

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Morphogenèse Crânio-faciale et Odontogenèse

UE Spécifique Odontologie – L.AS

Pôle Santé-Faculté d'Odontologie de Brest

Année 2025-2026

Morphogenèse crânio-faciale

Dr Laëtitia Le Pottier

Pr Jacques-Olivier PERS

UBO | Faculté
Université de Bretagne Occidentale d'Odontologie



Reproduction et diffusion en dehors de la PASS/L.AS strictement interdite sous peine de poursuites.

1

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Partie I

Devenir des cellules des crêtes neurales

Partie II

Formation et devenir des arcs pharyngés

Partie III

Morphogenèse de la face

Partie IV

Formation du palais

Partie V

Formation de la langue

Partie VI

Formation des glandes salivaires

2

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

– Partie I –
**Devenir des cellules des
crêtes neurales**

3

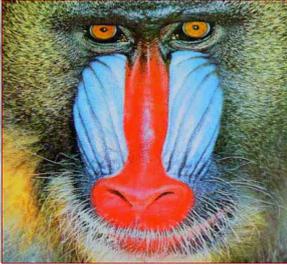
Cellules de crêtes neurales = CCNs

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Pour montrer les diversités :



Le bec des oiseaux, mais aussi leurs plumes...



chez le Mandrill, les contours de la face et la coloration bleue liée à la présence de mélanophores dans la peau



les plumes et les dents du dinosaure



le crâne et les cornes osseuses du tricératops



mais aussi, le mésenchyme de la nageoire caudale et les pigments des poissons



le pelage, les longues vibrisses, les dents du lion



ou du tigre à dents de sabre et leur crâne



la couleur du pelage chez la souris, leurs yeux sont principalement dus aux CCNs

Ces caractères sont principalement  **dus aux cellules des crêtes neurales.**

(Malgré une grande ressemblance anatomique des embryons, ces CCNs induisent une grande variété morphologique)

4

Afin de vous montrer la diversité et l'impact de ces CCNs, vous pouvez voir que le bec des oiseaux, les couleurs des plumes ou des poils ou les pigments des poissons, les crânes et les cornes osseuses des animaux et aussi leurs dents et leurs yeux, la couleur de leur peau, la présence de griffes sont principalement dus aux CCNs

La petite icône en bas, au centre de la diapositive montre que, malgré un développement initial quasi identique, le polymorphisme est porté à un niveau très élevé. Ceci met parfaitement en évidence la multipotence de ces CCNs mais aussi la variété des gènes impliqués.

Ce cours est dédié aux facteurs génétiques impliqués dans le développement et l'odontogénèse.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Rapport : Cellules crêtes neurales – odontogénèse ?

Historique :

1829- Von Baer : Développement embryonnaire (3 feuillets : endoderme-mésoderme-ectoderme).

1868- Wilhelm His : Mise en évidence des CCNs.

1890- Julia Platt : Migration des CCNs chez le triton

1970- Nicole Le Douarin : Dissémination et différenciation de CCNs

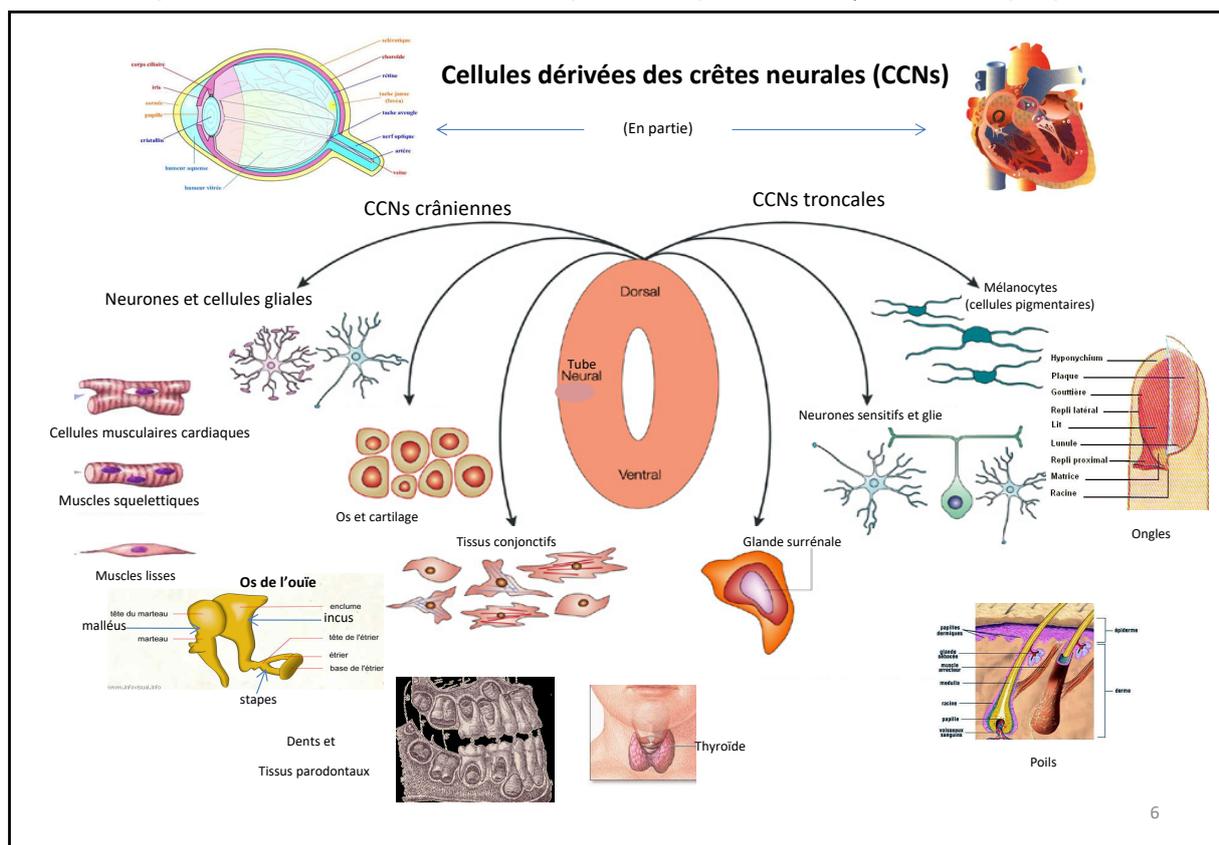
5

Les CCNs sont à l'origine d'un essaimage cellulaire à travers tout l'embryon, elles se fixent sur des zones de différenciation principalement appelées placodes. Elles sont ainsi à l'origine de la mise en place de multiples organes et tissus, dont les dents.

Pour que vous compreniez bien les étapes nécessaires à la mise en évidence et au rôle de ces CCNs, il faut et, vous n'en aurez pas plus, se référer à 4 dates et 4 savants.

- En 1829, l'allemand Von Baer décrit, ce que vous connaissez déjà : le développement embryonnaire comme le résultat de la mise en place de trois feuillets: l'endoderme, à l'origine des viscères, le mésoderme à l'origine des muscles et du squelette, l'ectoderme, à l'origine du système nerveux et de la peau.
- En 1868 la mise en évidence des cellules des crêtes neurales (CCNs) est attribuée à Wilhelm His : il a observé une bande de cellules entre le tube neural et l'ectoderme.
- Dans les années 1890, l'américaine Julia Platt observe leur migration chez le triton.
- Ce n'est ensuite, que dans les années 1970 (soit plus de 100 ans plus tard), que Nicole Le Douarin, grande observatrice de ces CCNs, met en évidence les étapes de leur dissémination et différenciation. Cela montre que la recherche en biologie demande de nombreuses années et de nombreux efforts, et tout n'est pas fini !

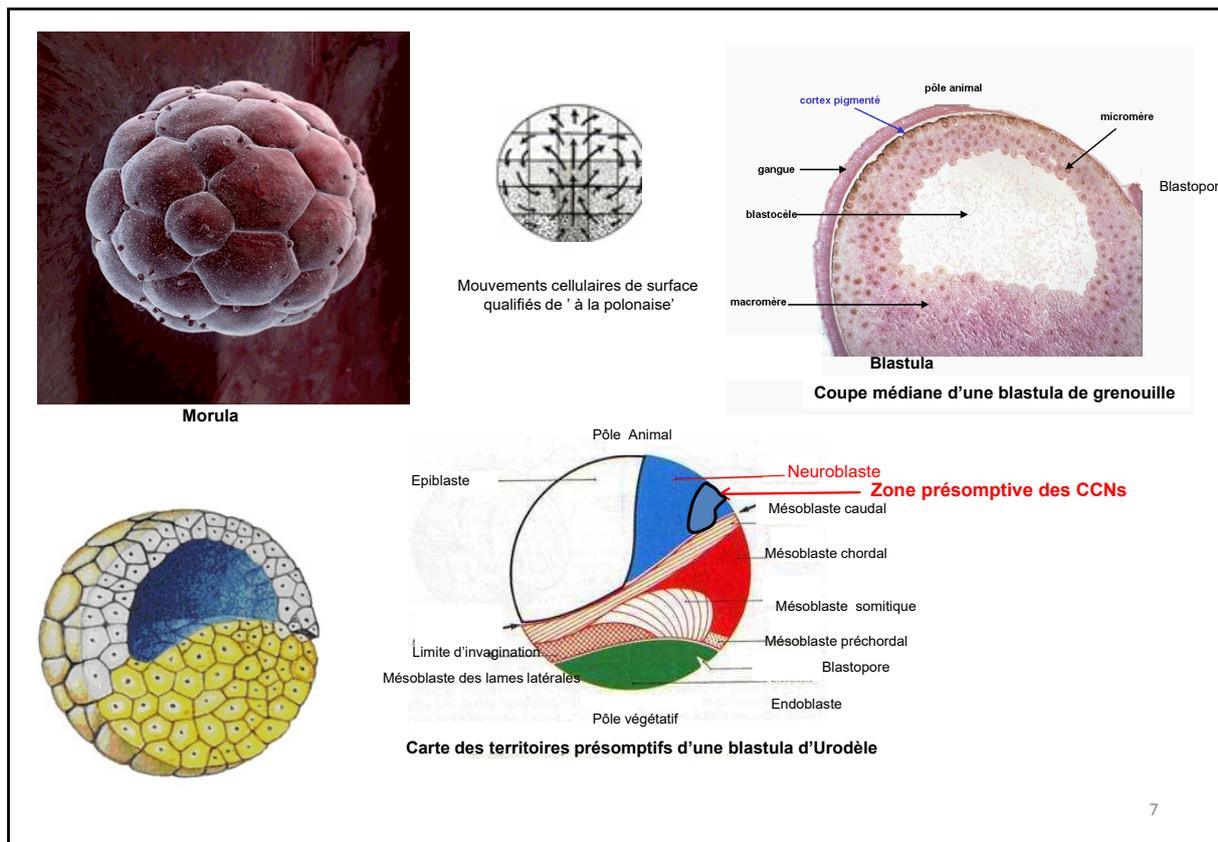
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Les caractères morphologiques cachent une même diversité des variétés tissulaires issues de la différenciation des CCNs, comme l'illustre cette diapositive:

Des cellules du système nerveux périphérique (le système nerveux central se développe à partir du tube neural), une grande partie des os du crâne, représentés ici par ceux de l'ouïe: le malleus, l'incus et le stapès et aussi par des cellules osseuses et cartilagineuses, la thyroïde, les mélanocytes de la peau, les poils, une grande partie des yeux, de la glande surrénale et du cœur, tout le système dentaire: os alvéolaire, parodonte et dents, **sauf l'émail qui est lui est d'origine ectodermique**. Pour cette dissémination et leur mise en place, cette vague de cellules migrantes a été qualifiée de **4ème feuillet embryonnaire**.

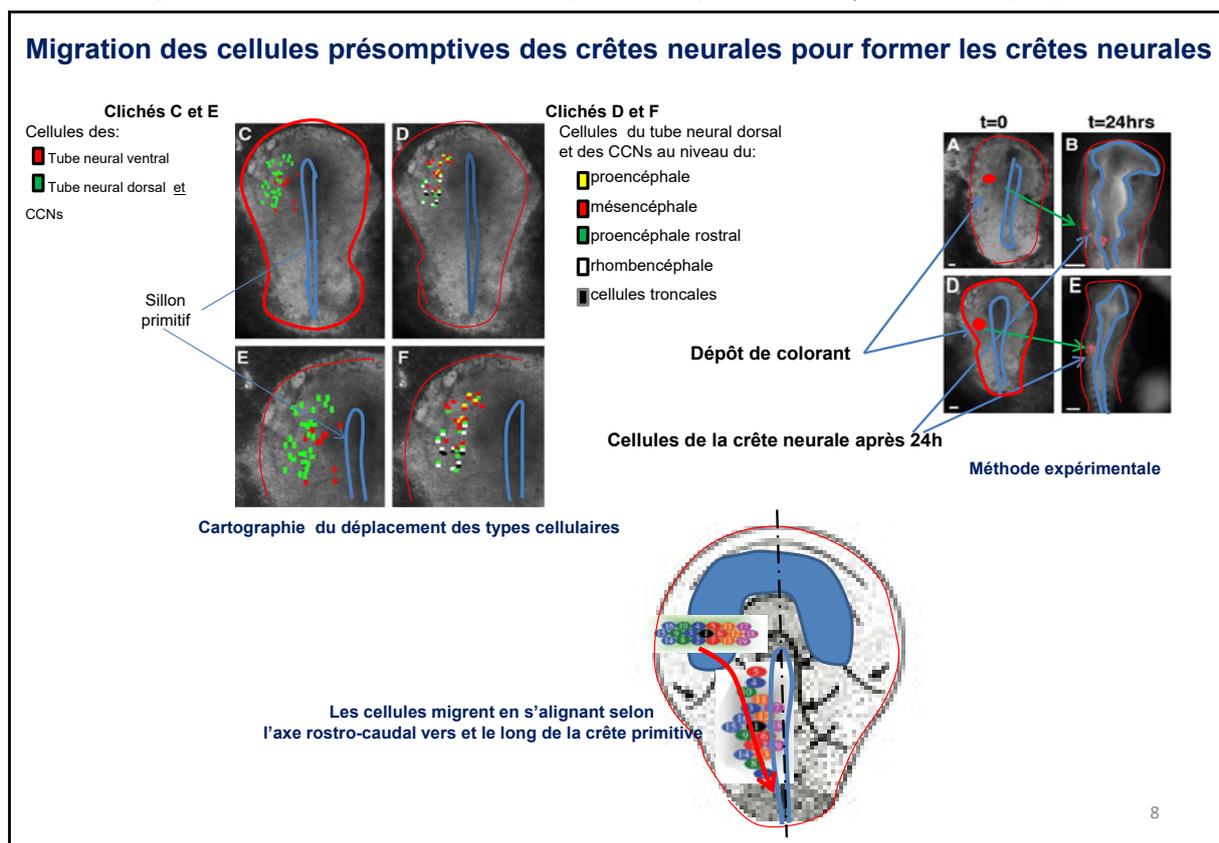
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Ce cours n'est pas un cours d'histologie ni d'embryologie, les rappels histologiques et embryologiques ne sont destinés qu'à suivre la migration des CCNs.

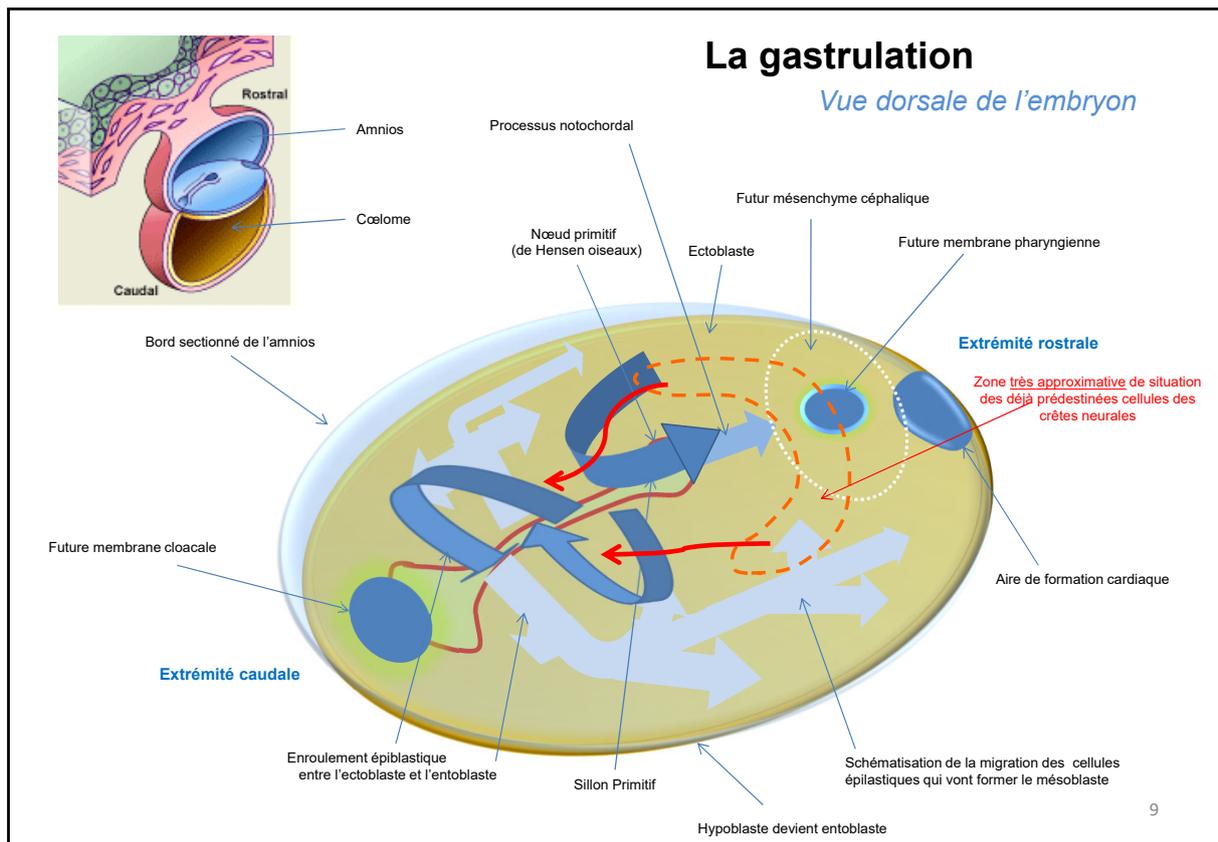
Après les premiers stades de multiplications cellulaires qui aboutissent à la morula, succède la blastula avec un axe de développement marqué par les pôles animal et végétatif. Cette blastula est le siège de mouvements cellulaires jusqu'à présent incompris mais qui aboutissent à la mise en place des aires présomptives tissulaires épithéliales, nerveuses, endoblastiques etc... Il a été possible de suivre les cellules et d'établir une cartographie des localisations et des trajets. Sur le schéma central, on peut localiser le territoire présomptif des CCNs dans l'aire neuroblastique, territoire ayant grossièrement la forme d'un croissant dans cette aire neuroblastique.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Pendant la gastrulation l'embryon s'allonge et la migration de cellules neurectodermiques s'effectue vers le sillon primitif et progressivement s'établit l'ébauche des futures crêtes neurales. Ces cellules s'ordonnent selon l'axe rostro-caudal. Sur le cliché en haut à gauche, vous voyez schématisé un demi croissant gauche, et après migration, schématisé en bas, les CCNs s'alignent le long de la ligne primitive. En haut à droite, un dépôt de colorant, dans l'aire présomptive des CCNs et la migration des cellules 24h après, sur la zone de la crête neurale.

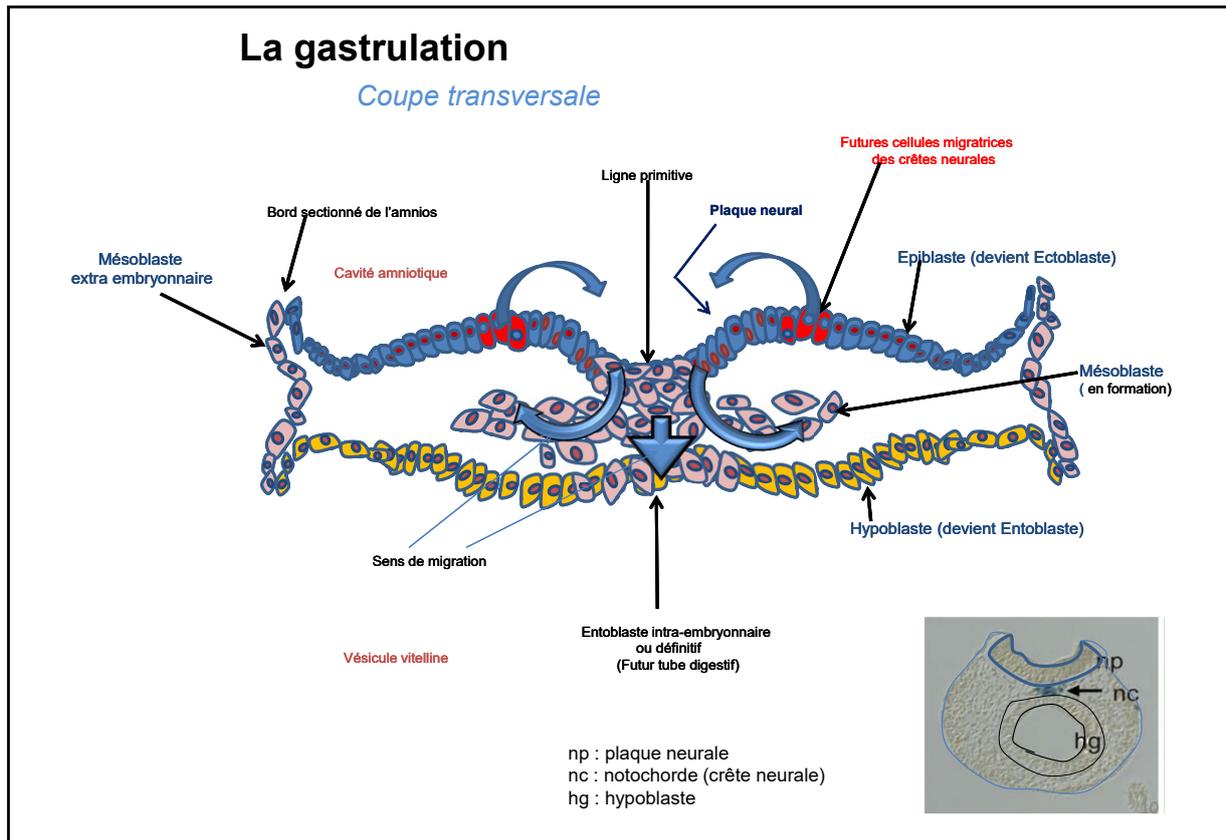
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Cette migration est reprise ici sur un autre schéma: au 17^{ème} jour, au stade didermique, vu par sa face dorsale, l'embryon apparaît comme un disque ovoïde dont l'extrémité la plus large représente la région céphalique et la plus étroite la région caudale. Il y a donc déjà un axe longitudinal et une symétrie bilatérale (nous sommes des bilatériens). La région caudale se creuse d'un sillon (environ la moitié de la longueur de l'embryon) : la ligne primitive, précédée, vers la région céphalique (extrémité rostrale) par la dépression primitive et le nœud primitif ou centre organisateur appelé nœud de Hensen chez les oiseaux. Une partie de l'ectoderme s'enroule et s'invagine autour de ce sillon primitif pour devenir le mésoderme, c'est la gastrulation. Les flèches (en bleu clair) glissent sous l'ectoderme. Naturellement, les futures cellules des crêtes neurales (croissant orange) suivent le mouvement et migrent vers la partie caudale de l'embryon (flèches rouges) pour former, mais, en surface un grand arc de cercle, en forme de fer à cheval, qui s'allonge et se rapproche de la ligne primitive pour devenir la future crête neurale et limiter la future plaque neurale.

Dans la partie médiane le processus notochordal (future colonne vertébrale) s'arrête avant la future membrane pharyngienne. Il représente l'ébauche de squelette axial. Vers l'avant, il se termine au niveau des capsules auditives à hauteur du futur rhombencéphale. Dans la morphologie de la tête on distingue les régions préchordales et parachordales. Le processus notochordal va assurer la stabilité tissulaire lors de la formation de la plaque neurale. En avant de cette région la corde laisse place à du mésenchyme qui entourera la partie céphalique. Ceci est un point important pour la formation crânio-faciale car si l'information morphogénétique est dans l'**ectoderme** (sous forme de placode le plus souvent), l'organisation de cette morphogenèse réside dans le **mésenchyme** colonisé par les cellules des crêtes neurales.

