aux accélérations linéaires.
- Les ganglions stato-acoustiques 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 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.

### 4.3. Développement de l'oreille moyenne

L'oreille moyenne, située entre le tympan et le labyrinthe, 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**).

1) Formation des osselets : en fin de 7<sup>ème</sup> semaine, le mésenchyme des arcs branchiaux (**cf. Chapitre 9**) situé entre le labyrinthe 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<sup>ème</sup> semaine les osselets de l'oreille. Les deux premiers, le **marteau** et l'**enclume**, proviennent du 1<sup>er</sup> arc branchial, le troisième, l'**étrier**, du 2<sup>ème</sup> arc.

2) Formation de la **caisse du tympan** : en même temps que s'individualisent les osselets, l'extrémité latérale de la première poche endo-branchiale (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<sup>ème</sup> semaine, la paroi de la caisse du tympan enveloppe les osselets puis s'élargit en dehors, vers le conduit auditif externe, et, en dedans, au contact du labyrinthe 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<sup>ème</sup> mois, le revêtement de la caisse du tympan s'étend pour recouvrir la face interne du processus mastoïde de l'os temporal.

Les anomalies du développement de la chaîne des osselets peuvent entraîner après la naissance une surdité dite « de transmission » mais ce type d'hypoacousie est le plus souvent secondaire à une atteinte infectieuse.

### 4.4. Développement de l'oreille externe

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

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

A partir du 6<sup>ème</sup> mois, cette zone d'accolement devient le **tympan**, 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.

De part et d'autre de l'orifice du conduit auditif externe, des expansions latérales des deux premiers arcs branchiaux apparaissent à la 6<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> mois.

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 diencephale 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

Elle apparaît très précocement, au 22<sup>ème</sup> 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 5<sup>ème</sup> semaine, lorsque cette vésicule cérébrale primitive se dédouble, cette expansion reste attachée au diencephale 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.

### 5.2. L'ébauche cristallinienne

Elle résulte de cette différenciation de l'ectoderme qui s'épaissit et constitue la **placode optique ou cristallinienne**. A partir du 30<sup>ème</sup> 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.

### 5.3. Evolution des ébauches

A la fin de la 5<sup>ème</sup> 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 (cônes et bâtonnets) et des cellules de la chaîne neuronale de transmission ; la stratification sera complète au 7<sup>ème</sup> mois. Les axones des cellules ganglionnaires qui siègent dans la couche profonde de la rétine visuelle cheminent en surface et convergent toute vers le pédoncule optique dont elles empruntent le trajet ; elles forment ensemble le **nerf optique**. 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<sup>ème</sup> mois du développement, la vésicule cristallinienne va se transformer : les cellules du



se soudent par leur bord libre à la 8<sup>ème</sup> 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 7<sup>ème</sup> 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 **conjonctive** 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 »).

## 5.6. Les glandes lacrymales

Les **glandes lacrymales** résultent du développement à la 10<sup>ème</sup> 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 homonyme apparu au cours du remaniement des bourgeons de la face à la 6<sup>ème</sup> semaine du développement ([cf. Chapitre 9 §2.2.1](#)).

## 5.7. La musculature extrinsèque de l'œil

La **musculature extrinsèque de l'œil** commande 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 5<sup>ème</sup> à la 8<sup>ème</sup> 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 5<sup>ème</sup> semaine du développement.

## 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 5<sup>ème</sup> 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).

## 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 8<sup>ème</sup> 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 ».

## 5.10. Les malformations

Les défauts de formation du massif médian de la face de la face ([cf. Chapitre 9 §5.2](#)) 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 : anophtalmie par absence de développement de la vésicule optique, microophtalmie 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](#)).