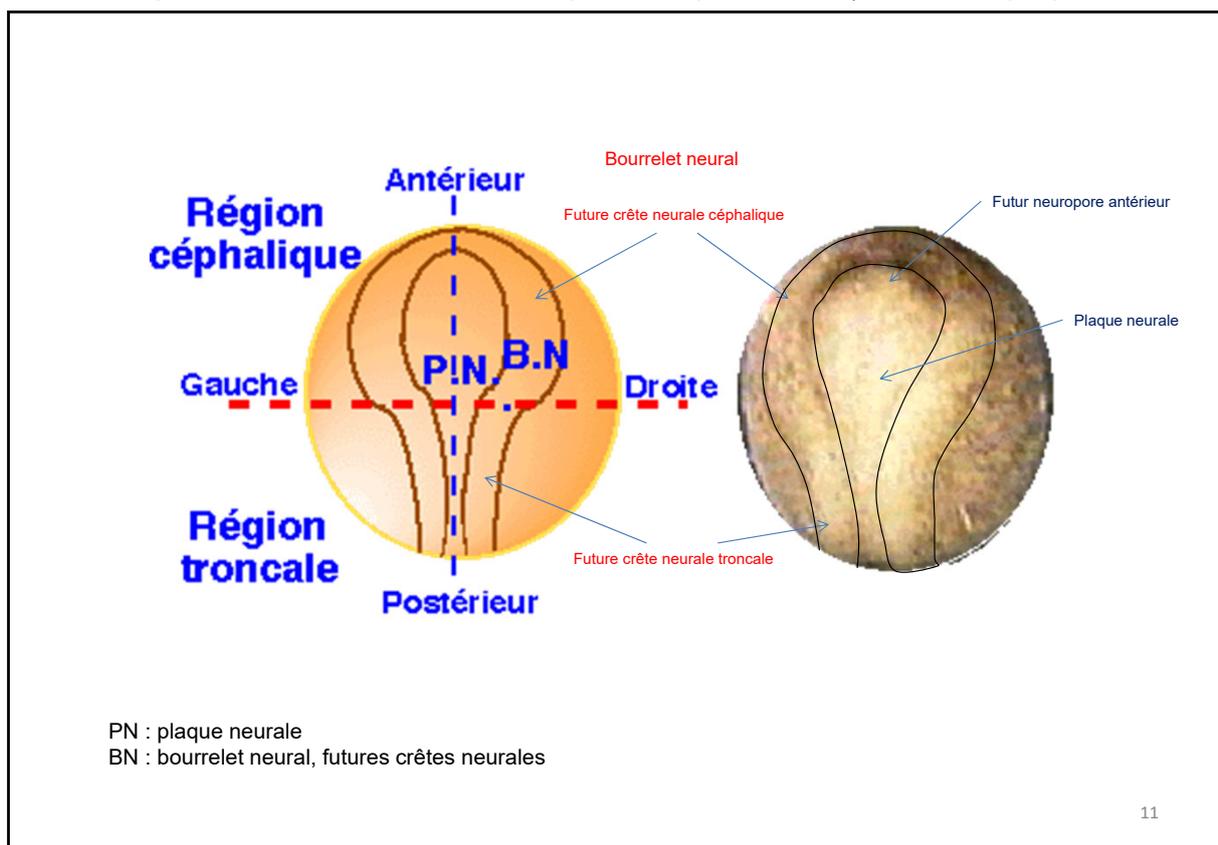
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Lors de la gastrulation, autour de la ligne primitive et du nœud primitif, les futures cellules migratrices des crêtes neurales (représentées en rouge) présentes dans l'épiblaste (en bleu) s'enroulent et s'invaginent pour s'insinuer entre l'épiblaste et l'hypoblaste. L'épiblaste qui s'invagine, surtout dans les secteurs latéraux devient le mésoblaste. La répartition de ce mésoblaste semble dépendre d'informations fournies par l'hypoblaste (en jaune). Cette migration des cellules épiblastiques ne s'effectue pas uniquement entre l'épiblaste et l'hypoblaste, elles s'insinuent aussi entre les cellules hypoblastiques pour constituer l'entoblaste intra embryonnaire ou futur tube digestif.

Au centre du futur mésoderme, s'individualise le processus notochordal (futur axe vertébral coloré en bleu (nc pour notochorde) sur le cliché en bas à droite).

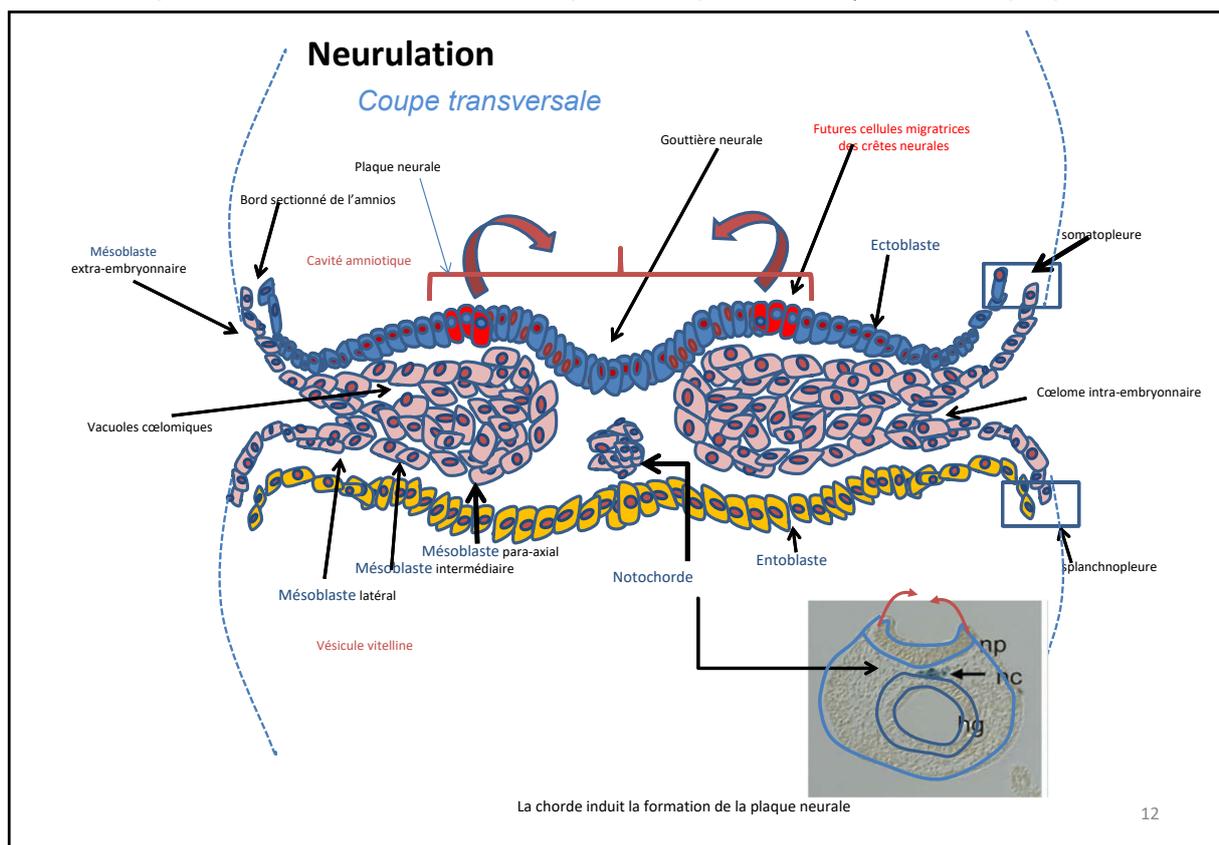
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Le bourrelet neural, futures crêtes neurales commence à s'individualiser par un léger soulèvement en forme de raquette. L'ensemble dessine et circonscrit la plaque neurale qui sera le futur tube neural avec le neuropore antérieur dans la région céphalique. Le neuropore caudal n'est pas visible sur ce cliché, étant sous la partie troncale.

[PN : plaque neurale; BN : Bourrelet neural]

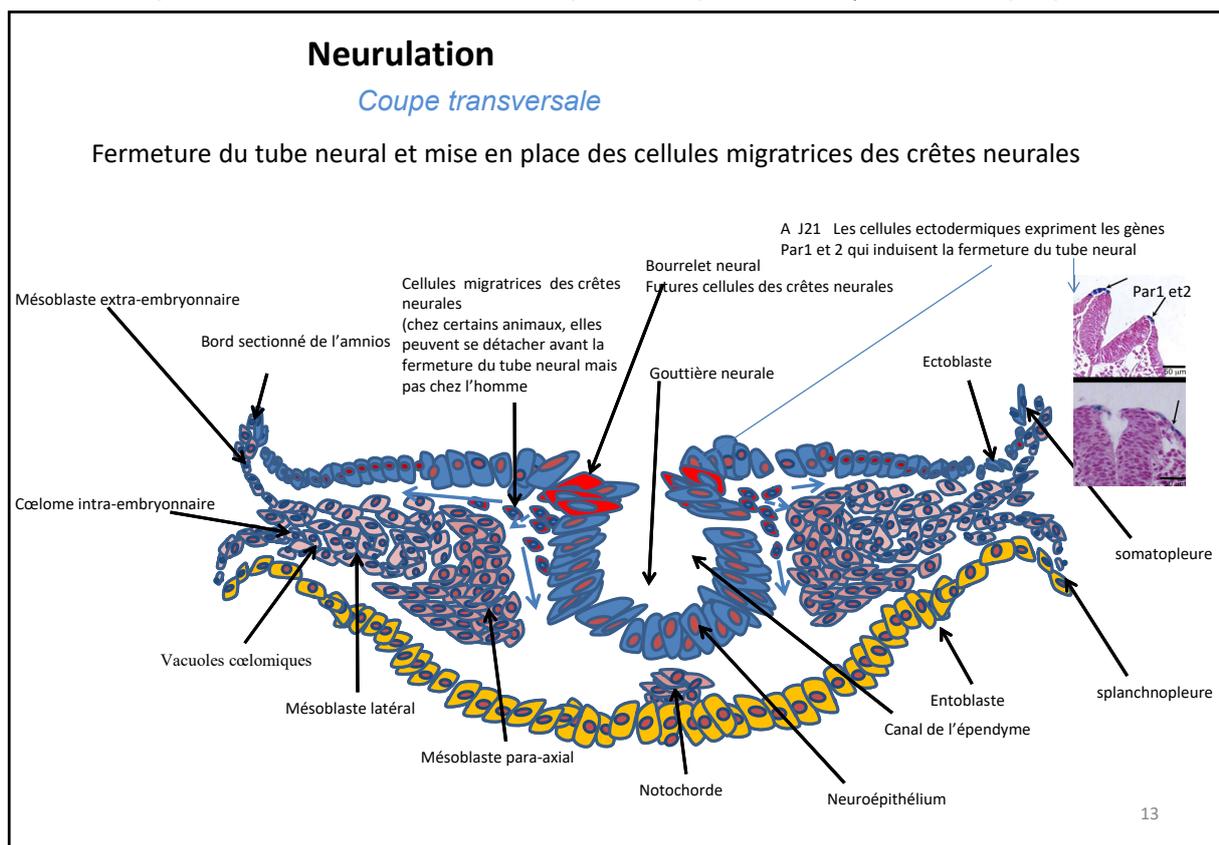
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Après la gastrulation, débute la neurulation : la formation du système nerveux, première étape dans la différenciation tissulaire. Les contacts qui s'établissent entre le mésoderme dorsal (en rose) et l'ectoderme (bleu foncé) stabilisent le neurectoderme. L'ébauche du système nerveux se forme dans la région dorsale de l'embryon. L'épaississement épithélial neurectodermique en forme de raquette dessine et limite la plaque neurale qui se trouve donc bordée par un renflement: les bourrelets neuraux (en rouge), futures crêtes neurales. Ces bourrelets se soulèvent et se rapprochent du plan médian, forment la gouttière neurale se soudent au milieu de la région troncale pour former le tube neural.

[np : plaque neurale; nc : notochorde]

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

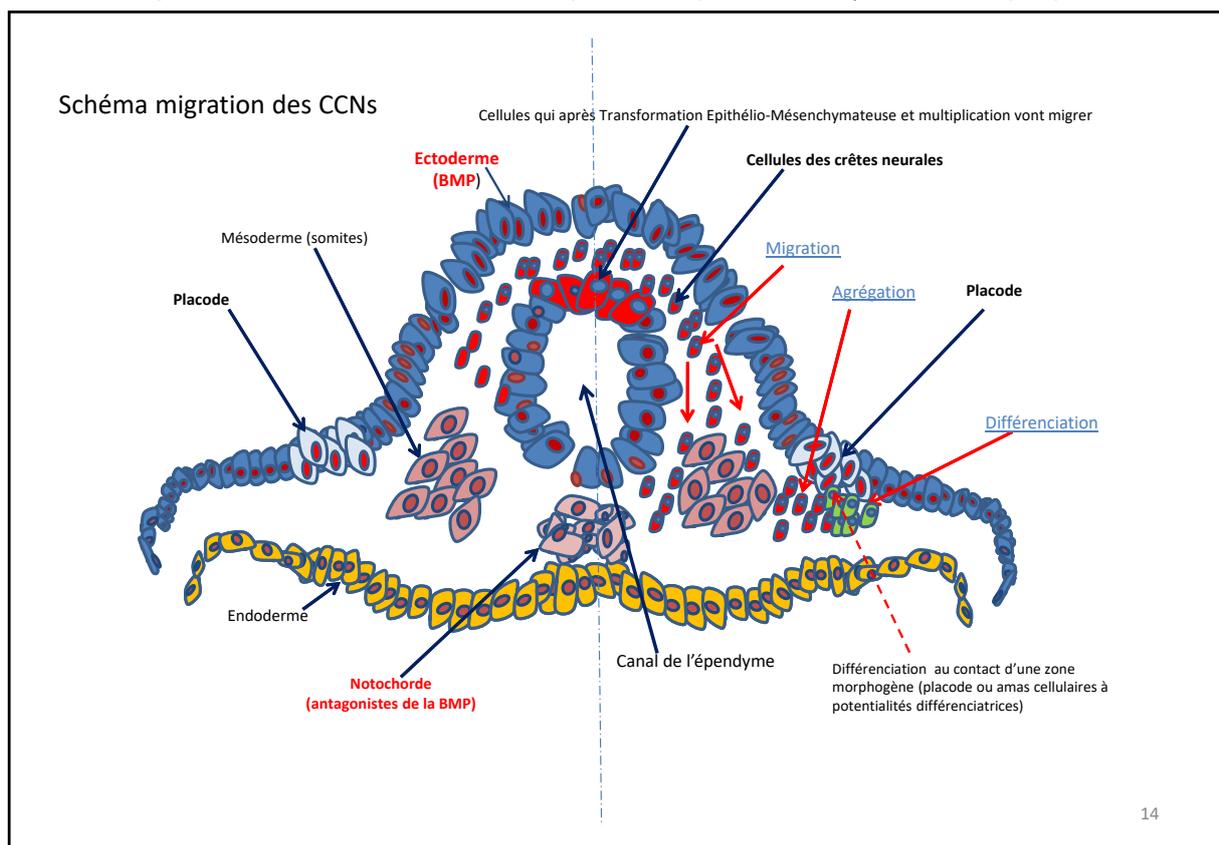


La notochorde, en regard de la gouttière neurale, est faite de grandes cellules turgescentes et doit sa rigidité à deux gaines: l'une élastique et l'autre conjonctive qui l'entourent. Elle stabilise la plaque neurale, elle définit l'axe longitudinal de l'embryon, elle balise l'emplacement des futurs corps vertébraux.

La neurulation est le premier stade de l'évolution des trois feuilletés vers les différenciations tissulaires.

Au jour 21, chez l'homme, les bords latéraux commencent à fusionner. Dans la partie médiane de l'embryon, l'ectoderme glisse et recouvre le tube neural dont les bords se soudent. En fait, les futures cellules des crêtes neurales sont toujours recouvertes par une pellicule ectodermique monocellulaire (visible sur le cliché à droite).

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

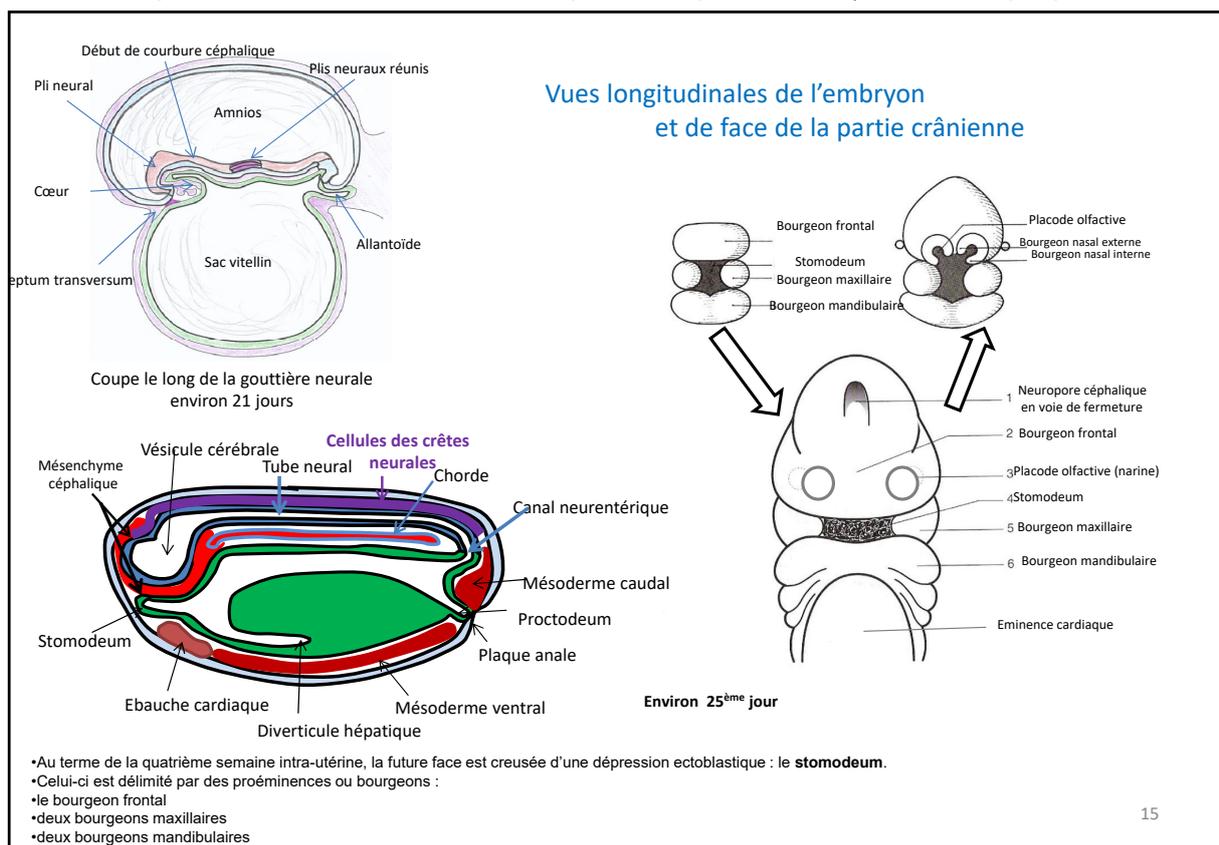


Cette étape de fermeture de la gouttière neurale qui devient alors canal de l'épendyme, marque le début morphologique de l'organogenèse qui se poursuit par la mise en place, par un flux constant de cellules migratrices issues de la face dorsale du tube neural. Ce sont les cellules organisatrices de la diversité tissulaire.

Les cellules des crêtes neurales sont les cellules à la jonction du tube neural qui vont migrer en direction ventrale, s'insinuer entre les somites (en rose) et l'ectoderme (bleu foncé) ou entre les somites et la chorde, elles vont aussi envahir le mésoderme céphalique. Ces cellules présentent des **capacités migratoires** importantes ainsi qu'une grande **diversité phénotypique terminale**. Elles migrent vers des zones de différenciation, en particulier des placodes qui sont des amas cellulaires ectodermiques à potentialités différenciatrices. Sur ce schéma, les placodes sont positionnées uniquement dans un but didactique, mais qui respecte la symétrie.

Cette étape marque le premier stade de l'organogenèse.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



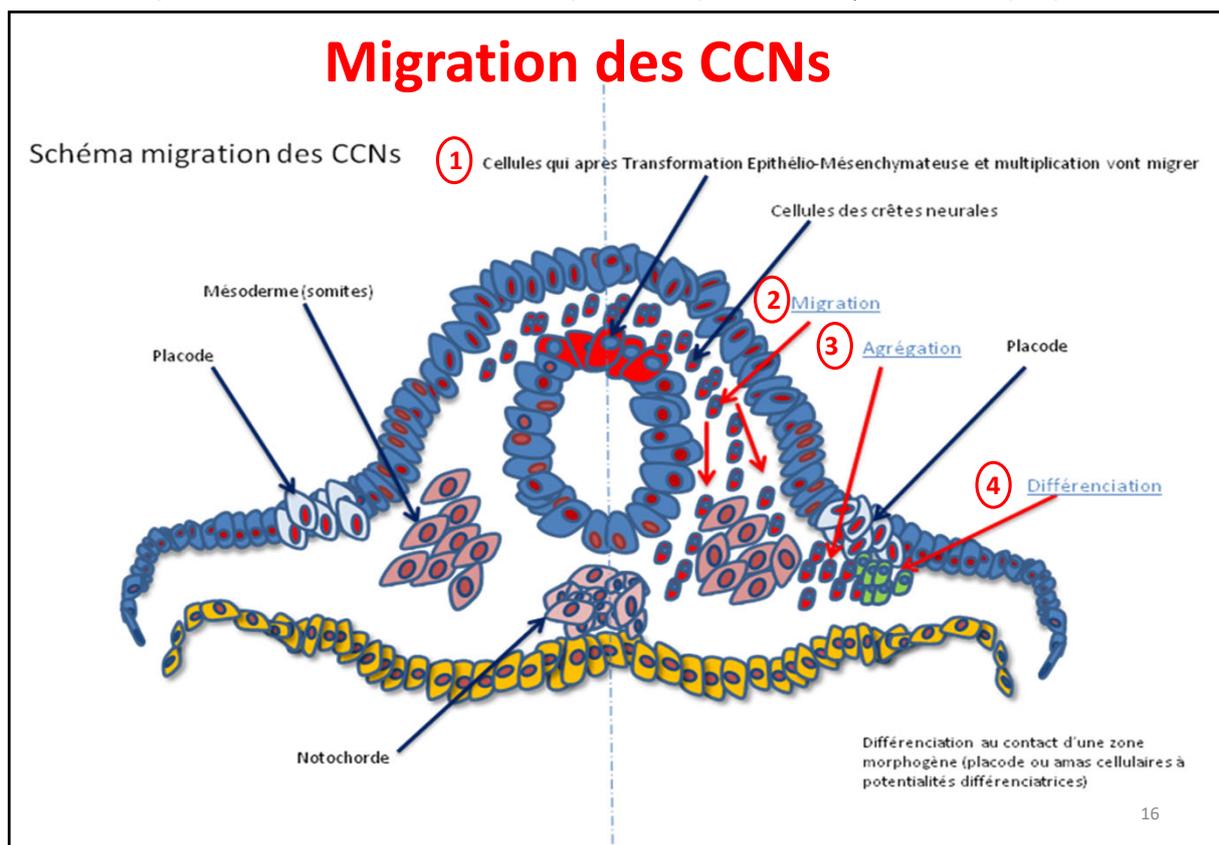
Sur le schéma de gauche, environ au jour 21, on observe dans la partie médiane la fermeture du tube neural. On observe aussi une courbure de la partie céphalique et le recul de l'ébauche cardiaque vers sa future position.

Au terme de la quatrième semaine intra-utérine, la future face est creusée d'une dépression ectoblastique : le **stomodeum** (future cavité buccale). Celui-ci est délimité par des proéminences ou bourgeons : le bourgeon frontal deux bourgeons maxillaires deux bourgeons mandibulaires.

Durant la cinquième semaine, à partir du bourgeon frontal se constituent les placodes olfactives. Rapidement deux crêtes ectodermiques entourant les placodes olfactives D et G vont apparaître et former les narines: les bourgeons nasaux internes et externes. Le bourgeon nasal interne et le bourgeon frontal forment le **massif médian**. Le bourgeon nasal externe et le bourgeon maxillaire constituent le **massif latéral**.

Nous y reviendrons.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Vu d'une manière extrêmement schématisée, le devenir des CCNs peut se réduire à 4 grandes actions :

- 1- Transition épithélio-mésenchymateuse, sur la face dorsale du tube neural
- 2- Migration
- 3- Agrégation dans leur secteur de différenciation puis avec les placodes
- 4- Différenciation

Après la transition épithélio-mésenchymateuse, les CCNs migrent dans des tissus très variés mais souvent très peu cellulaires. Elles gagnent, par guidage sélectif, les zones de différenciation qu'elles reconnaissent par compatibilité tissulaire (à l'aide d'intégrines ou du couple Eph-Éphrine) et sur lesquels elles s'agrègent. Ces zones sont des placodes ou des amas cellulaires à potentialités différenciatrices.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Migration des CCNs

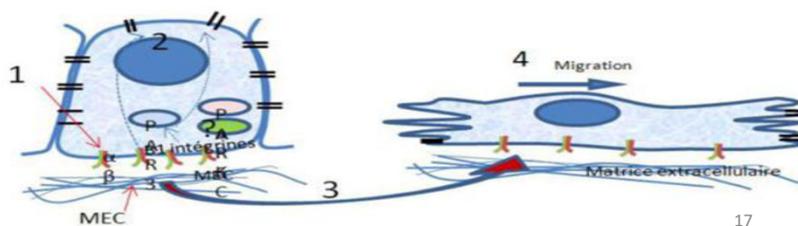
4 grandes étapes avant la migration :

- perte des jonctions intercellulaires (N-CAM)
- prolifération (1=>600cell en 12H)
- développement du cytosquelette
- migration (collagène, fibronectine, intégrines)

(filipodes)

Puis différenciation selon le site (placode).

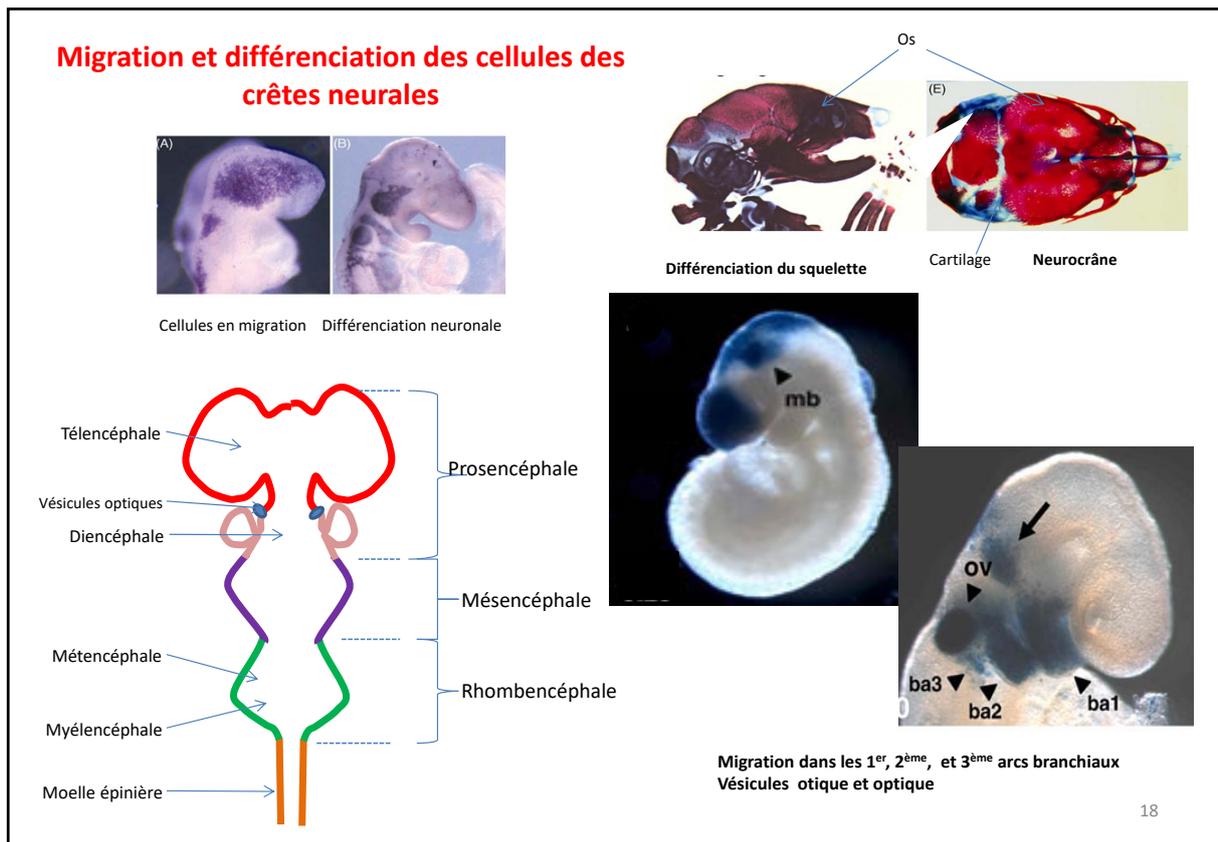
- 1- apparition d'intégrines
- 2- perte d'adhésion cellulaire
- 3- transformation morphologique
- 4- migration



17

Avant la migration, les CCNs subissent une transition épithélio-mésenchymateuse : elles passent du phénotype épithélial au phénotype mésenchymateux.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Migration et différenciation des CCNs: comment les distinguer et les classer.

Dans la partie céphalique, la crête neurale est partagée en 3 secteurs qui caractérisent les zones cérébrales ainsi que les cellules qui en proviennent :

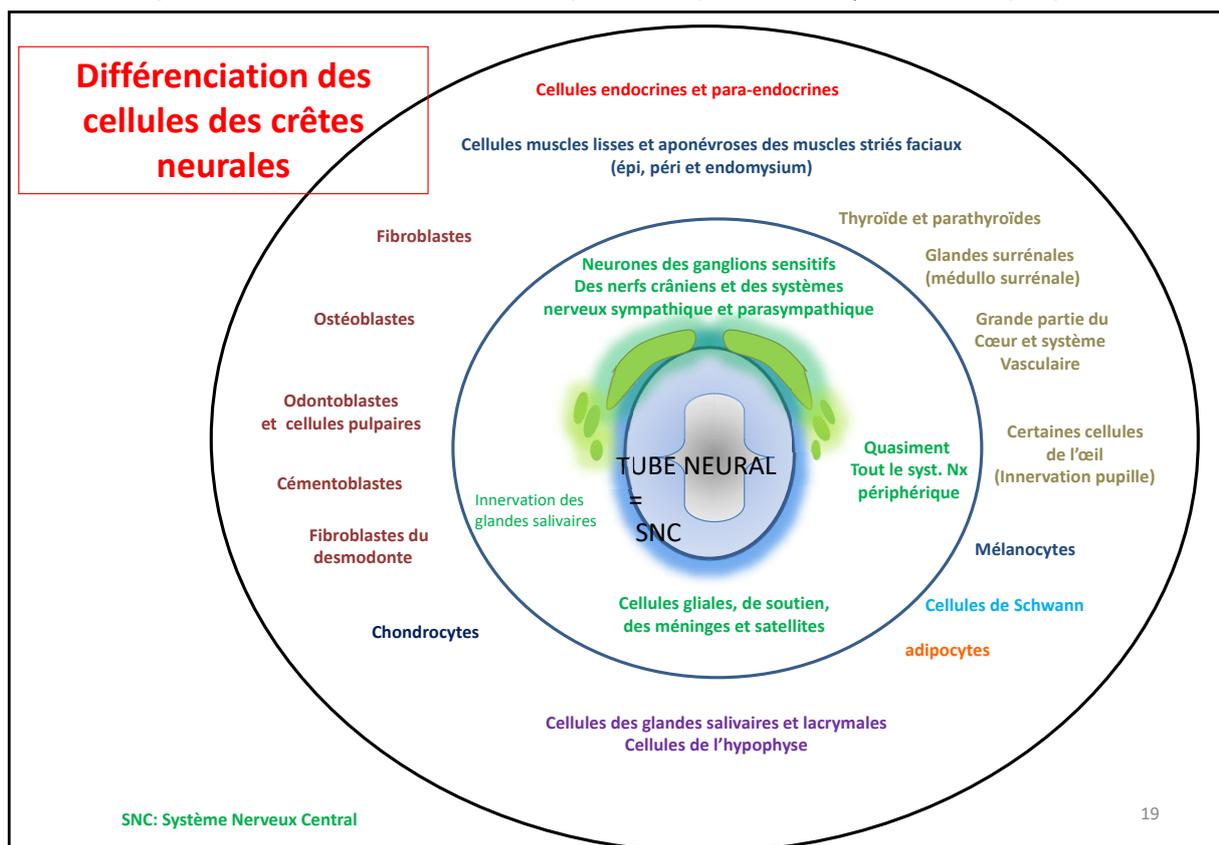
- le prosencéphale futur cerveau antérieur (télencéphale et diencephale)
- le mésencéphale futur cerveau moyen (colliculi ou tubercules quadrijumeaux et pédoncules cérébraux)
- le rhombencéphale futur cerveau postérieur (bulbe rachidien, protubérance annulaire et cervelet).

Les CCNs proviennent donc du neurectoderme du prosencéphale, du mésencéphale ou du rhombencéphale.

Elles migrent sous l'ectoderme, dans des espaces très peu cellulaires, entre ectoderme et mésoderme céphalique, puis à l'intérieur des arcs pharyngiens, et vers le bourgeon frontal dans le mésenchyme céphalique.

[*ba* : arc branchial ou pharyngé; *ov* : vésicule otique]

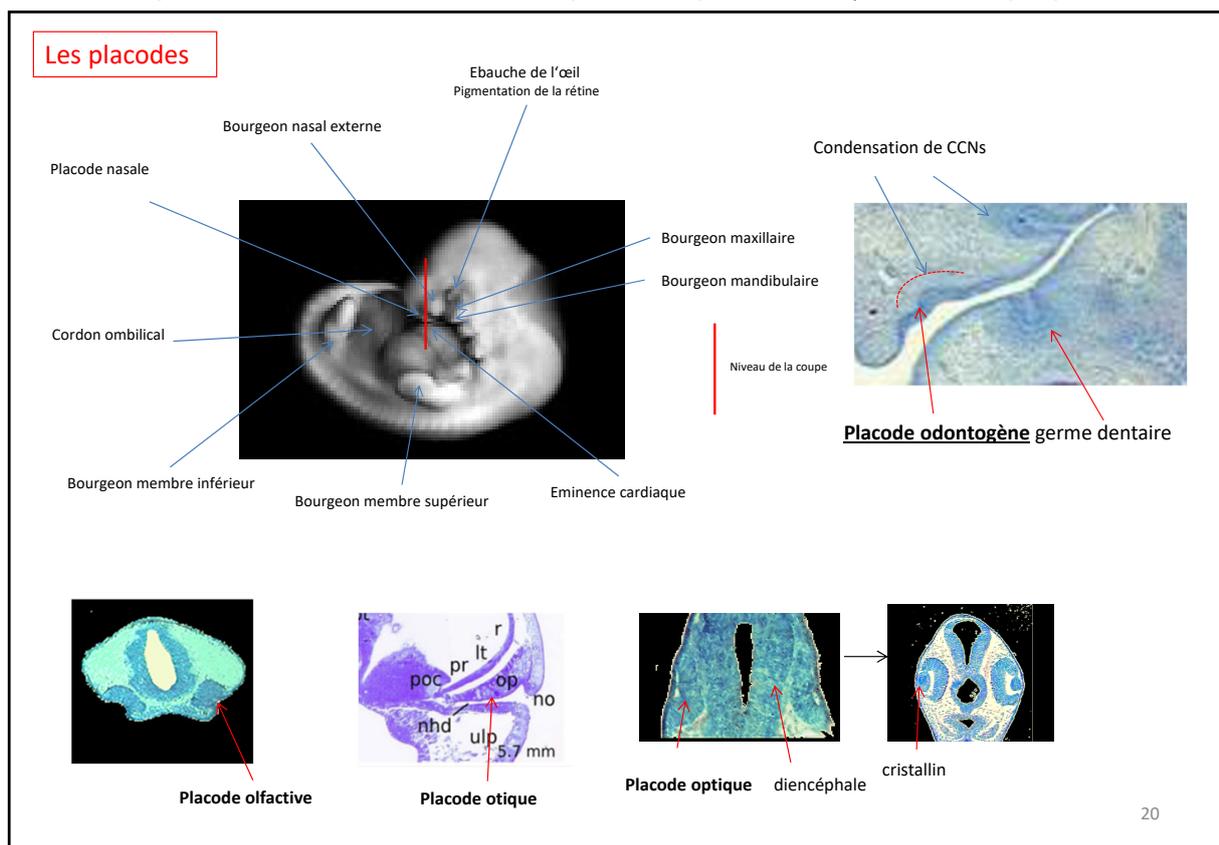
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Les CCNs fournissent les tissus du crâne, de la face et de la partie antérieure du cou. La quasi-totalité du massif osseux crânien : os de membrane ou endochondraux, y compris l'os hyoïde, **sauf l'os occipital et la partie postérieure du sphénoïde** qui dérivent du mésoderme para-axial.

Elles sont à l'origine de tout le système nerveux sensitif périphérique, des cellules gliales, des cellules de Schwann, des ganglions crâniens **sauf** de celui du Trijumeau (ganglion de Gasser).

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Un mot sur les placodes

Épaississements ectoblastiques sur lesquels se condensent et se différencient les CCNs et qui sont à l'origine de la première ébauche des organes sensoriels et des ganglions nerveux. On distingue : la placode acoustique ou otique, qui donnera naissance à l'oreille interne et une partie des organes acoustiques; la placode cristallinienne, dont est issu le cristallin ; les placodes dentaires; la placode olfactive, qui donnera naissance au nerf olfactif

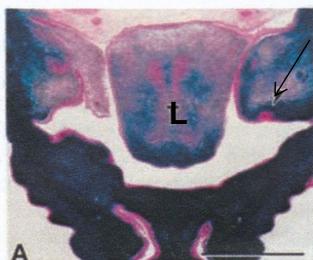
Les placodes épibranchiales formeront divers ganglions crâniens.

Elles possèdent l'information nécessaire à l'activation des CCNs (donc de l'ectomésenchyme) mais ce dernier doit en premier lieu les activer. Il reçoit en retour un signal de différenciation:

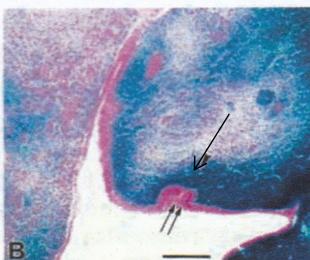
CCNs ----- > Activation des Placodes ----- > différenciation des CCNs = > organogenèse

L'évolution de la placode dentaire

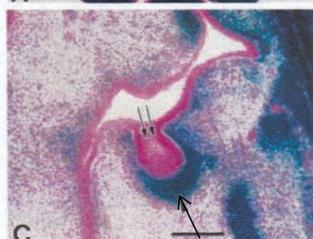
A – Condensation des CCNs (flèche) contre la placode épithéliale (rouge) (L : langue)



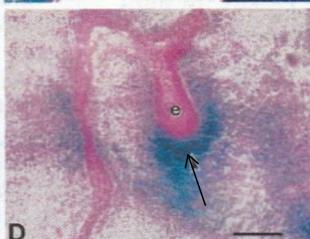
B – Début d'invagination de l'ectoderme dans le mésenchyme sous-jacent colonisé par les CCNs (bleu foncé)



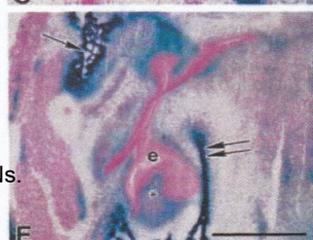
C – Formation du bourgeon, l'épithélium s'invagine, circonscrit par les cellules ectomésenchymateuses des CCNs. Noter en AR des flèches une autre placode.



D – l'épithélium perd sa densité au centre pour former l'organe de l'émail. L'ectomésenchyme se concentre dans la zone apicale.

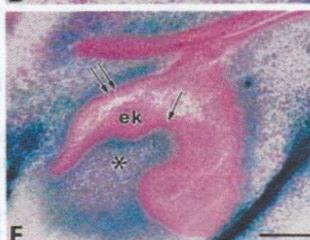


E – L'organe de l'émail s'organise ainsi que la future pulpe (astérisque). L'ensemble reste circonscrit par les CCNs. (voir cliché F)



F – L'organe de l'émail devient mature:

- Double flèche: épithélium adamantin externe
- Simple flèche: épithélium adamantin interne
- Ek: nœud épithélial (organisateur de l'émail)
- (ek = enamel knot)
- * : papille pulpaire



21

Les coupes montrent en raccourci l'évolution de l'épithélium d'une placode dentaire. A l'origine, en **A** une condensation de l'ectoderme contre laquelle les cellules migratrices des crêtes neurales viennent se condenser et se différencier. Dans notre cas, cette placode devient organe de l'émail ou organe adamantin, au stade de l'organe en cloche (**F**) et est à l'origine de l'émail.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

– Partie II –

Formation et devenir des arcs pharyngés

22

Nous venons de décrire le devenir des cellules des crêtes neurales et leur migration dans tout l'embryon. Les cellules issues des crêtes neurales vont migrer au niveau de l'appareil pharyngé pour donner naissance à différents tissus et organes. Nous allons donc parler maintenant de l'appareil pharyngé, qui se situe à l'extrémité céphalique de l'embryon, au niveau du cou.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

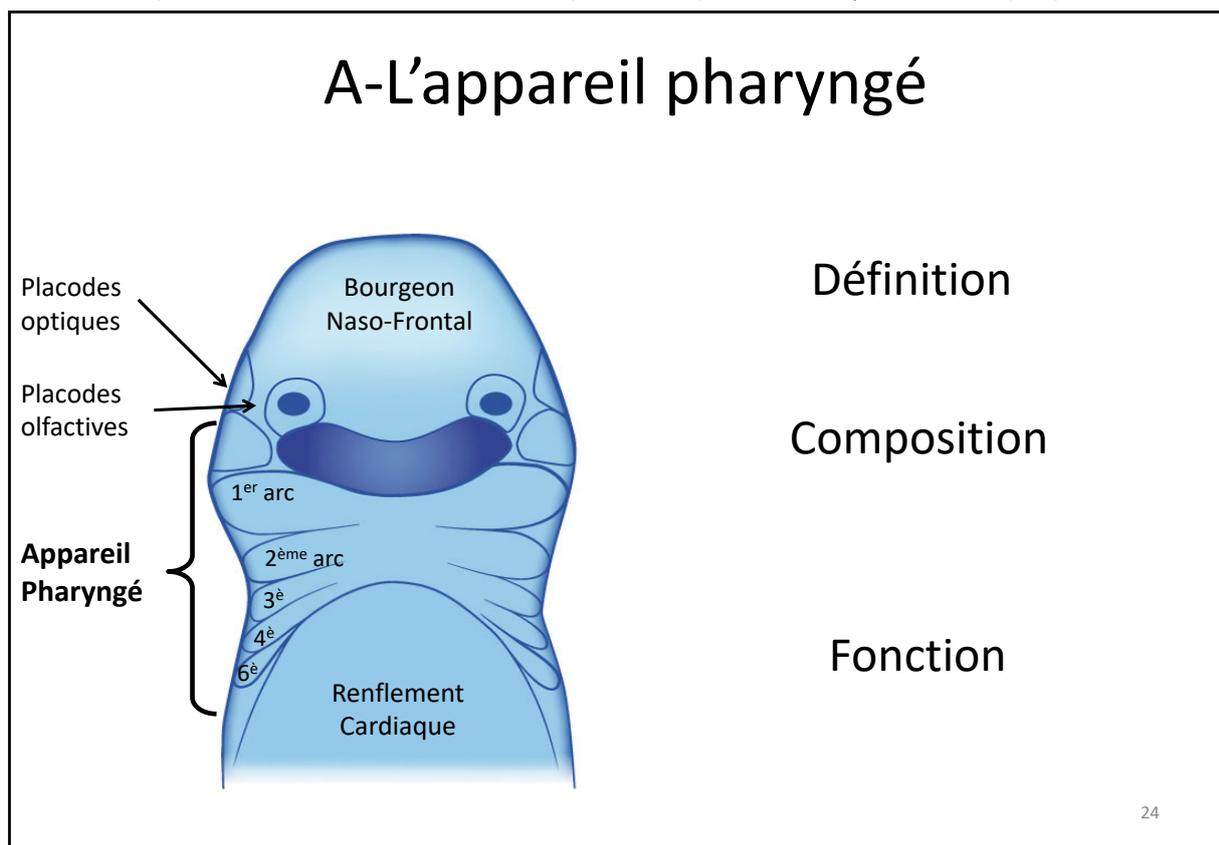
A - L'appareil pharyngé

B – Les arcs pharyngés

C – Les poches endodermiques

D – Les sillons pharyngés ectodermiques

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Nous allons commencer par définir l'appareil pharyngé, étudier sa composition générale et sa fonction.

Voici représenté ici par l'accolade l'appareil pharyngé en vue externe de face chez un embryon de 30 jours, une fois le renflement cardiaque retiré.

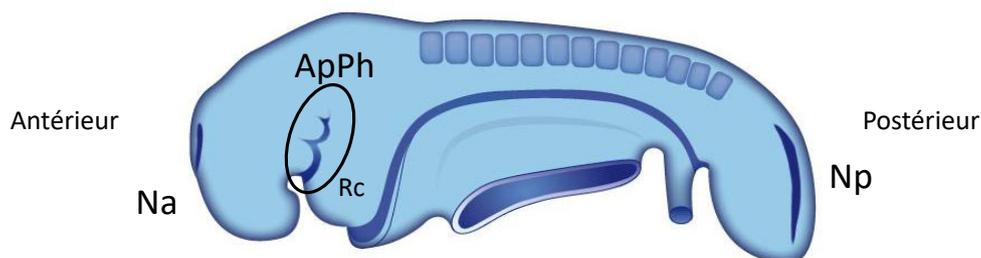
Sur ce schéma, vous retrouvez également les placodes olfactives, les placodes optiques et le bourgeon naso-frontal

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

A - L'appareil pharyngé

Définition

- Structure transitoire apparaissant chez l'embryon de 5 mm lors de la 4^{ème} semaine de développement (SD).



- Situé dans la région céphalique
- A l'origine de nombreux éléments de la face et du cou

25

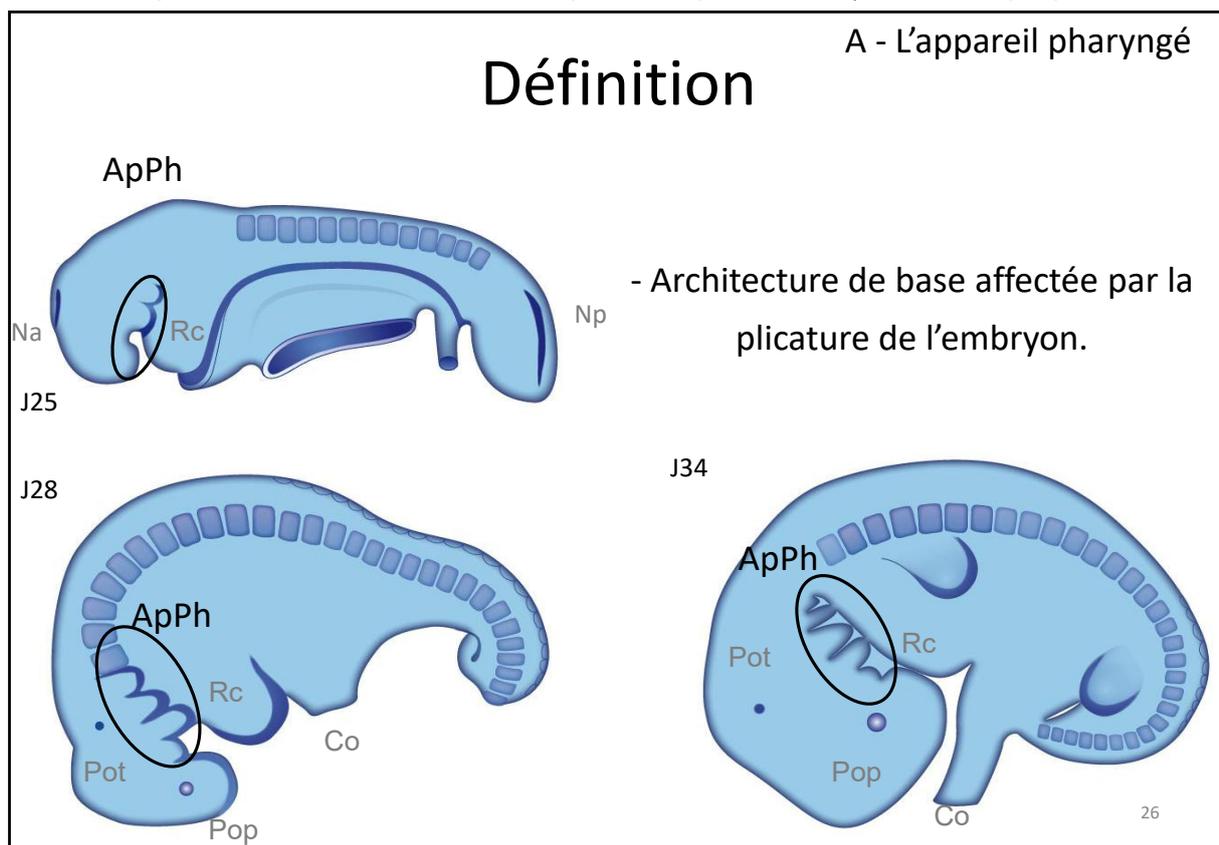
Définissons tout d'abord l'appareil pharyngé

Il s'agit d'une structure transitoire, qui apparaît chez l'embryon de 5 mm lors de la 4^{ème} semaine de développement (à partir du 22^{ème} jour).

Il est situé dans la région céphalique et à l'origine de nombreux éléments de la face et du cou.

[ApPh : appareil pharyngé; Na : neuropore antérieur; Np : neuropore postérieur, Rc : renflement cardiaque].

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Comme vous pouvez le constater sur des vues de profil de l'embryon à 25, 28 et 34 jours, l'architecture de base de l'appareil pharyngé est affectée par la plicature de l'embryon, et surtout par la courbure céphalique.

[ApPh : appareil pharyngé; Co : copula; Na : neuropore antérieur; Np : neuropore postérieur; Pop : placode optique; Pot : placode otique; Rc : renflement cardiaque].

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Composition

A - L'appareil pharyngé

- Formé chez l'homme de 5 paires d'arcs pharyngés mésodermiques (ou mésoblastiques) séparés
- à l'extérieur par des sillons pharyngés ectodermiques (ou ectoblastiques) au nombre de 4
- à l'intérieur par des poches pharyngées endodermiques (ou entoblastiques) au nombre de 5

27

L'appareil pharyngé est formé chez l'homme de 5 paires d'arcs pharyngés mésodermiques (ou mésoblastiques),

Ces paires d'arcs sont situés à droite et à gauche de la ligne médiane, de part et d'autre de la région pharyngée et de l'intestin primitif.

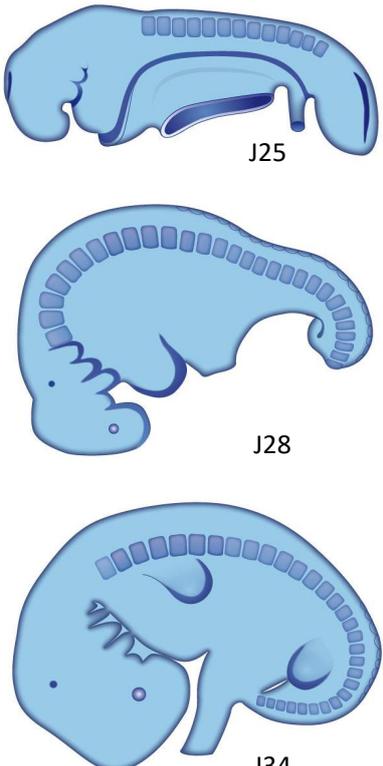
Ils sont numérotés de I à VI (en chiffres romains). Il n'existe pas de 5^e arc.

Ces arcs mésodermiques sont séparés à l'extérieur par des sillons pharyngés ectodermiques (ou ectoblastiques) au nombre de 4 et à l'intérieur par des poches pharyngées endodermiques (ou entoblastiques) au nombre de 5.

[ApPh : appareil pharyngé; Co : copula; Pop : placode optique; Pot : placode optique; Rc : renflement cardiaque].

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

A - L'appareil pharyngé



J25

J28

J34

- Ces paires d'arcs se forment selon une séquence crânio-caudale
- Le 1^{er} arc apparaît au 22^e jour
- Le 2^e se forme au 24^e jour
- Le 3^e arc apparaît au 26-27^e jour
- Le 4^e arc se forme au 28-29^e jour
- Le 6^e arc apparaît au 30^e jour
- Le 5^e arc ne se forme pas ou forme un rudiment éphémère qui régresse rapidement.

28

Ces paires d'arcs se forment selon une séquence cranio-caudale (soit d'avant en arrière), entourant la cavité stomodéale.

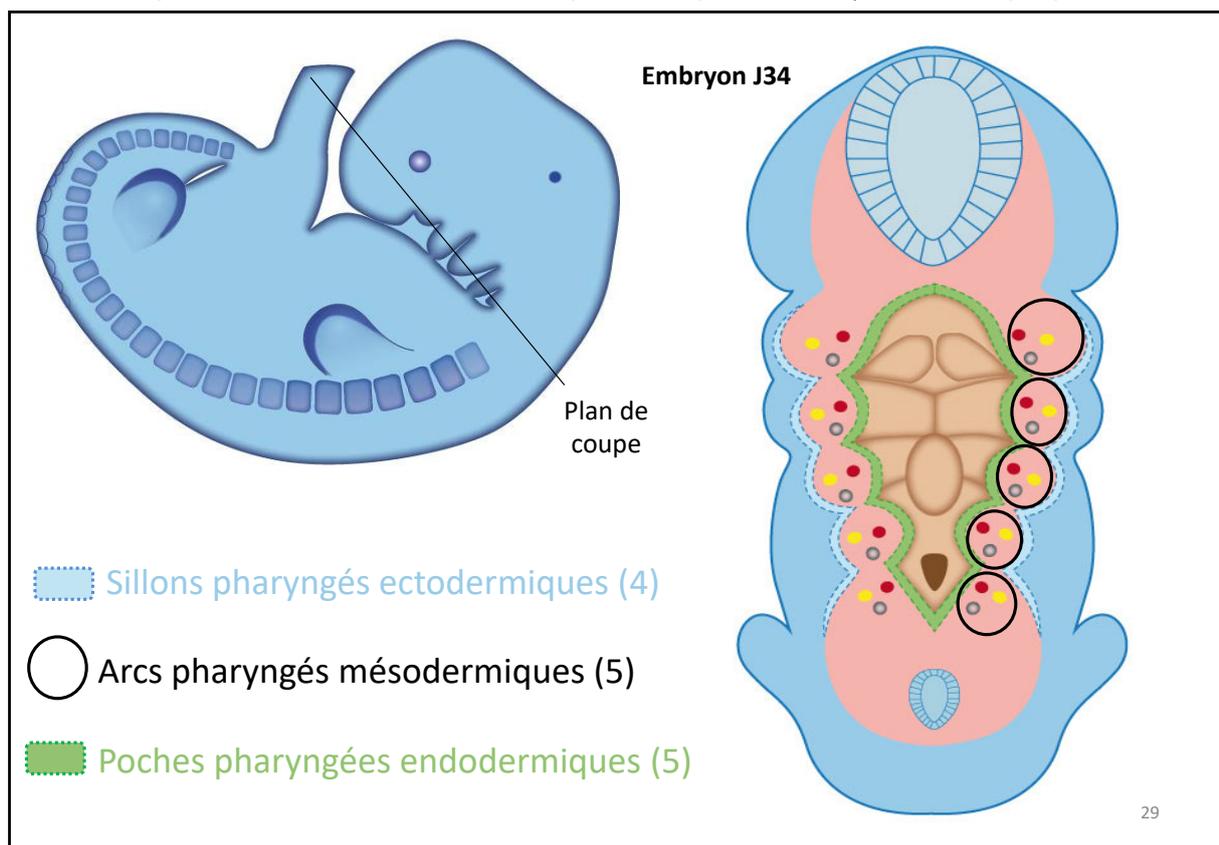
Le 1^{er} arc apparaît au 22^e jour.

Le 2^e arc se forme au 24^e et le 3^e apparaît entre le 26^e et le 27^e jour.

Le 4^e se forme au 28-29^e jour et 6^e arc apparaît au 30^e jour.

Le 5^e arc ne se forme pas ou forme un rudiment éphémère qui régresse rapidement.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Voici une coupe réalisée chez un embryon de 34 jours selon le plan de coupe représenté par le trait noir. Vous pouvez observer de dehors en dedans les sillons pharyngés ectodermiques, les arcs pharyngés mésodermiques et les poches pharyngées endodermiques.

Les poches s'enfoncent profondément dans le mésenchyme mais ne sont jamais en communication ouverte avec les sillons. Le développement de l'appareil pharyngé rappelle celui des fentes branchiales des poissons dont il dérive. Mais chez l'homme, il ne se forme jamais de véritables fentes d'où la dénomination de sillons, d'arcs et de poches pharyngées.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Fonctions

Les **muscles** masticateurs proviennent du **1^{er} arc**

Chez l'homme, avec le développement des maxillaires et de la mandibule, vient s'ajouter la fonction masticatrice : mastiquer et avaler.

Les **muscles de** l'expression faciale proviennent du **2^{ème} arc**, la **langue** et le **larynx** proviennent des **1^{er}, 2, 3, 4 et 6^{èmes} arcs**, utilisés pour la vocalisation.

30

Les fonctions:

- Déglutition et mastication :

Les muscles masticateurs proviennent du 1^{er} arc.

Avec le développement des maxillaires et de la mandibule, vient s'ajouter la fonction masticatrice.

- le Parler et communiquer :

Les muscles de l'expression faciale proviennent du 2^{ème} arc. La langue provient des 1, 2, 3, 4^{èmes} arcs et le larynx est issu des 4 et 6^{èmes} arcs. Ils sont utilisés pour la vocalisation.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

B – Les arcs pharyngés

Composition d'un arc pharyngé

Chaque arc pharyngé contient du

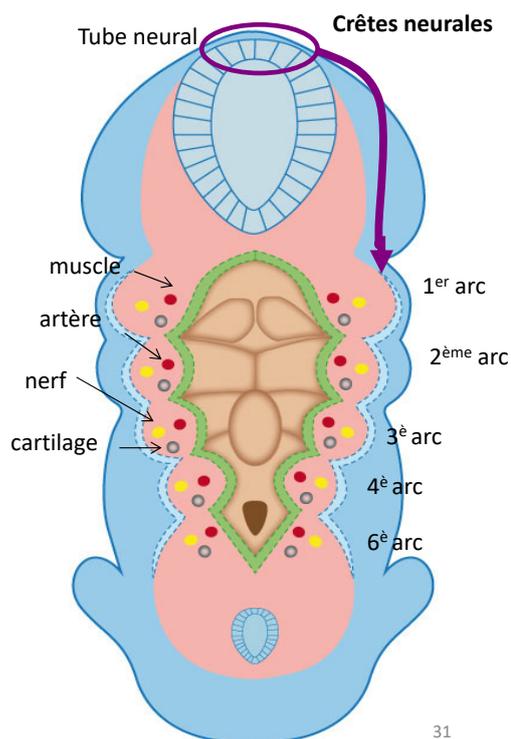
cartilage,

un noyau initial musculaire,

un nerf crânien spécifique,

une artère de l'arc aortique.

Le cartilage est **dérivé des crêtes neurales**, sauf celui des arcs IV et VI qui dérive du mésoblaste de la lame latérale

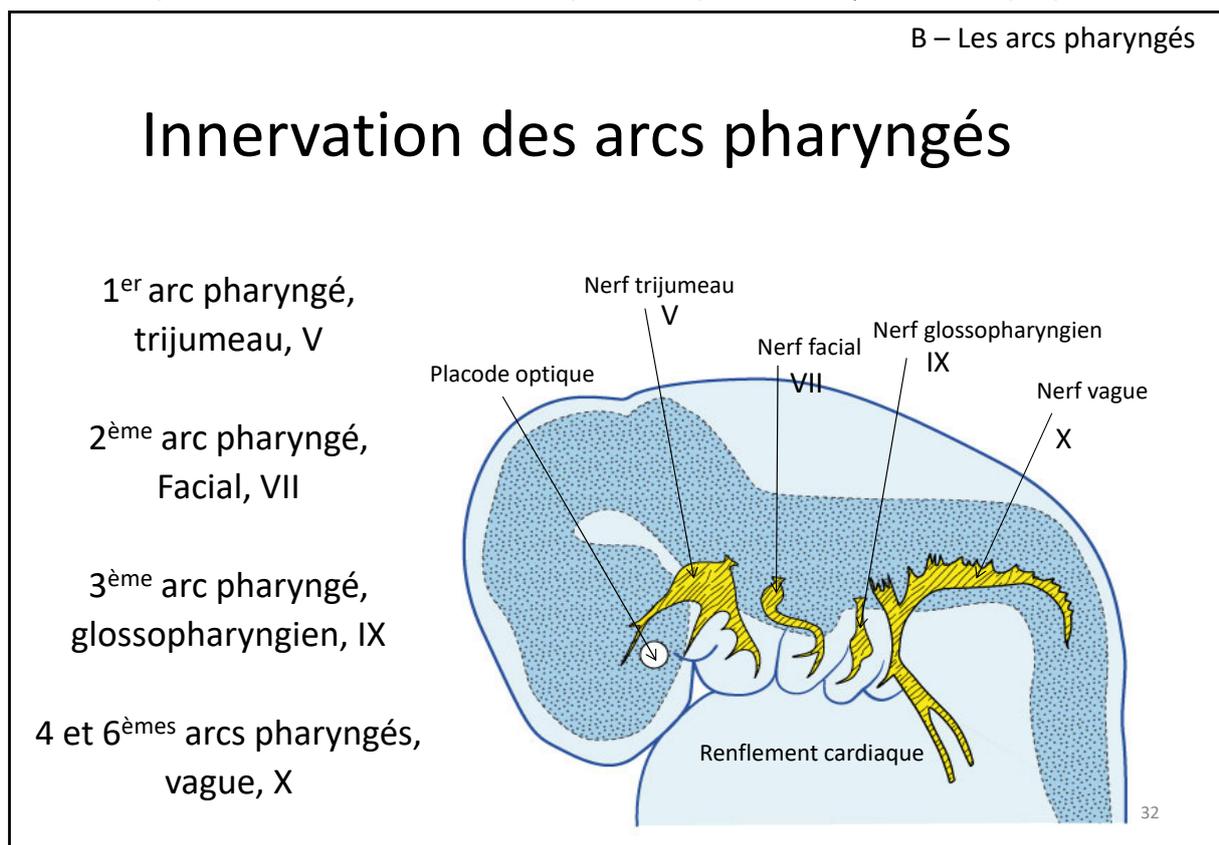


31

Chaque arc pharyngé contient du cartilage, un noyau initial musculaire, un nerf crânien spécifique, une artère de l'arc aortique.

Le cartilage est **dérivé des crêtes neurales**, sauf celui des arcs 4 et 6 qui dérive du mésoblaste de la lame latérale.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Les arcs pharyngés sont innervés par différents nerfs crâniens

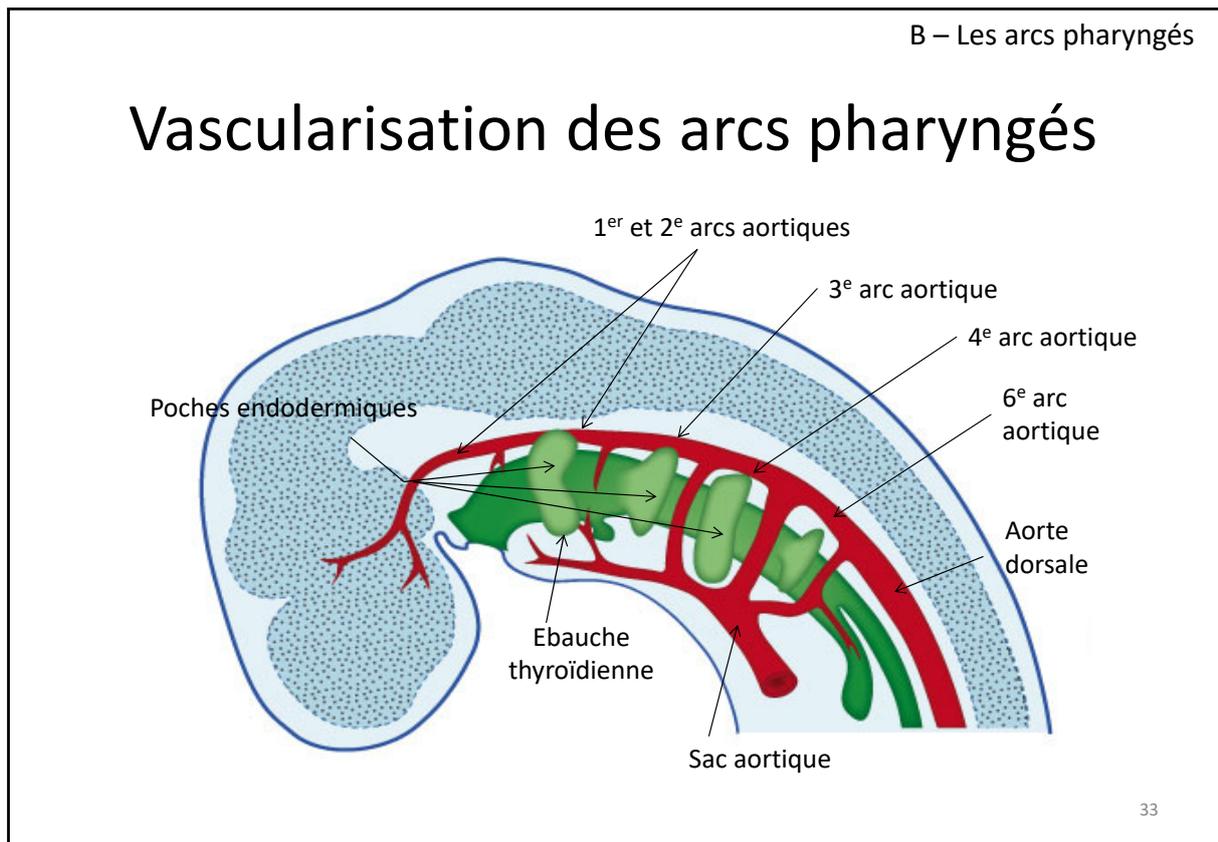
1^{er} arc pharyngé, le nerf trijumeau, Vème paire de nerfs crâniens

2^{ème} arc pharyngé, le nerf facial, VIIème paire de nerfs crâniens

3^{ème} arc pharyngé, le nerf glossopharyngien, IXème paire de nerfs crâniens

4 et 6^{èmes} arcs pharyngés, le nerf vague, Xème paire de nerfs crâniens

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

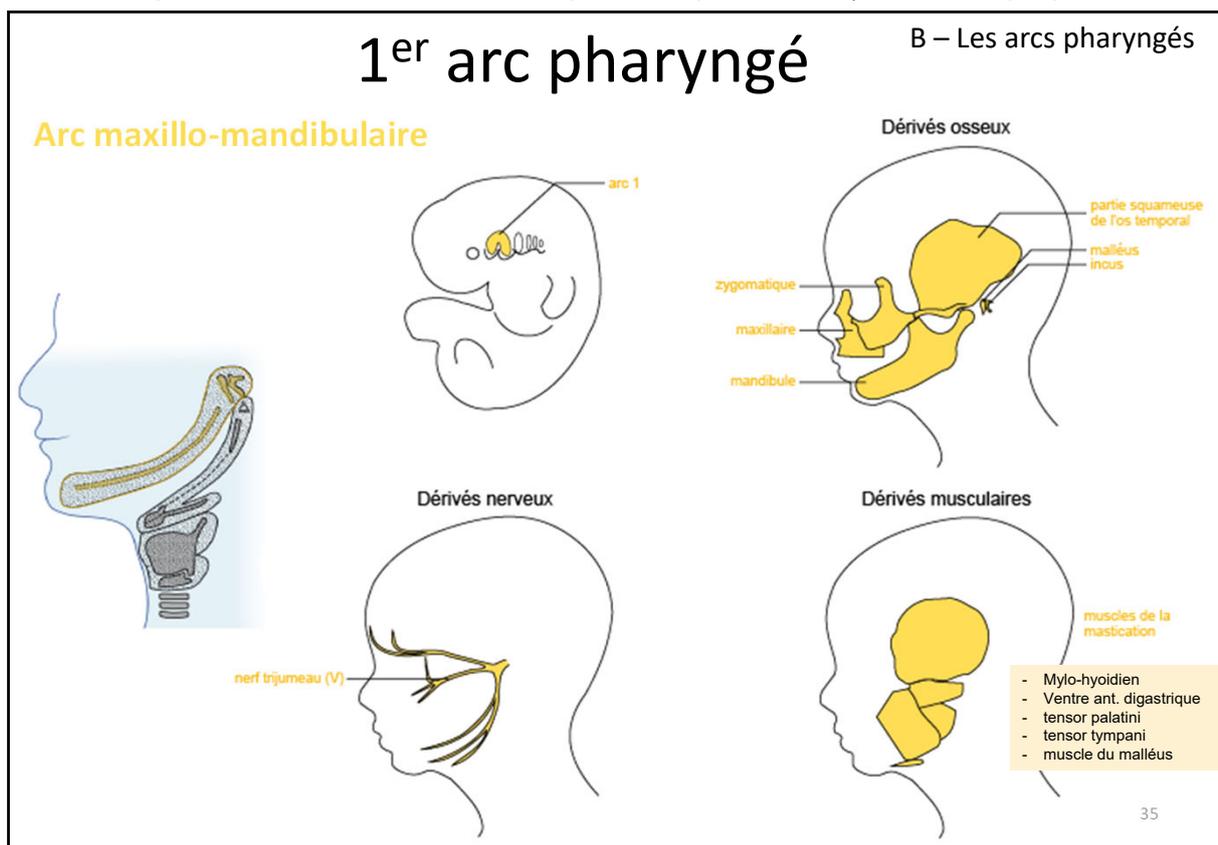


Les arcs pharyngés sont vascularisés par les 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 6^{ème} arcs aortiques.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

**=> Devenir des arcs
pharyngés**

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Le 1^{er} arc pharyngé est aussi nommé **arc maxillo-mandibulaire**.

Dérivés squelettiques/osseux

Le 1^{er} arc se développe et est remodelé pour former un bourgeon maxillaire et un bourgeon mandibulaire. Chaque bourgeon contient en son centre des éléments cartilagineux, produit par les cellules des crêtes neurales.

Ce cartilage central est :

- la **barre palato-ptérygo-quadrate**, pour le maxillaire,
- le **cartilage de Meckel**, pour la mandibule.

Ces bourgeons donnent naissance au **maxillaire**, l'**os zygomatique** et le **processus zygomatique du temporal** et à la **mandibule**, os qui se forment par ossification de membrane.

Les cartilages, la barre ptérygo-palato-quadrate pour la partie supérieure et le cartilage de Meckel pour la mandibule, servent de support à la condensation mésenchymateuse et la transformation en os.

NB : L'**ossification de membrane** ne passe pas par le stade cartilagineux. Le passage par un stade cartilagineux est l'**ossification endochondrale**.

Le cartilage de Meckel disparaît ensuite sauf à ses extrémités qui vont donner :

- Le **ligament sphéno-mandibulaire**
- le **malleus (marteau)** et
- l'**incus (enclume)**, osselets de l'oreille moyenne, se développant à partir de sa portion postérieure.
- Pour les deux, il s'agit d'une **ossification endochondrale**.

Les dérivés musculaires

- les muscles masticateurs : temporal, masséter et ptérygoïdien,
- mylo-hyoïdien,
- ventre antérieur du digastrique,
- tensor palatini,
- tensor tympani

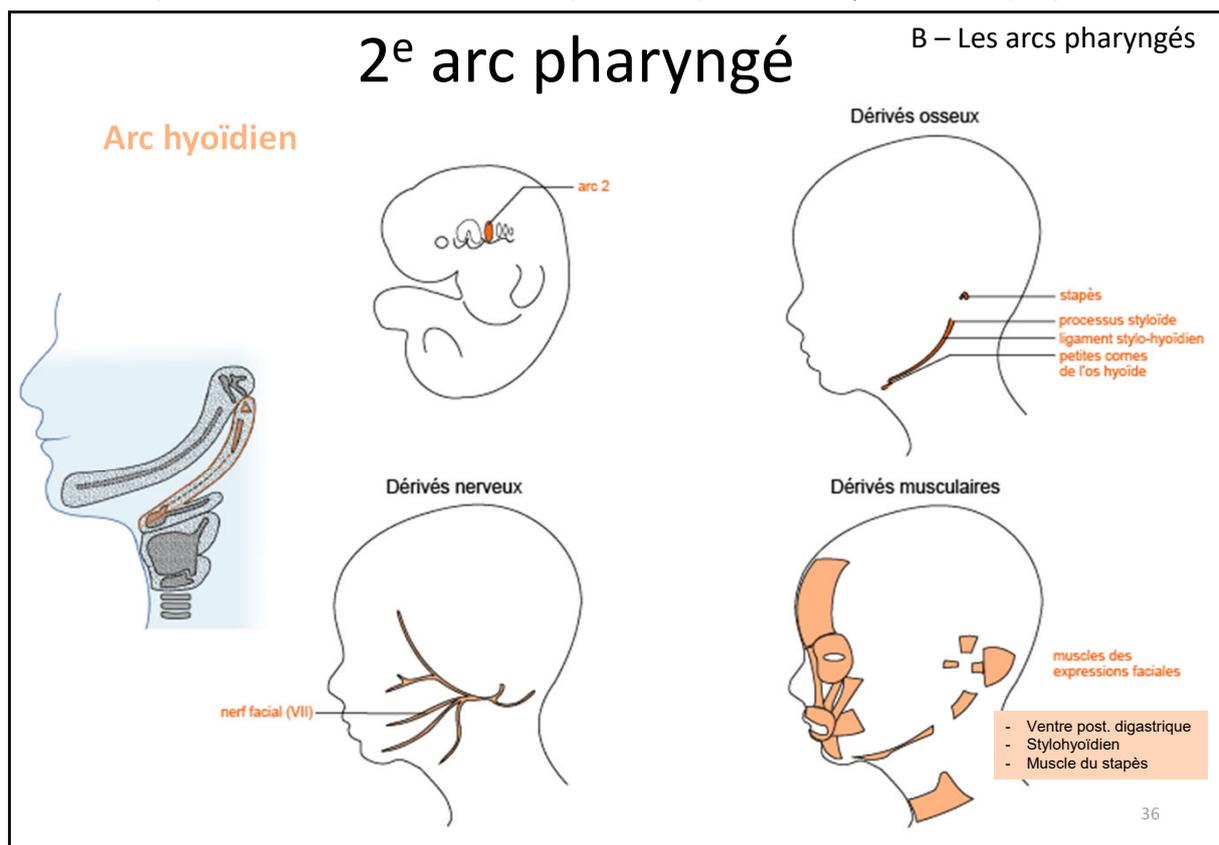
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

- muscle du malléus.

Le premier arc est :

- innervé par le V3, branche mandibulaire du trijumeau,
- vascularisé par le 1^{er} arc aortique.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Le 2^{ème} arc est aussi appelé arc hyoïdien

Dérivés squelettiques/osseux

Son cartilage, ou **cartilage de Reichert**, a pour origine les Cellules des Crêtes Neurales. Il donne naissance par ossification endochondrale :

- Stapès,
- processus styloïde du temporal,
- petites cornes et partie supérieure du corps de l'os hyoïde.

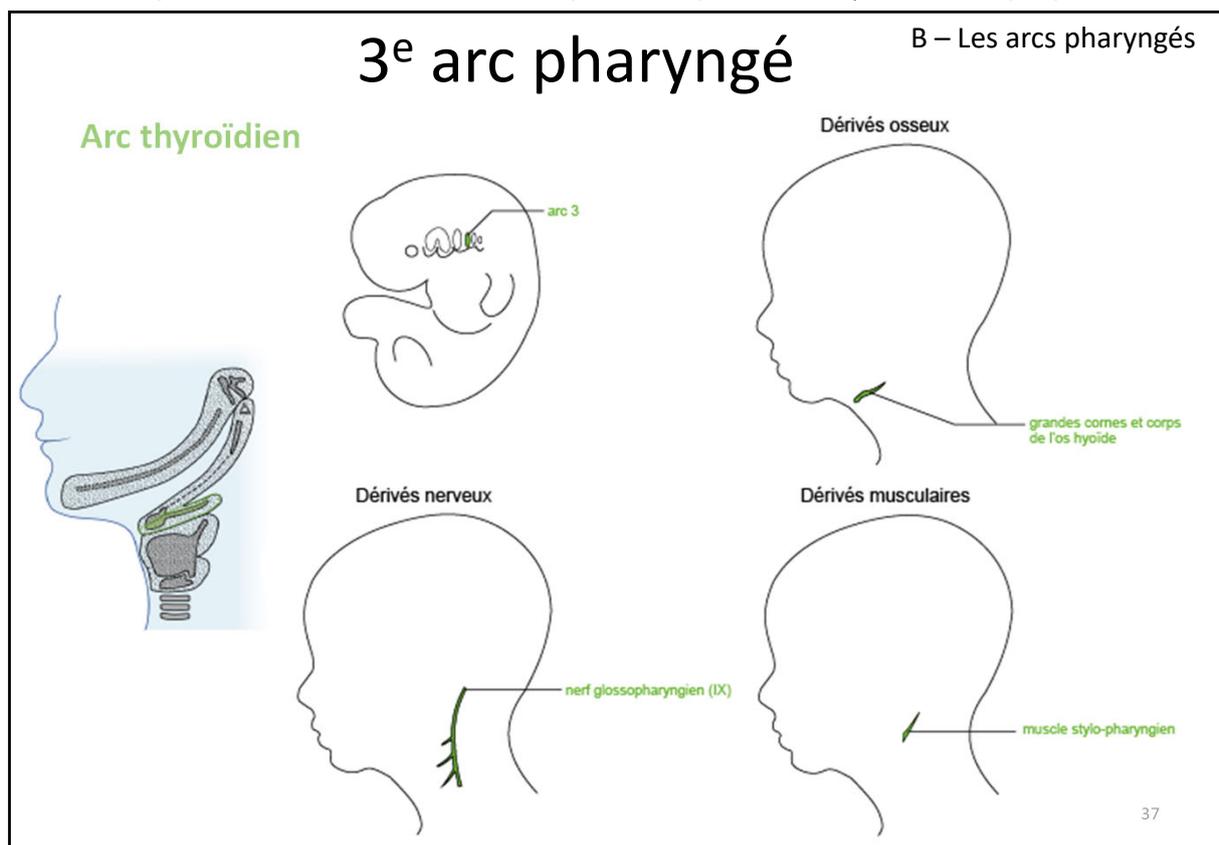
Les dérivés musculaires

- les muscles de la face : buccinateur, auriculaires, les muscles frontaux, orbiculaires des lèvres et des paupières,
- le ventre postérieur du digastrique,
- le stylohyoïdien,
- le muscle du stapès.

Le 2^{ème} arc est :

- innervé par le nerf facial VII
- vascularisé par le 2^{ème} arc aortique (artère carotide externe).

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Le 3^{ème} arc est nommé arc thyroïdien

Dérivés squelettiques/osseux

Il va donner par ossification endochondrale :

- Corps et grandes cornes (soit partie inférieure) de l'os hyoïde.

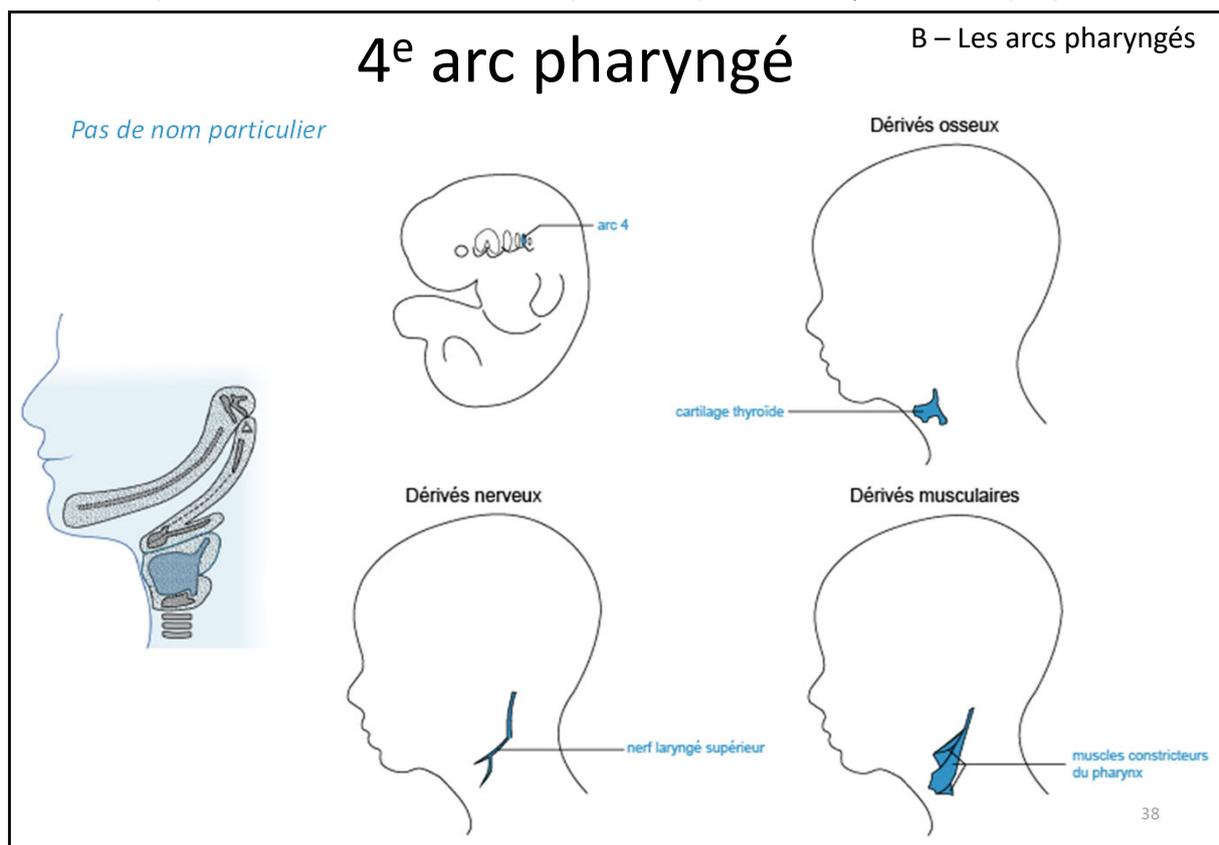
Dérivés musculaires

- le muscle stylopharyngien.

Le 3^e arc est :

- innervé par le nerf glossopharyngien IX,
- vascularisé par le 3^{ème} arc aortique (artère carotide interne).

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Le 4^{ème} arc est moins bien différencié, il n'a pas de nom particulier.

Dérivés squelettiques/osseux

- les cartilages du larynx dont la majeure partie du cartilage thyroïde,
- l'épiglotte qui se forme à partir du 4^{ème} mois.

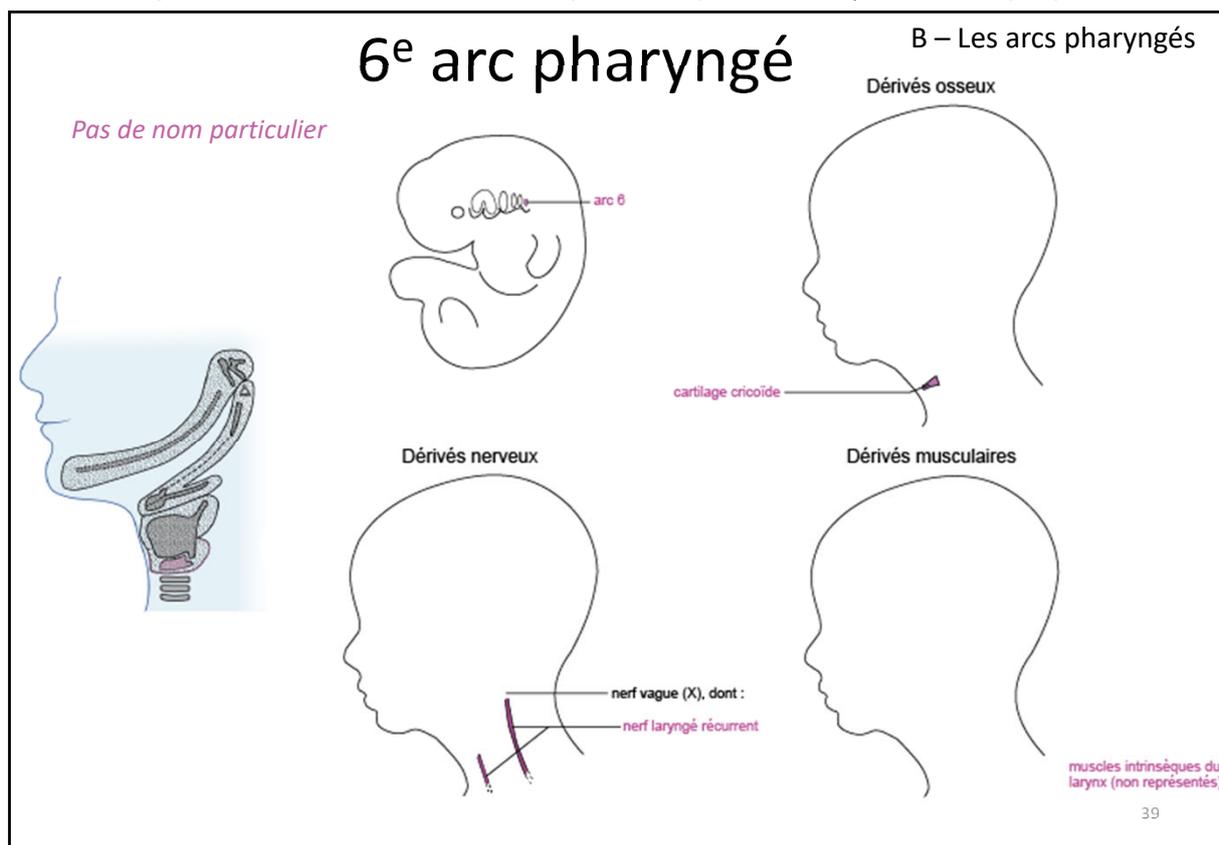
Dérivés musculaires :

- Le muscle crico-thyroïdien
- les constricteurs du pharynx.

Le 4^e arc est :

- innervé par le nerf laryngé supérieur, branche du X (nerf vague)
- vascularisé par le 4^{ème} arc aortique.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Une condensation mésodermique apparaît à la 5^{ème} semaine dans la région du 6^{ème} arc, appelée **bourgeonnement arythénoïdien**.

Elle a pour origine les parties latérales du mésoderme et devient du cartilage à la 7^e semaine.

Puis apparaissent ensuite les cartilages thyroïdes, cricoïdes puis cunéiformes et corniculés.

Chez l'homme il n'y a pas de 5 et 6^{èmes} arcs pharyngés distincts.

Dérivés squelettiques/osseux

- les cartilages du larynx dont la majeure partie du cartilage cricoïde

Dérivés musculaires

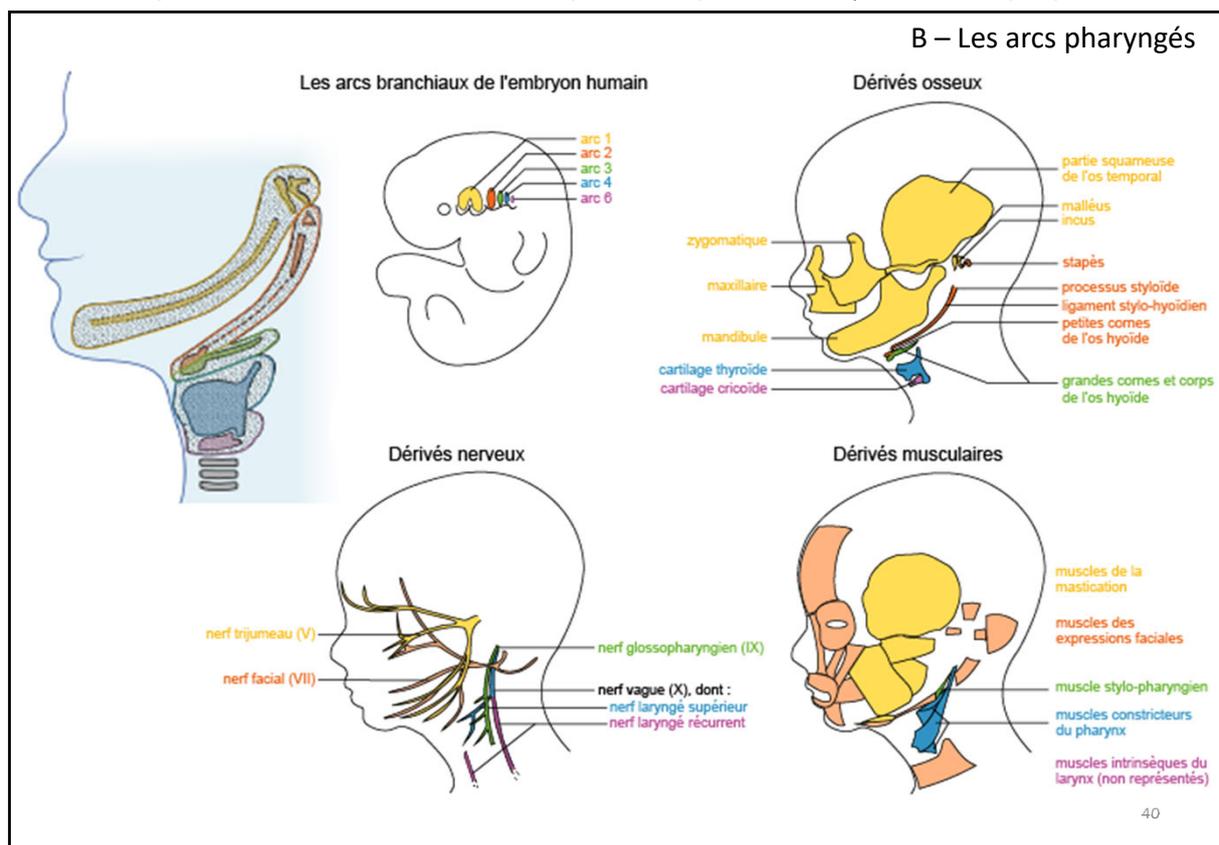
- les muscles intrinsèques du larynx.

Le 6^{ème} arc est :

- innervé par le nerf laryngé inférieur, branche du X (nerf vague) et vascularisé par le 6^{ème} arc aortique.

Le 4^e et le 6^e arc sont tous les 2 à l'origine des cartilages du larynx et sont souvent représentés et considérés ensemble.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Les 5 diapositives précédentes sont regroupées sur celle-ci.

[Les schémas avec les dérivés des arcs ont pour auteur(s)/autrice(s) : Pascal Combemorel, d'après Frisdal et Trainor, 2014 Licence : [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

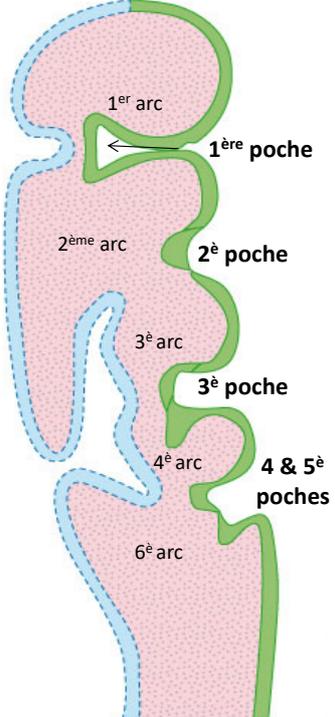
Frisdal, A. ., & Trainor, P. A. (2014). Development and evolution of the pharyngeal apparatus. Wiley Interdisciplinary Reviews. Developmental Biology, 3, 403–418. <http://doi.org/10.1002/wdev.147>]

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

**=> Devenir des poches
endodermiques**

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

C – Les poches pharyngées endodermiques



5 paires de poches pharyngées, en forme de ballon

1^{ère} poche pharyngée

Située entre les arcs I et II

S'allonge et donne naissance au processus tubo-tympanique qui forme le futur **conduit auditif externe**.

42

Intéressons-nous maintenant aux poches pharyngées endodermiques.

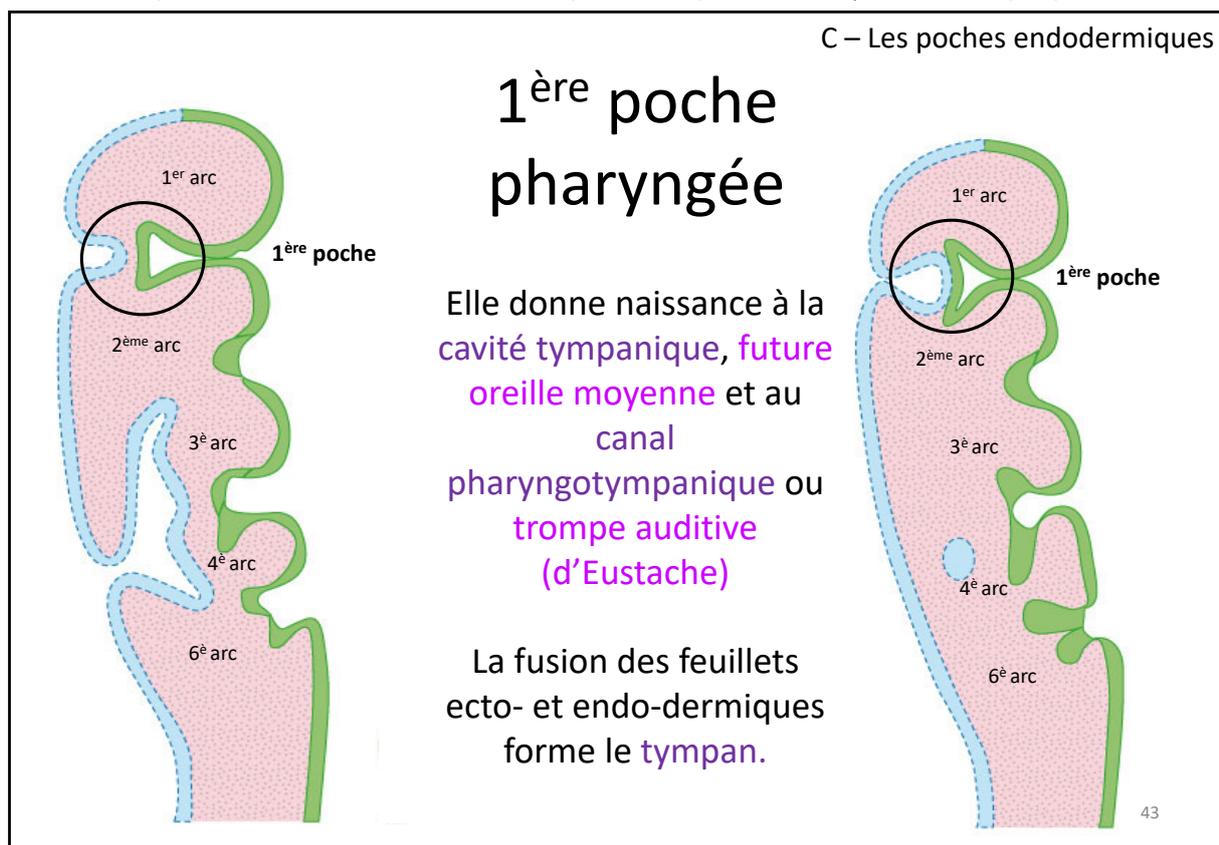
Il existe 5 paires de poches pharyngées, en forme de ballon.

La 1^{ère} poche pharyngée

Est située entre les arcs 1 et 2.

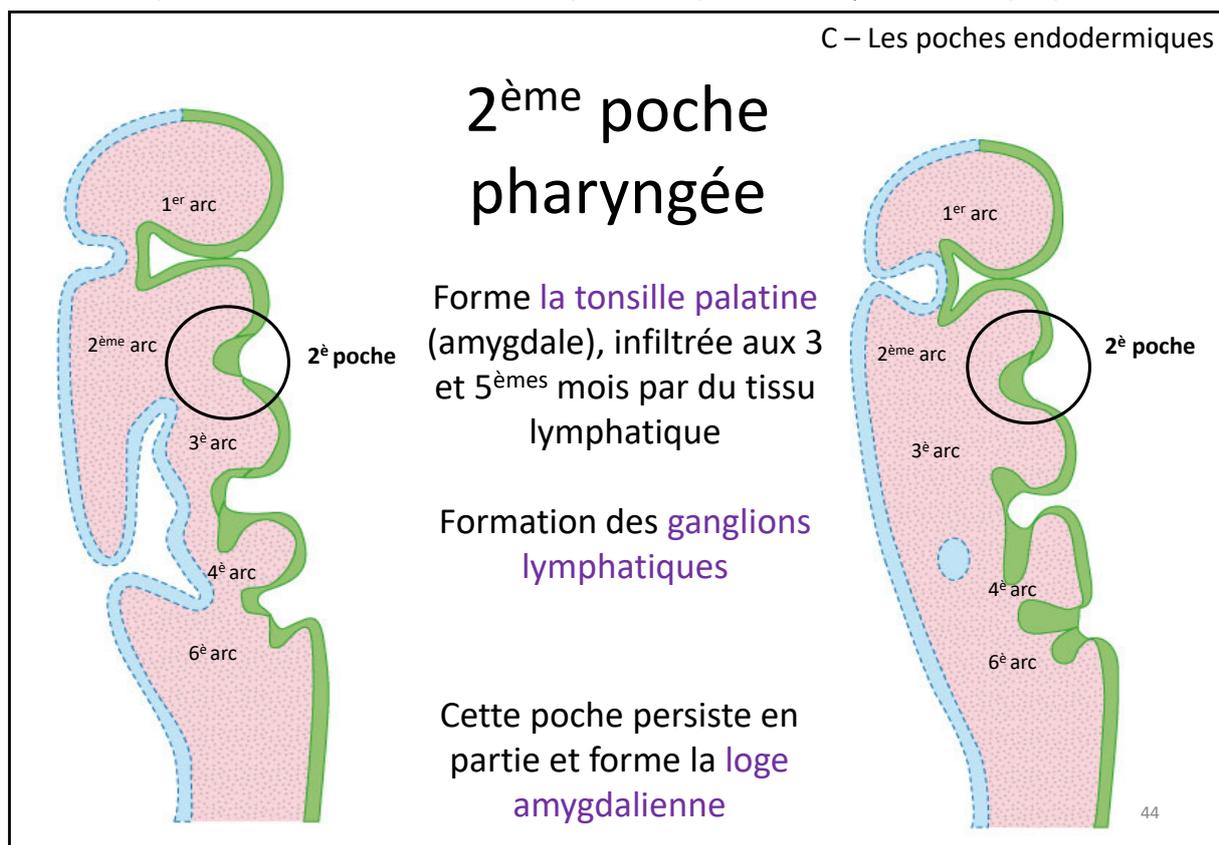
Elle s'allonge et donne naissance au processus tubo-tympanique qui forme le futur **conduit auditif externe**.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Elle est à l'origine de la cavité tympanique, future **oreille moyenne** et le **canal pharyngotympanique** ou trompe auditive (d'Eustache).
La fusion des feuillets ecto- et endo-dermiques forme le **tympan**.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



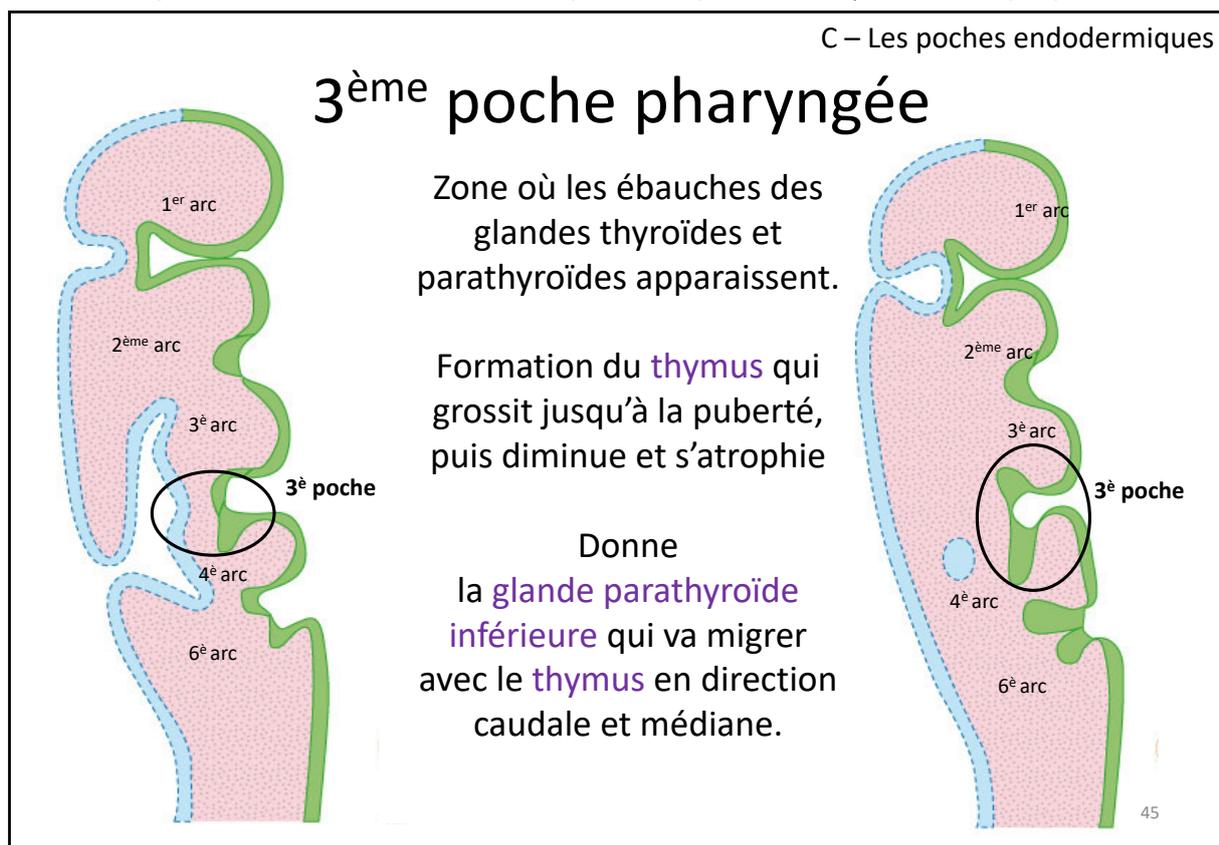
La 2^{ème} poche pharyngée

Forme la **tonsille palatine** (amygdale), infiltrée aux 3 et 5^{èmes} mois par du tissu lymphatique.

Dans cette région se forment aussi les **ganglions lymphatiques**.

Cette poche persiste en partie et forme la **loge amygdalienne**.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



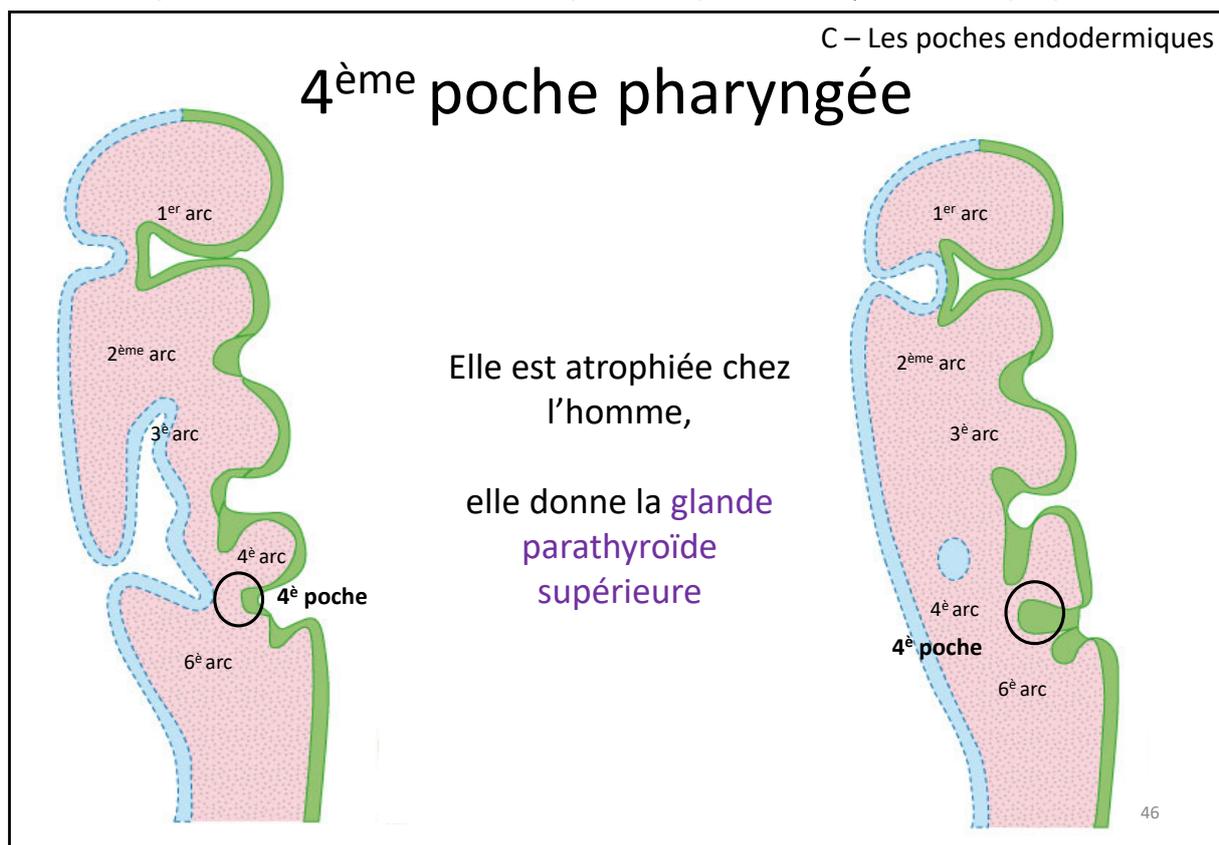
La 3^{ème} poche pharyngée

Est la zone où les ébauches des **glandes thyroïdes et parathyroïdes** apparaissent.

Dans cette poche, se forme aussi le **thymus** qui grossit jusqu'à la puberté, puis diminue et s'atrophie.

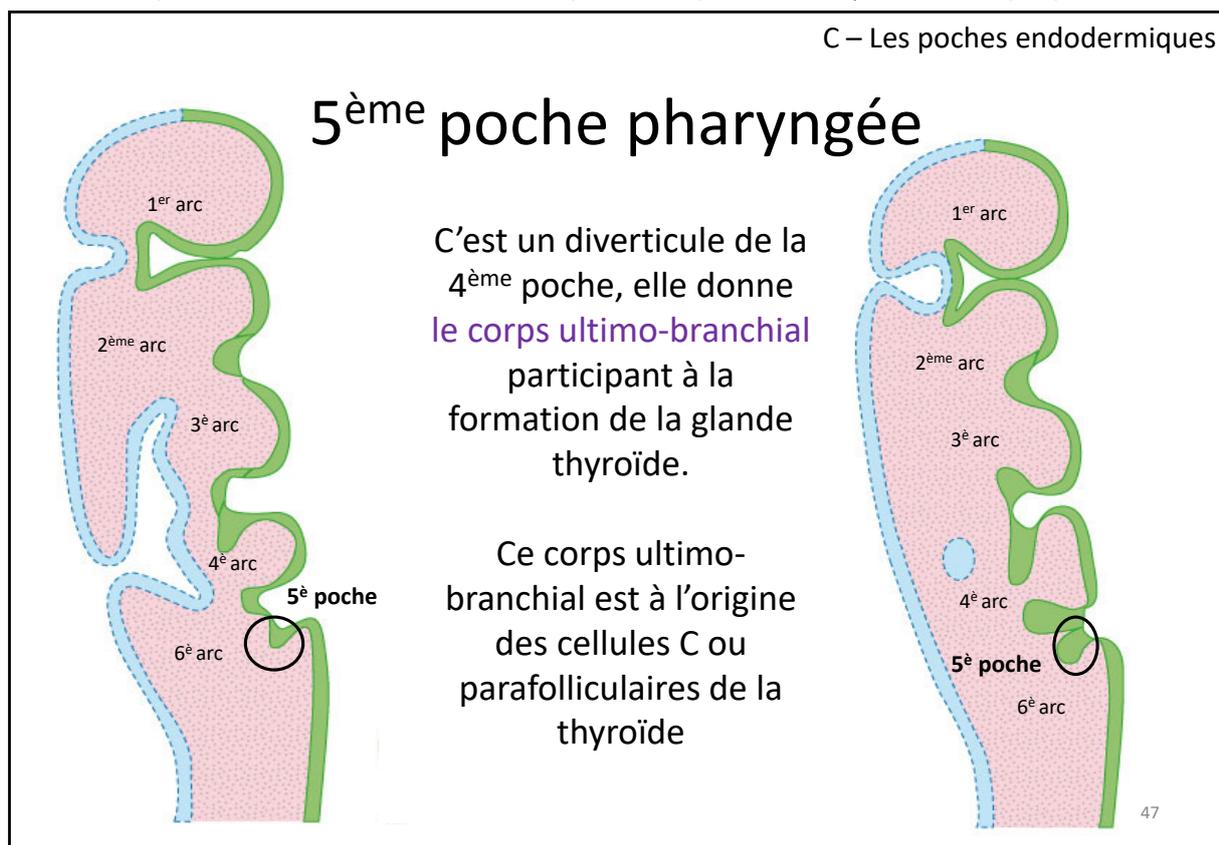
Enfin la 3^{ème} poche donne naissance à la glande parathyroïde inférieure qui va migrer avec le thymus en direction caudale et médiane dans l'embryon.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



La 4^{ème} poche pharyngée est atrophiée chez l'homme, elle donne la **glande parathyroïde supérieure**.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



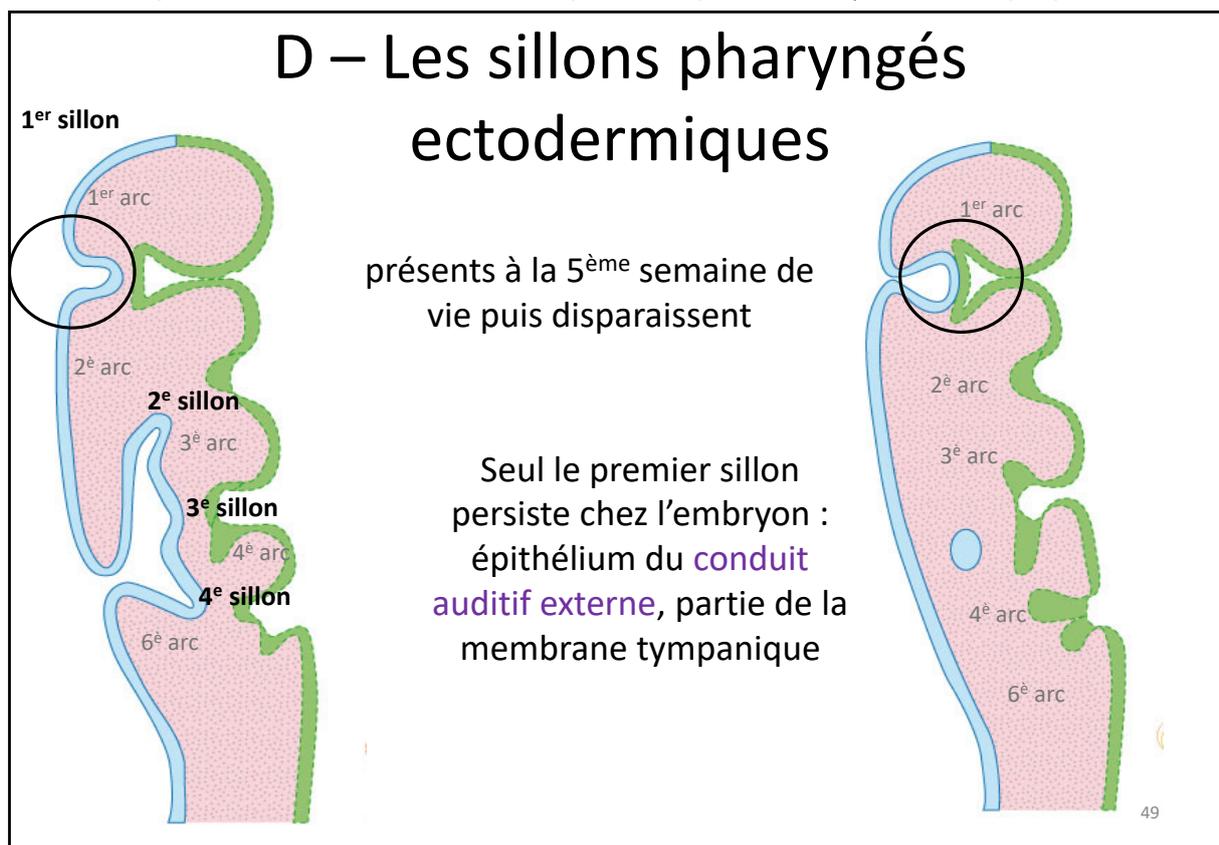
La 5^{ème} poche pharyngée

est un diverticule de la 4^{ème} poche, elle donne le corps ultimo-branchial participant à la formation de la **glande thyroïde**. Ce corps ultimo-branchial est à l'origine des cellules C ou parafolliculaires de la thyroïde.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

**=> Devenir des sillons
ectodermiques**

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



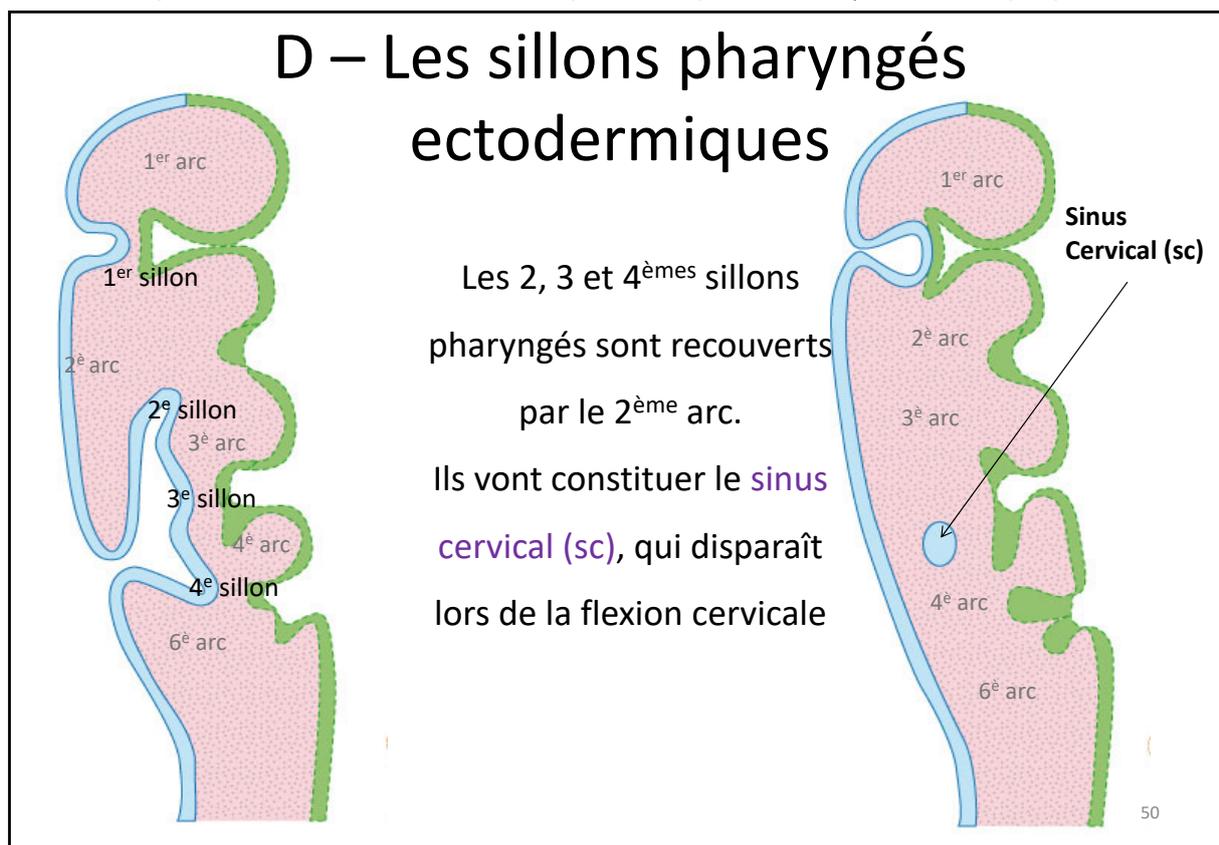
Les sillons pharyngés ectodermiques

Sont présents à la 5^{ème} semaine de vie embryonnaire puis disparaissent

Seul le premier sillon persiste partiellement :

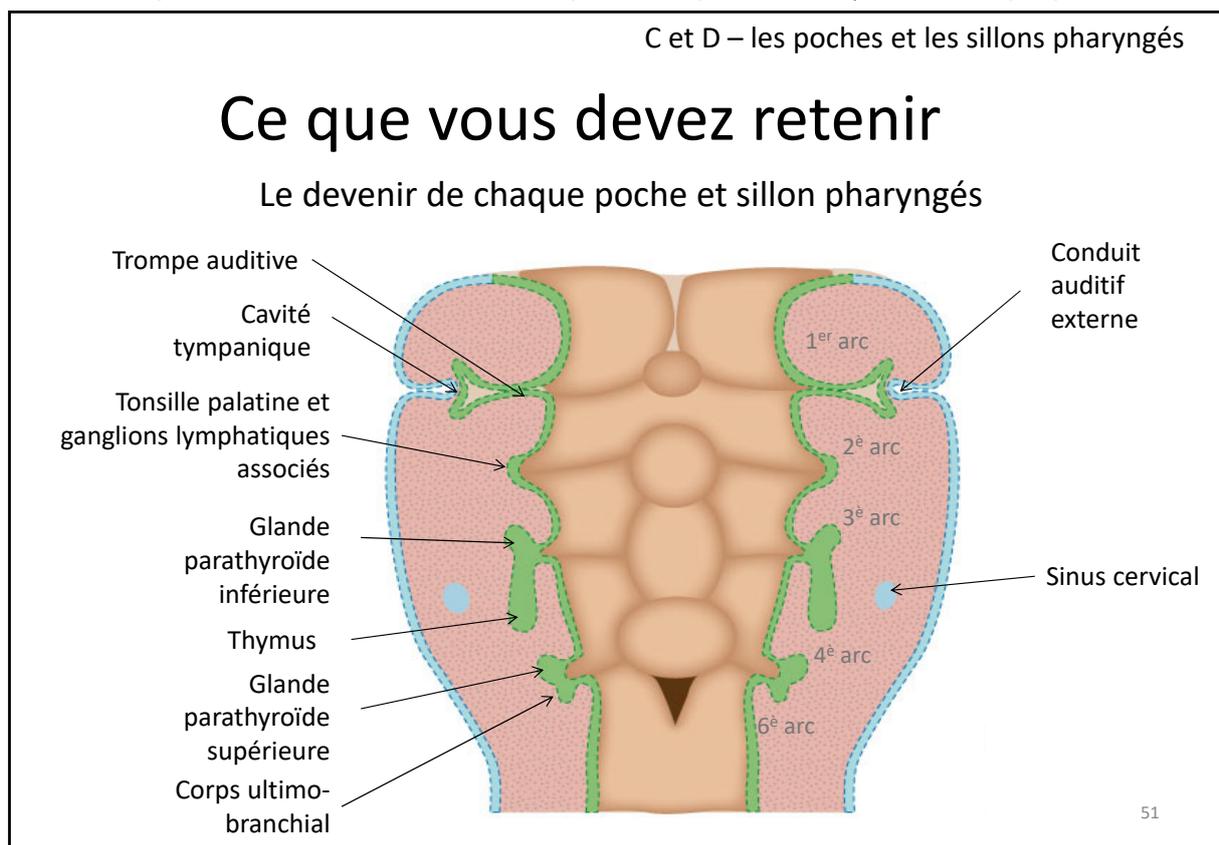
Il est à l'origine de l'**épithélium du conduit auditif externe**, partie de la **membrane tympanique**.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Comme vous pouvez l'observer sur le schéma de gauche, **les 2, 3 et 4^{èmes} sillons pharyngés ectodermiques** sont recouverts par le 2^{ème} arc. Ils vont constituer le **sinus cervical (sc)**, qui disparaît lors de la flexion cervicale.

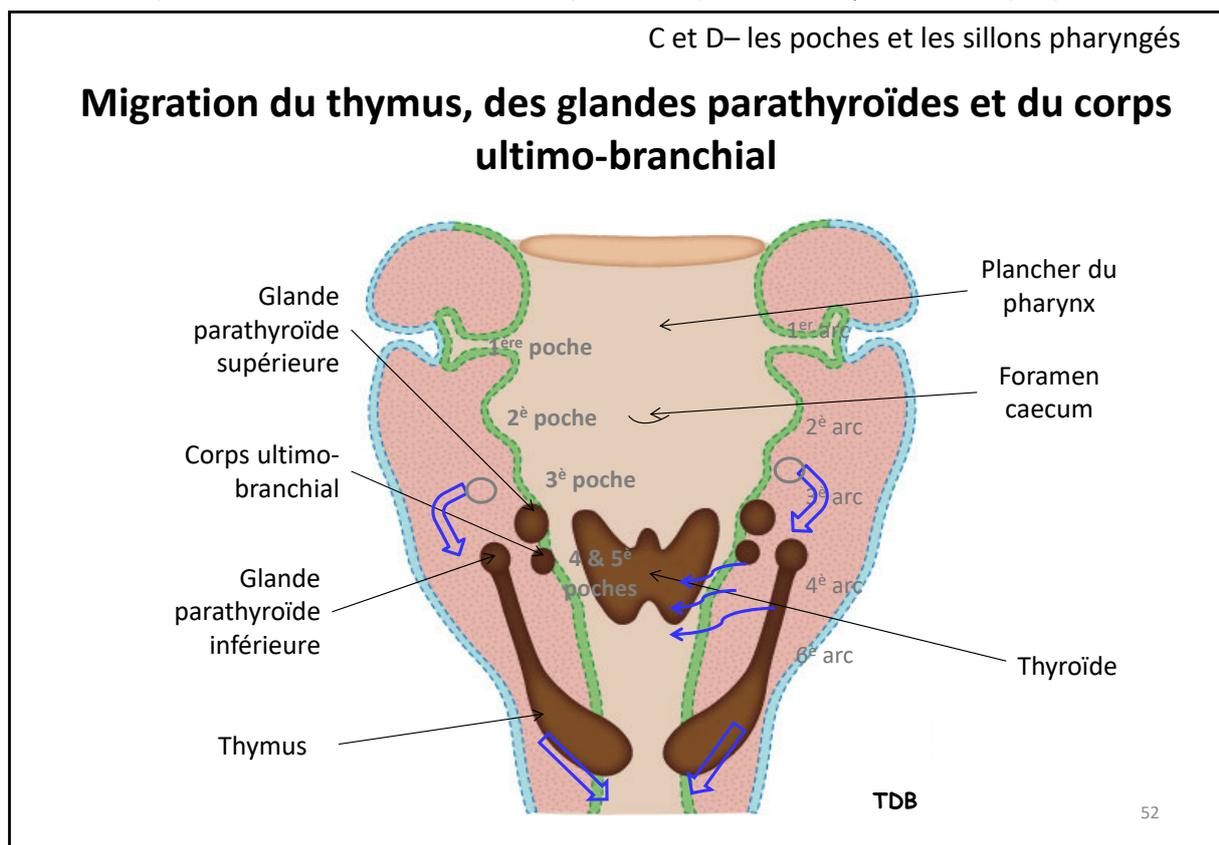
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Ce que vous devez retenir

Le devenir de chaque poche et de chaque sillon pharyngé.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Sur ce schéma, vous pouvez observer la migration des éléments dérivés des poches pharyngées.

La glande parathyroïde inférieure issue de la 3^{ème} poche et le thymus vont migrer dans l'embryon en direction caudale et médiane.

La glande parathyroïde supérieure issue de la 4^{ème} poche, et le corps ultimo-branchial issu de la 5^{ème} poche migrent également en direction médiane.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

– Partie III –
Morphogenèse de la face

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Bourgeons faciaux

5 bourgeons :

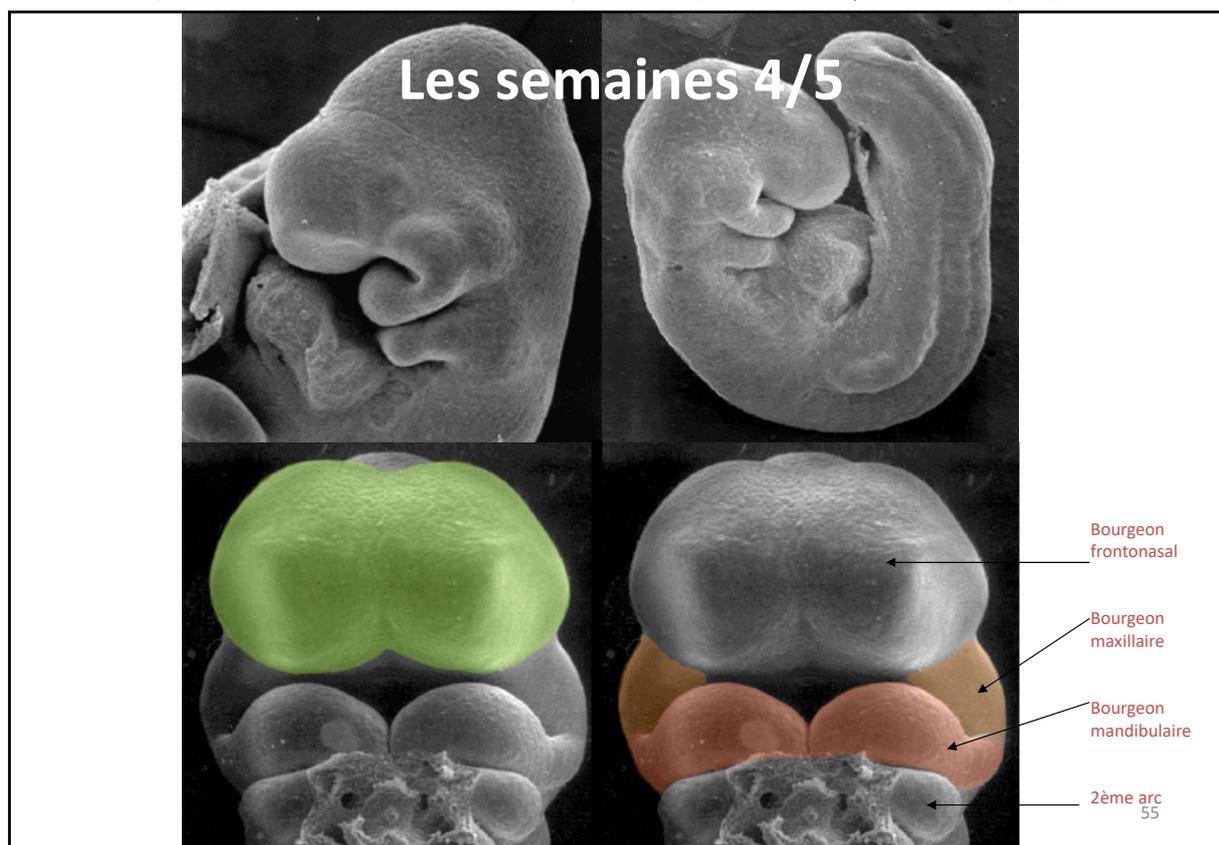
- 1 fronto-nasal
- 2 maxillaires
- 2 mandibulaires

dérive du 1^{er} arc pharyngien

Fusion :

- confluence (ex: arc mandibulaire)
- mesodermisation (ex: palais)

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

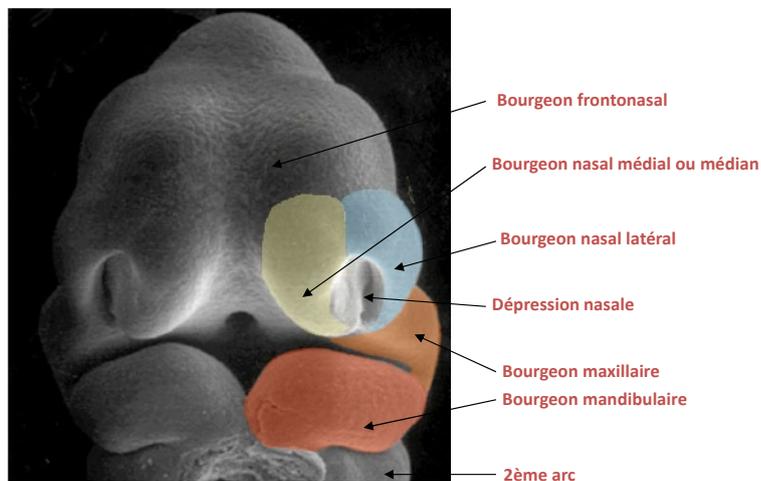


Les semaines 4/5

La face en développement est représentée par la région frontonasale (en vert) et le premier arc pharyngé (en orangé) scindé en bourgeons maxillaires et mandibulaires. Elle est mise en place au cours du deuxième mois par le développement et la fusion de 5 bourgeons : le bourgeon frontal ou frontonasal (en vert), les deux bourgeons maxillaires, les deux bourgeons mandibulaires.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

La semaine 6



Apparition d'une dépression nasale...

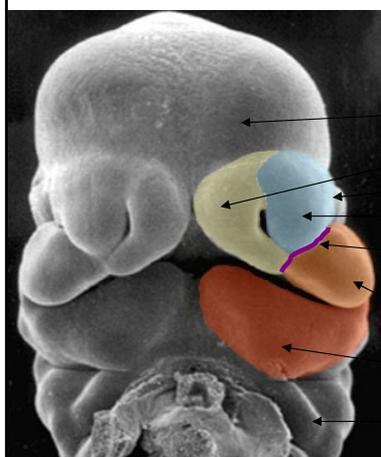
56

La semaine 6

Au cours de la cinquième semaine deux épaisissements ectoblastiques ou placodes olfactives ou nasales apparaissent sur les aspects latéraux du bourgeon frontonasal. A la semaine 6 l'ectoblaste au centre de chaque placode nasale s'invagine pour former une dépression nasale ce qui divise le bord surélevé de la placode en bourgeons nasaux latéraux (externes, en bleu) et médiaux (internes, en jaune).

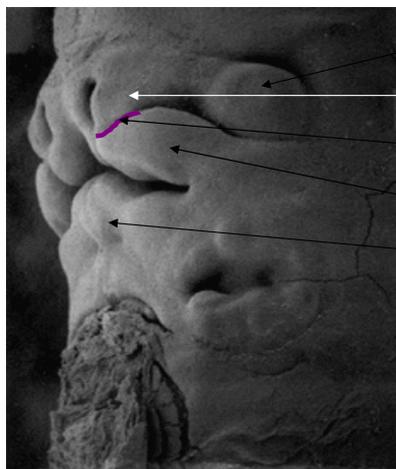
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Les semaines 6/7 - semaines 7/8



Bourgeon frontonasal
Bourgeon nasal médial
Oeil
Bourgeon nasal latéral
Gouttière
naso-lacrymale
Bourgeon maxillaire
Bourgeon mandibulaire
2ème arc

**Rapprochement des BNM
+ extension basolateral avec fusion
=formation du processus intermaxillaire**



Oeil
Bourgeon nasal latéral
Gouttière
naso-lacrymale
Bourgeon maxillaire
Bourgeon mandibulaire

**Fusion Bg Mand avec Bg Maxil =
formation partie basse de la joue +
orifice buccal**

57

Les semaines 6/7 - semaines 7/8

Les extrémités latérales des bourgeons nasaux médiaux (en jaune) rejoignent les extrémités des bourgeons nasaux latéraux (en bleu).

Les bourgeons nasaux latéraux (en bleu) fusionnent avec les bourgeons maxillaires (en orange). Ils participent à la formation des ailes du nez.

A la semaine 6, les processus nasaux médiaux (en jaune) se développent pour s'unir sur la ligne médiane; ils constitueront la partie médiane du nez.

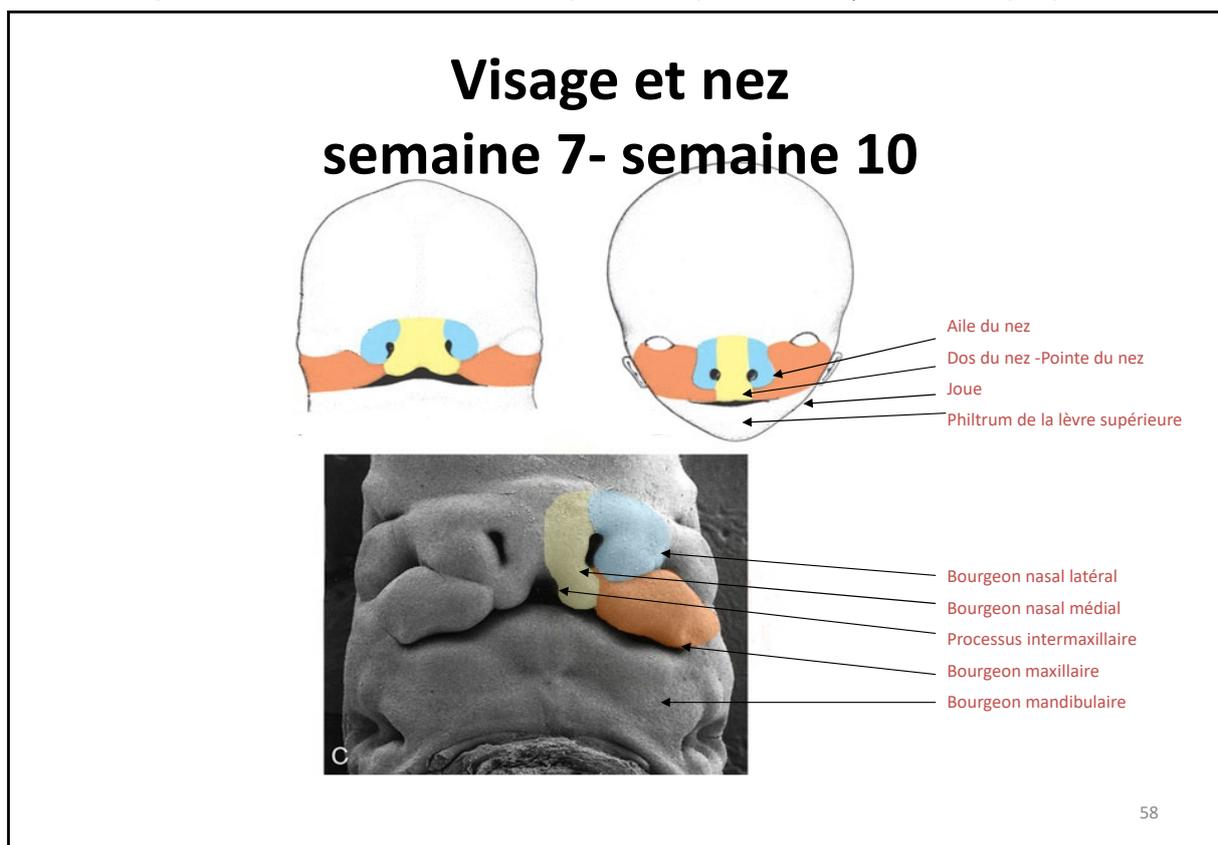
A la semaine 7, ces processus nasaux médiaux (en jaune) s'étendent vers le bas et les côtés et fusionnent pour donner naissance au processus intermaxillaire.

Les extrémités des bourgeons maxillaires (en orange) grandissent pour rencontrer le processus intermaxillaire et s'unir à lui.

La dépression entre le processus nasal latéral et le bourgeon maxillaire est la gouttière naso-lacrymale (en violet) à l'origine du conduit lacrymo-nasal qui draine l'excès de larme de la conjonctive de l'œil vers la cavité nasale.

Les parties latérales des bourgeons mandibulaires fusionnent avec les bourgeons maxillaires et constituent la partie inférieure de la joue et limitent l'ouverture de la bouche.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Visage et nez semaine 7- semaine 10

Voici schématisée l'évolution des différents bourgeons et les étapes de formation du nez
Les bourgeons nasaux latéraux (en bleu) fusionnent avec les bourgeons maxillaires (en orange). Ils participent à la formation des ailes du nez.

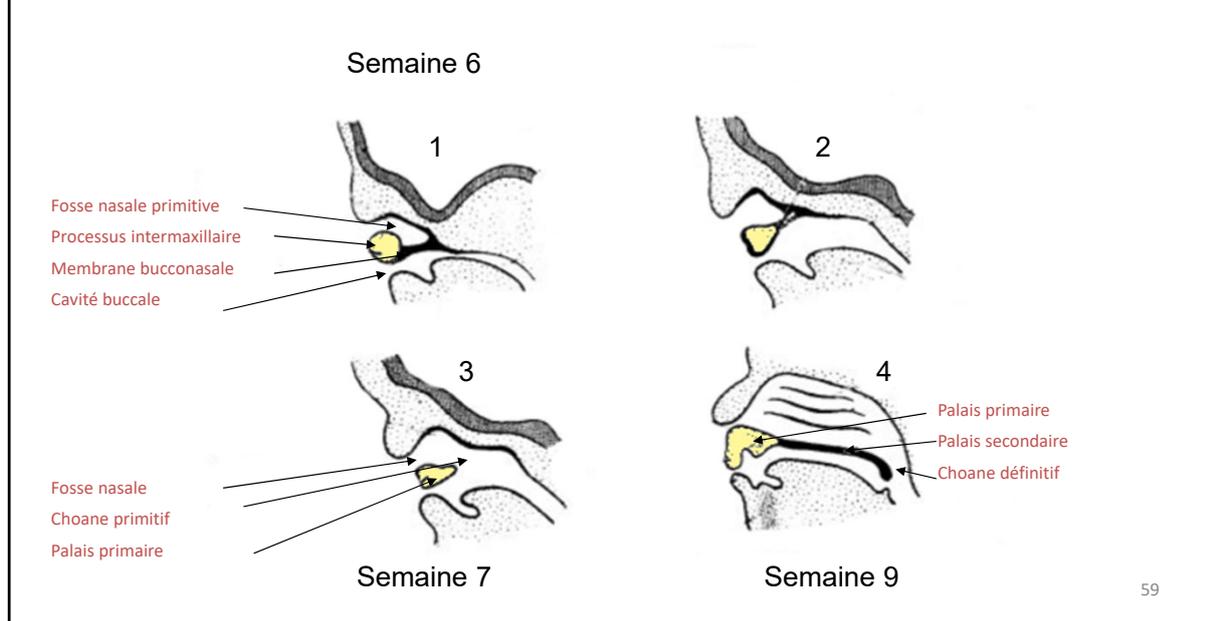
Les bourgeons nasaux médiaux (en jaune) se développent pour s'unir sur la ligne médiane; ils constitueront le dos, la partie moyenne et la pointe du nez.

Ces bourgeons nasaux médiaux fusionnés constituent le processus intermaxillaire d'où dérivent le palais primaire, la partie antérieure de l'arcade dentaire maxillaire et le philtrum ou partie moyenne de la lèvre supérieure.

Le massif latéral de la face à l'origine des parties latérales de la lèvre supérieure et de la joue est constitué par la confluence entre les extrémités des bourgeons maxillaires les bourgeons nasaux latéraux.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Formation des cavités nasales



Formation des cavités nasales

Quant à la formation de la cavité nasale, les dépressions nasales s'invaginent (semaines 5-6) pour former une cavité nasale unique séparée de la cavité buccale par une cloison épaisse l'aileron nasal (6ème semaine). Cet aileron s'amincit et forme la membrane bucconasale qui disparaît pour constituer le choane primitif (semaine 7). Le plancher de la cavité nasale est alors limité par le palais primaire issu du bourgeon intermaxillaire.

Pendant que se forme le palais secondaire, le septum nasal médian formé à partir du bourgeon frontonasal et des bourgeons nasaux médiaux s'allonge vers le bas pour fusionner avec la face supérieure du palais primaire et ensuite secondaire, séparant les fosses nasales droites et gauches.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

**=> Devenir des bourgeons
faciaux**

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Devenir des bourgeons faciaux

B. nasal interne :

- Segment intermaxillaire de l'os maxillaire
- Philtrum de la lèvre
- Partie centrale de la gencive supérieure
- Palais primaire

B. nasal externe : Ailes du nez (en partie)

B. frontal :

- Front
- Massif Médian

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Devenir des bourgeons faciaux

- B. Maxillaire :**
- Partie latérale de la lèvre supérieure
 - Maxillaire
 - Palais secondaire
 - Joues
 - Ailes du nez (en partie)

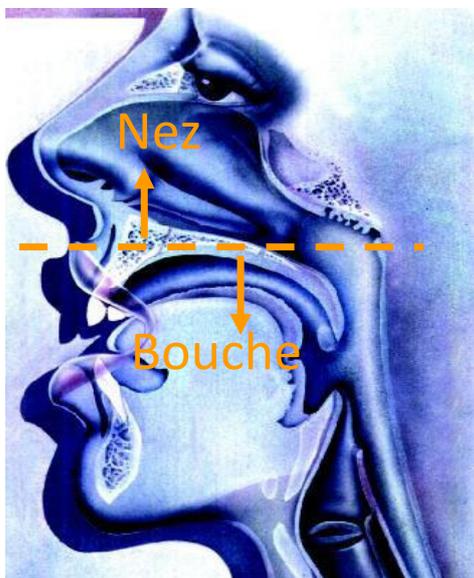
- B. Mandibulaire :**
- Mandibule
 - Lèvre inférieure
 - Partie inférieure de la face

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

– Partie IV – Formation du palais

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Le palais



Chez les mammifères,
le palais secondaire
participe à...

- l'alimentation
- la succion/déglutition
- la phonation

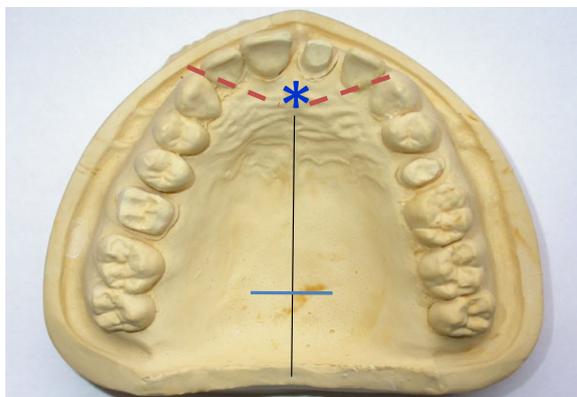
64

Formation du palais

Nous allons maintenant aborder plus en détails la formation du palais véritable toit de la cavité buccale et plancher des cavités nasales. Chez les mammifères il participe à l'alimentation, la succion/déglutition et la phonation.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Palais primaire et secondaire



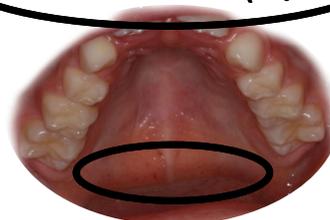
* Foramen incisif

Palais
primaire

Palais secondaire

• Palais dur (2/3)

• Palais mou (1/3)

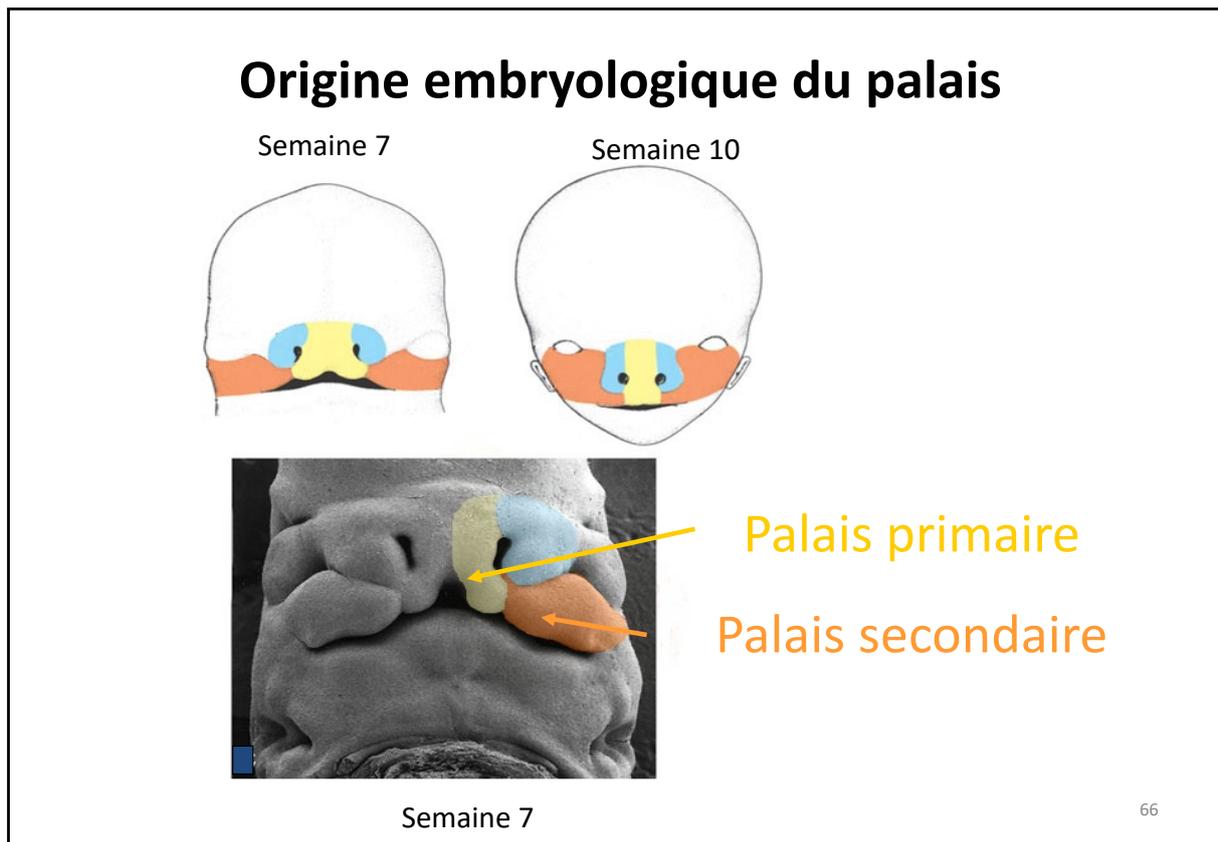


65

Palais primaire et secondaire

Ce palais se compose de deux parties: le palais primaire en avant du foramen incisif contenant les quatre incisives maxillaires et le palais secondaire subdivisé en palais dur parcouru de reliefs, les rugae, et palais mou ou voile du palais dans sa partie la plus postérieure. Sur le bord postérieur du palais mou se trouve la luette qui lorsque le palais est relâché repose sur la langue.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



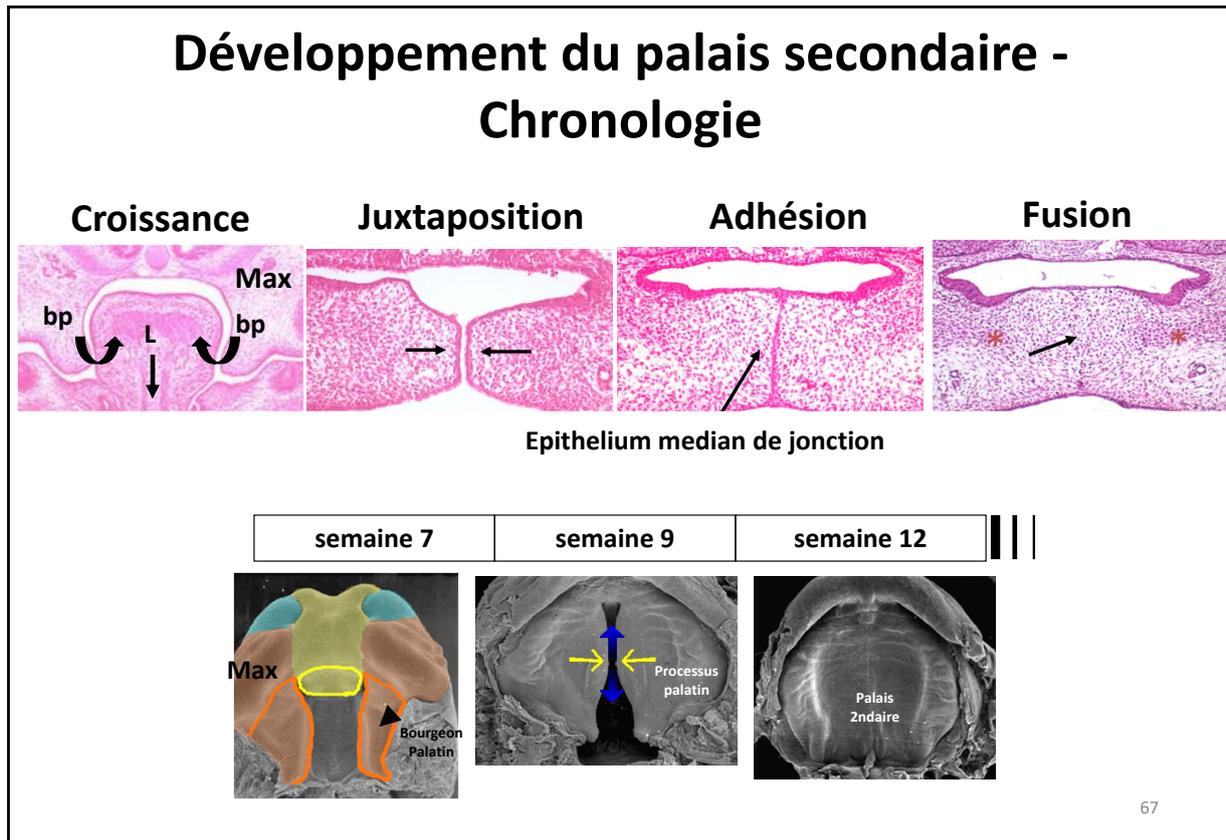
Origine embryologique du palais

Rappelons tout d'abord l'origine embryologique

- du palais primaire à savoir : le bourgeon frontonasal à partir duquel se forment les bourgeons nasaux médiaux (ou internes) qui eux-mêmes fusionnent pour former le processus intermaxillaire
- du palais secondaire via le premier arc pharyngé et les bourgeons maxillaires.

La formation du palais représente un évènement majeur du développement crâniofacial. Elle résulte de la confluence dans une suture en forme de Y de trois bourgeons: le bourgeon prémaxillaire ou palais primaire dérivant du bourgeon frontonasal et les deux processus ou bourgeons palatins, émanations des bourgeons maxillaires. Ce processus morphogénétique aboutit au cloisonnement du stomodeum, ou cavité buccale primitive, en cavité buccale définitive et fosses nasales

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Développement du palais secondaire - Chronologie

La formation du palais qui est très rapide chez la souris soit environ 4 jours s'étale de la sixième à la douzième semaine du développement embryonnaire chez l'homme.

Elle peut être divisée en différents stades:

L'élévation et la juxtaposition: Les bourgeons palatins (bp) d'abord verticaux de part et d'autre de la langue (L) se développent, s'élèvent, changent d'orientation en devenant horizontaux et viennent au contact sur la ligne médiane.

L'adhésion: Les deux épithélia de recouvrement des bourgeons palatins (MEE medial edge epithelium) adhèrent, s'intriquent et forment l'épithélium médian de jonction ou MES (medial epithelial seam en anglais).

La dispersion/fusion: pour assurer la fusion et la continuité des mésenchymes, les cellules épithéliales doivent se disperser et disparaître.

La chronologie du développement du palais chez l'homme est la suivante:

- Semaine 6&7 Le processus intermaxillaire (processus nasaux médiaux) donne le palais primaire (jaune)

- Semaines 8&9 les parois médiales des processus maxillaires produisent les processus palatins verticaux parallèles aux faces latérales de la langue (orange)

- Semaine 9 élévation et fusion sur la ligne médiane, constitution du palais secondaire

Fusion du palais primaire et secondaire et séparation des fosses nasales de la cavité buccale.

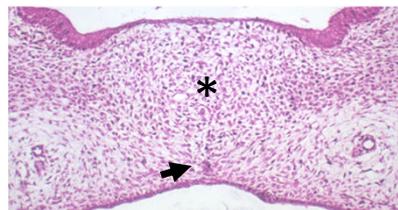
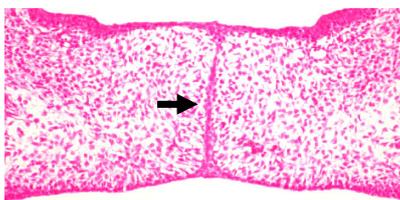
10 jours environ sont nécessaires pour achever la fusion des bourgeons palatins. La dispersion de l'épithélium de jonction est souvent incomplète et est associée à la persistance de restes épithéliaux appelés les perles d'Epstein sur la ligne médiane du palais.

Cette fusion induit la formation d'une structure équivalente à une suture qui restera active jusqu'à l'âge adulte.

- La fusion du palais est terminée à la semaine 12.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Dispersion de l'épithélium médian de jonction



...continuité du mésenchyme et fusion

Mécanismes

1. Rétraction - contraction du feuillet épithélial
2. Migration cellulaire
3. Apoptose
4. Transition épithélio-mésenchymateuse (EMT) (Gibbins *et al*, 1999)

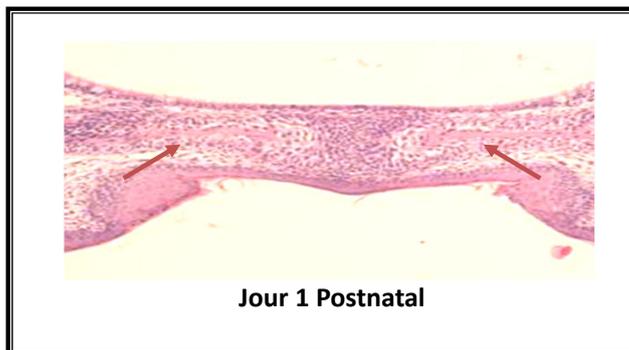
68

Dispersion de l'épithélium médian de jonction

Revenons à cette étape cruciale du développement du palais qu'est la dispersion de l'épithélium médian. Quatre mécanismes pourraient expliquer la dispersion de la barrière épithéliale: la rétraction/contraction du feuillet épithélial, la migration des cellules épithéliales de la suture en direction nasale ou orale, l'apoptose et la transition épithélio-mésenchymateuse ("trans-différenciation"). Les résultats de la littérature suggèrent que les quatre mécanismes sont actifs.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Après la fusion



Différenciation cellulaire après fusion

- Epithélium: Oral, Nasal
- Mésenchyme: Os, Muscle, Nerf, Vaisseau sanguin

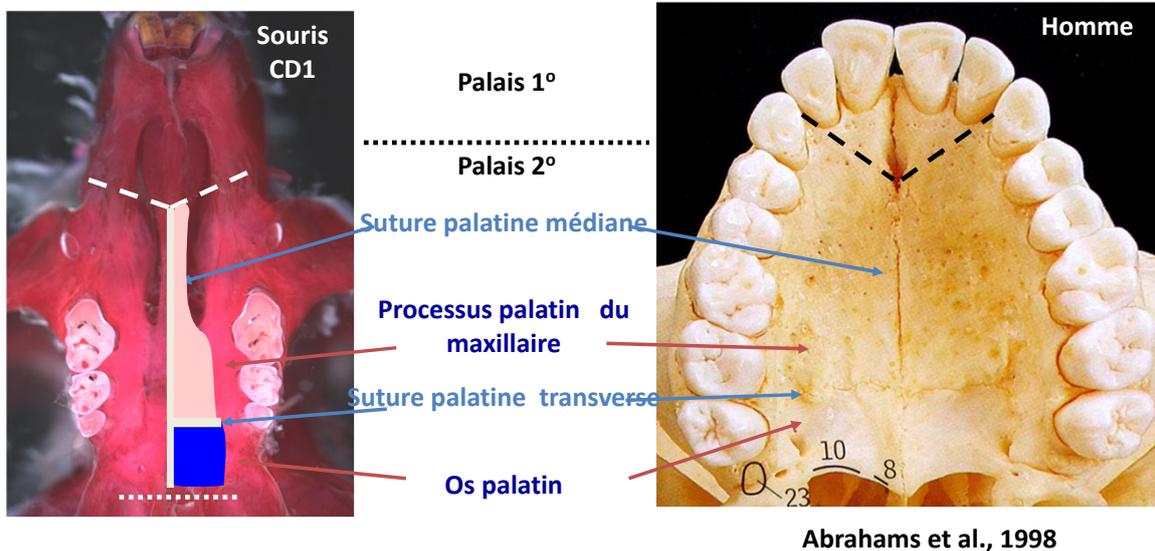
69

Après la fusion

Après la fusion s'observent les différenciations cellulaires épithéliales et mésenchymateuses en particulier la formation osseuse.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Éléments osseux du palais secondaire



70

Éléments osseux du palais secondaire

Voici détaillés sur cette figure les éléments osseux du palais à savoir le processus palatin du maxillaire et l'os palatin séparés par la suture palatine transverse. La suture palatine médiane séparant les processus palatins est également bien visible. Ce schéma explicite également la correspondance des éléments osseux chez la souris et l'homme.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Maturation du palais...

Ossification membranaire pour le palais primaire.

Condensations mesenchymateuses (partie ventrale) subissent une ossification endochondrale =>Palais dur.

Du mesenchyme myogène (partie dorsale) va former la musculature du voile du palais.

Et pendant ce temps...

**Le processus nasofrontal et nasal median => croissance pour former septum nasal median => rejoint la ligne médiane du palais I et II.
Coulouirs nasaux avec ouverture par le choane définitif.**

71

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

– Partie V –

Formation de la langue

72

Parmi les annexes issues de l'appareil pharyngé, il nous reste à étudier le développement de la langue et l'embryogenèse des glandes salivaires.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

La langue

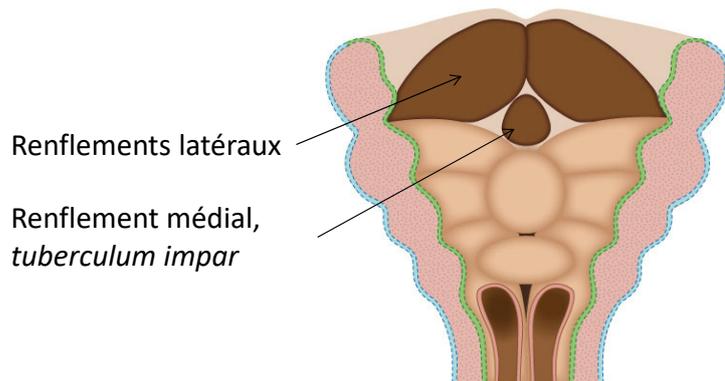
Formation des 2/3 antérieurs de la langue

4^{ème} SD sur le plancher du pharynx

Prolifération du mésoblaste ventral du premier arc pharyngé

Deux renflements ovalaires et latéraux

et un renflement triangulaire et médial, *tuberculum impar*



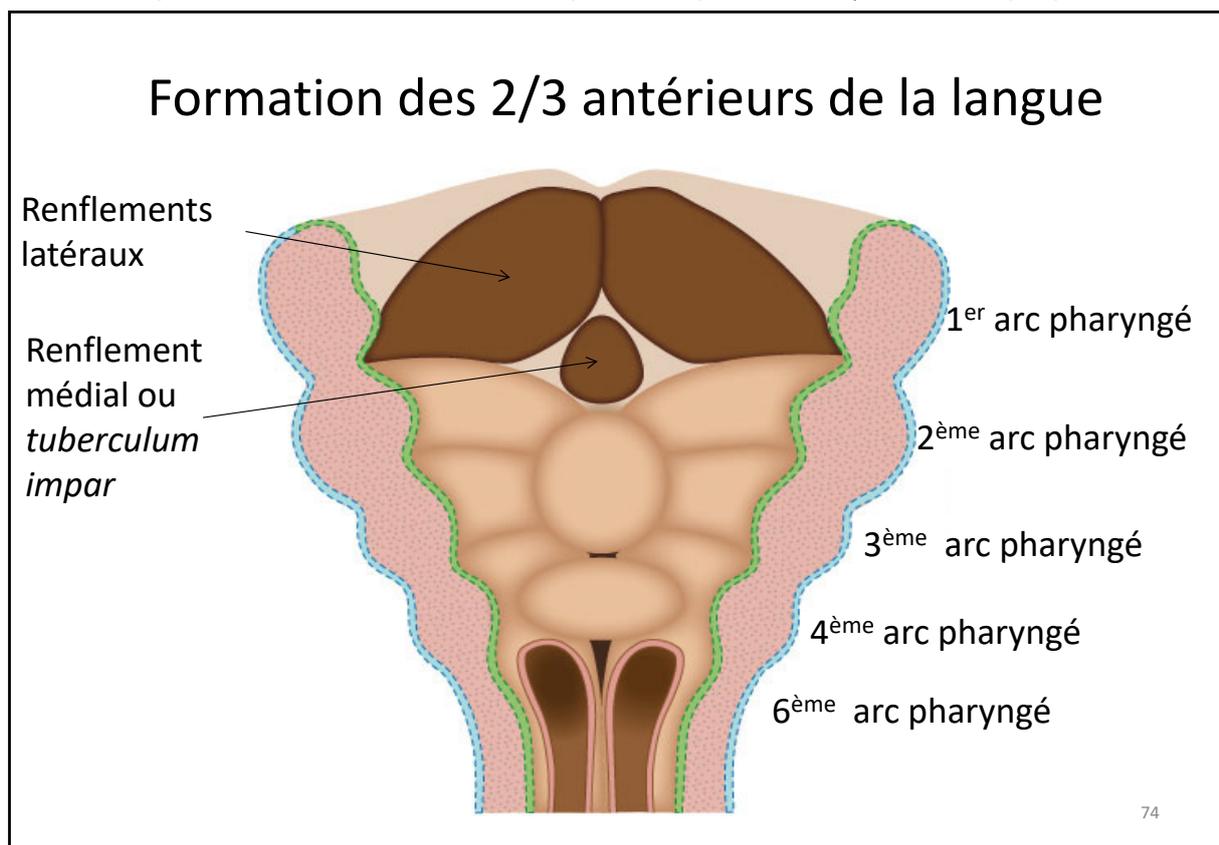
73

Dans un but pédagogique, on distingue la formation du corps de la langue (2/3 antérieurs) et celle de la base (1/3 postérieur)

Intéressons-nous d'abord à la formation des 2/3 antérieurs :

Au cours de la 4^{ème} SDE, au niveau du plancher du pharynx, le mésoblaste ventral de l'arc mandibulaire se met à proliférer. On peut observer alors 2 renflements ovalaires et latéraux et un renflement triangulaire et médial le tuberculum impar.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

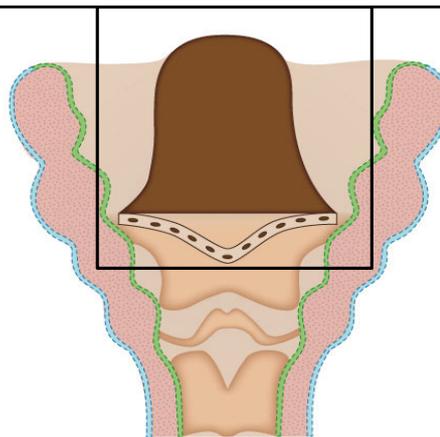


Vous pouvez observer sur ce schéma les renflements latéraux et le renflement médial, issus du premier arc pharyngé.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Formation des 2/3 antérieurs de la langue

Renflements latéraux augmentent de volume et recouvrent le tuberculum impar



Ils fusionnent pour former les **2/3 antérieurs** ou **corps** de la langue.

La fusion est marquée en surface par un sillon, *sulcus médian* et en profondeur par le *septum médian* fibreux.

L'**innervation sensitive** du corps de la langue est assurée par la **branche mandibulaire du trijumeau**.

75

Les renflements latéraux augmentent de volume et recouvrent le tuberculum impar.

Ils fusionnent pour former les 2/3 antérieurs ou corps de la langue.

La fusion est marquée en surface par un sillon, *sulcus médian* et en profondeur par le *septum médian* fibreux.

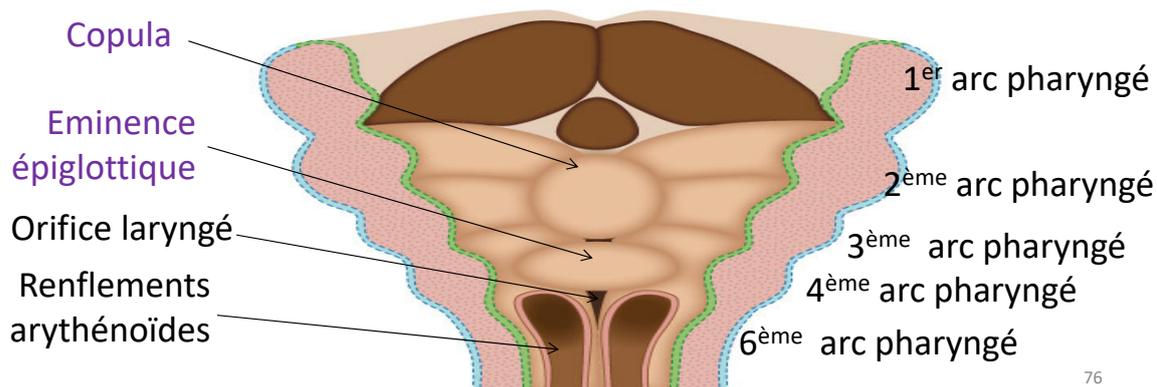
L'innervation sensitive du corps de la langue est assurée par la branche mandibulaire du trijumeau.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Formation du 1/3 postérieur de la langue

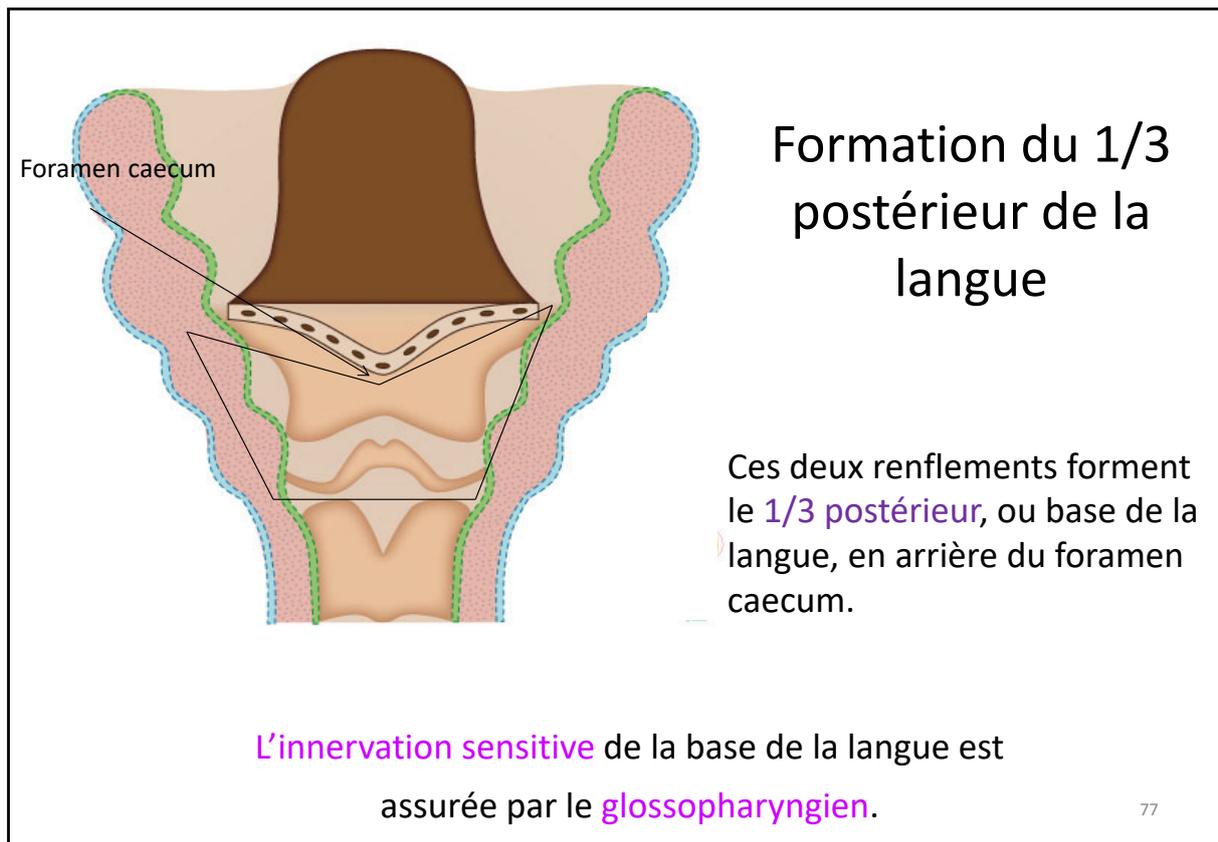
Un premier renflement médian, *copula* à partir du mésoblaste des 2, 3 et 4^{èmes} arcs pharyngés.

Un deuxième renflement médian, issu du mésoderme du 4^{ème} arc, ou *éminence épiglottique*, en arrière de la copula.



Deux renflements médians sont à l'origine de la formation du 1/3 post de la langue. Il s'agit de la copula issue des 2^e, 3^e, 4^e arcs pharyngés et de l'éminence épiglottique, issue du mésoderme du 4^{ème} arc, en arrière de la copula.

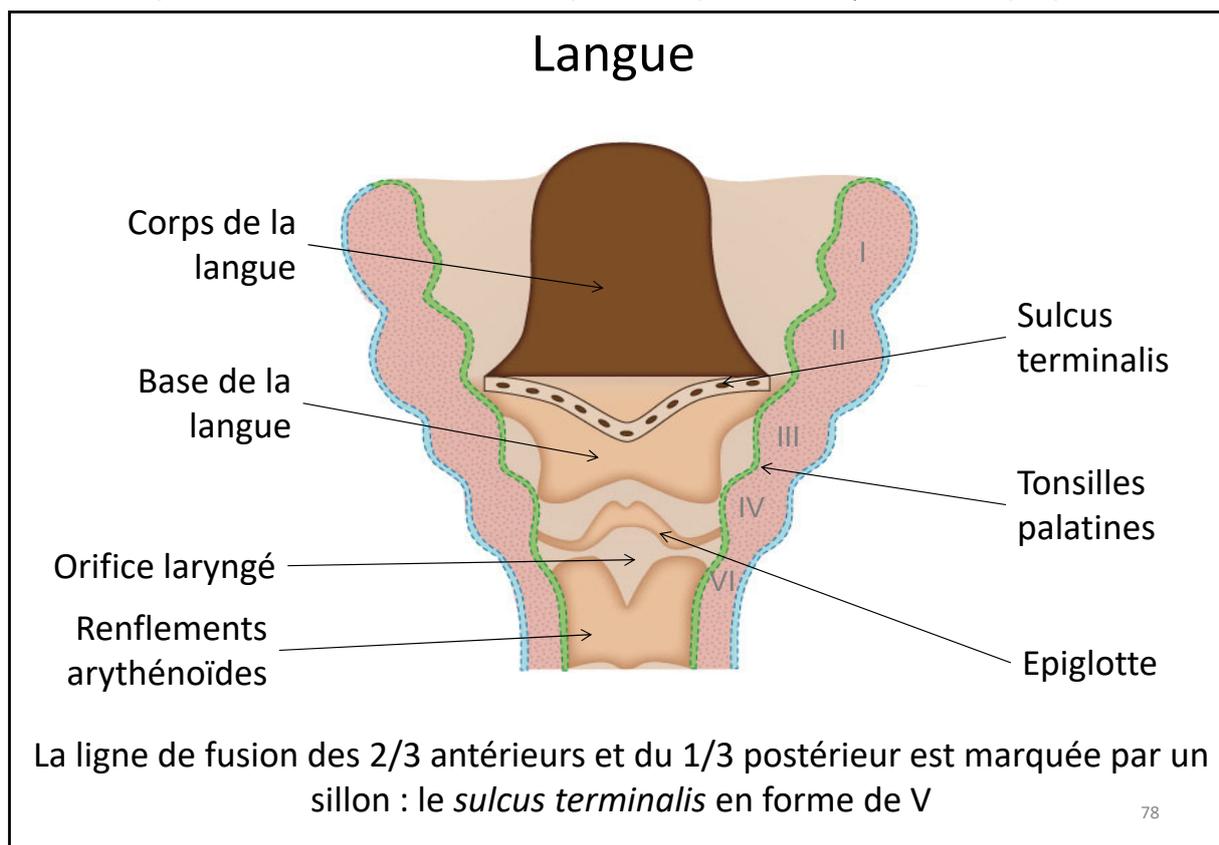
Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Voici le schéma de la base de la langue, après fusion de la copula et de l'éminence épiglottique.

L'innervation sensitive de la base de la langue est assurée par le glossopharyngien.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



La ligne de fusion des 2/3 antérieurs et du 1/3 postérieur est marquée par un sillon : le *sulcus terminalis* en forme de V. Sur ce schéma, vous pouvez observer le corps et la base de la langue issus des différents arcs pharyngés, mais aussi les tonsilles palatines issues de la 2^e poche endodermique et l'épiglotte issue du 4^e arc

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

– Partie VI –
**Formation des glandes
salivaires**

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Les glandes salivaires

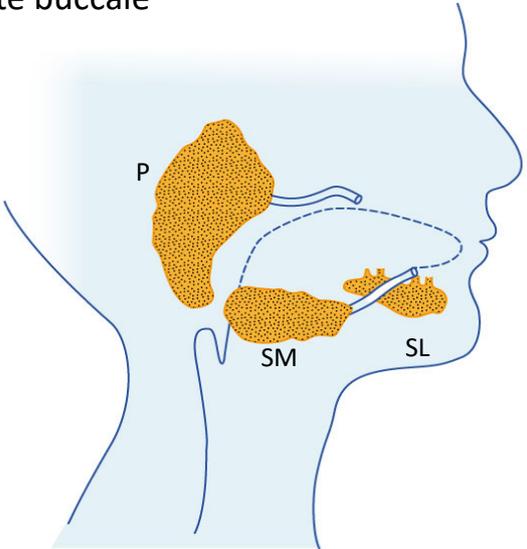
associées à la cavité buccale

Principales,
en formation anatomique

Parotides (P),
submandibulaires (SM)
et sublinguales (SL)

Accessoires,
intrinsèques aux muqueuses

Salive : liquide résultant de la sécrétion de
l'ensemble de ces glandes



80

Il existe 2 types de glandes salivaires associées à la cavité buccale

- Les glandes dites principales, (ce sont les parotides, les submandibulaires et les sublinguales)
- et les glandes dites accessoires, intrinsèques aux muqueuses (que l'on retrouve dans les joues, les lèvres et aux palais)

Elles synthétisent la salive, liquide résultant de la sécrétion de ces glandes.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

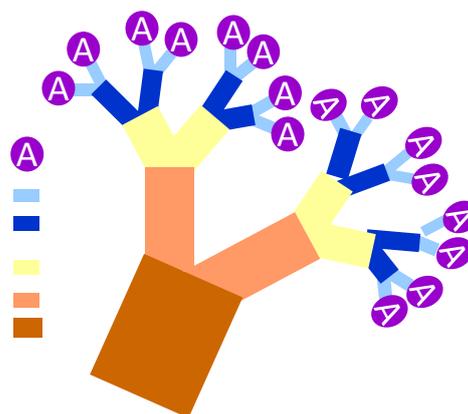
Glandes salivaires principales

Organes anatomiquement bien individualisés en lobules

Portion sécrétrice : acinus (A) ou tubulo-acinus entouré de *cellules myoépithéliales* permettant la sécrétion

Canaux intralobulaires (intercalaires et striés), puis interlobulaires

Puis lobaires et enfin principal qui s'ouvre dans la cavité buccale



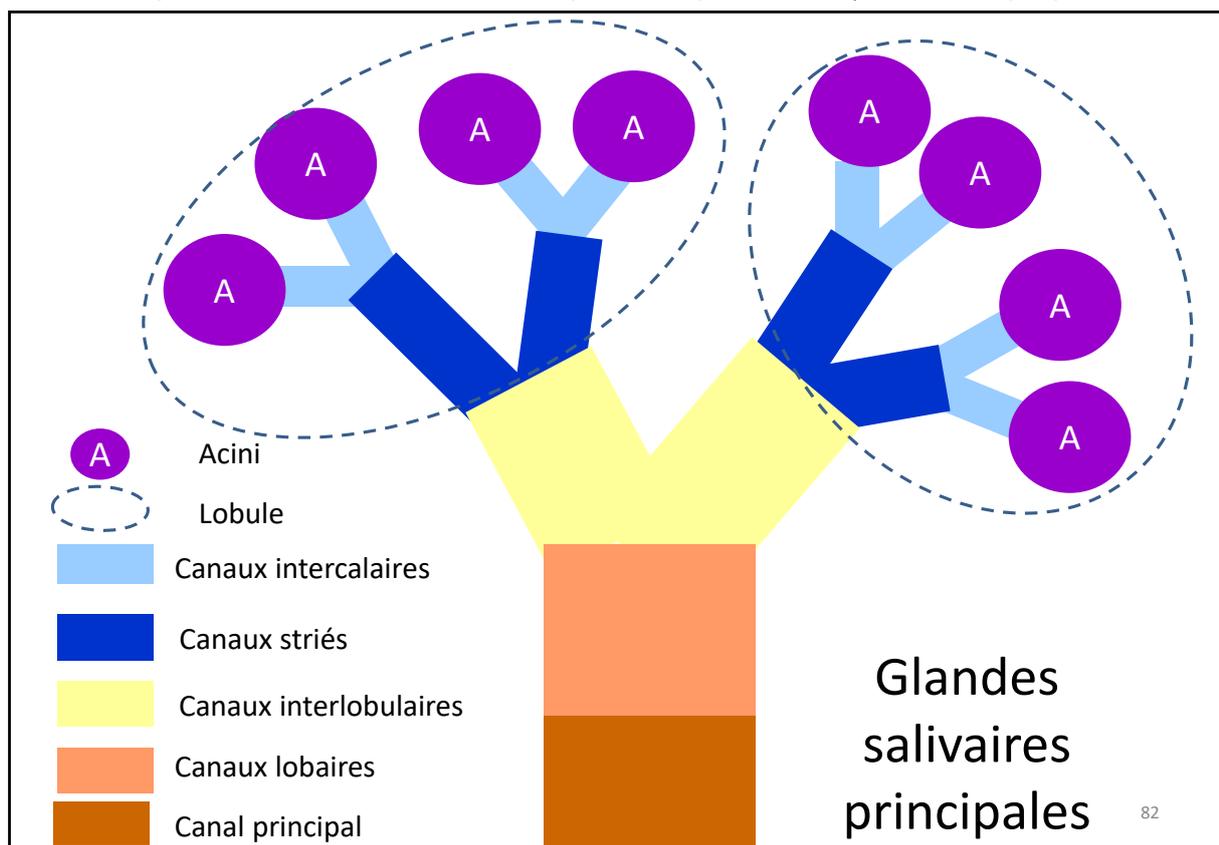
81 TDB

Les glandes salivaires principales sont des organes anatomiquement bien individualisés en lobules

On distingue :

- la portion sécrétrice acinus (A) ou tubulo-acinus entouré de *cellules myoépithéliales* permettant la sécrétion (contractilité)
- et les canaux intralobulaires (intercalaires et striés), puis interlobulaires puis lobaires et enfin le canal principal qui s'ouvre dans la cavité buccale.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).



Sur ce schéma, vous pouvez apprécier les différentes ramifications présentes au sein des glandes salivaires principales

On distingue :

- la portion sécrétrice acinus (A) ou tubulo-acinus entouré de *cellules myoépithéliales* permettant la sécrétion
- et les canaux intralobulaires (intercalaires et striés), puis canaux interlobulaires (ou collecteurs) et canaux lobaires qui se jettent dans le canal principal qui s'ouvre dans la cavité buccale.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Glandes salivaires accessoires

Réparties un peu partout dans la muqueuse

- de la cavité buccale (jugales, labiales, palatines)
- et de la langue (glandes de la pointe, glandes de la racine et glandes séreuses de Von Ebner),

Canal excréteur court, peu ou pas ramifié,

Portion sécrétrice séreuse ou séro-muqueuse selon les cas et entourée de cellules myoépithéliales.

83

Les glandes salivaires accessoires sont réparties un peu partout dans la muqueuse

- de la cavité buccale (jugales, labiales, palatines)
- et de la langue (glandes de la pointe, glandes de la racine et glandes séreuses de Von Ebner),

Le canal excréteur est court, peu ou pas ramifié.

La portion sécrétrice est séreuse ou séro-muqueuse selon les cas et entourée de cellules myoépithéliales.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Embryogenèse des glandes salivaires

Phase d'initiation

Se forment aux 6 et 7^{èmes} semaines

Prolifération de cellules épithéliales provenant du stomodeum.

Parotide : bourgeons d'ectoderme (6^e s)

Submandibulaire : endoderme du plancher buccal (7^e s)

Sublinguales : bourgeons d'endoderme paralinguaux (8^e s)

84

Phase d'initiation

Les glandes salivaires débutent leur formation aux 6 et 7^{èmes} semaines

Il s'agit de la prolifération de cellules épithéliales provenant du stomodeum.

Parotide : bourgeons d'ectoderme (6^e s)

Submandibulaire : endoderme du plancher de la bouche (7^e s)

Sublinguales : bourgeons d'endoderme paralinguaux (8^e s)

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Embryogenèse des glandes salivaires

Morphogenèse

Prolifération des cellules épithéliales et
condensation mésenchymateuse aboutissant à la formation des bulbes

Glande = canal principal + bourgeons terminaux

Double organisation vasculaire et nerveuse,
autour du bourgeon et du canal collecteur

Ramifications primaires, secondaires et tertiaires

Formation de la capsule

Parotide : 10^e semaine, SM : 12^e semaine

85

Morphogenèse

La prolifération des cellules épithéliales et la condensation mésenchymateuse aboutissent à la formation du bulbe,

La glande possède alors un canal principal et des bourgeons terminaux. On observe une double organisation vasculaire autour du bourgeon et du canal collecteur.

Ensuite vont apparaître des ramifications primaires, secondaires et tertiaires, ainsi que la capsule conjonctive fibreuse qui entoure la glande. Ceci se produit pour la parotide à la 10^e semaine et pour la Submandibulaire (SM) à la 12^e semaine

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Embryogenèse des glandes salivaires

Cytodifférenciation

Matériel sécréteur,
cellules pro-acineuses puis acineuses
Apparition des canaux intercalaires et striés

Fonctionnelles

SM : 16^e semaine,
Parotide : 18^e semaine,
Glandes accessoires : 24 à 35^e semaines

86

Cytodifférenciation

Du matériel sécréteur apparaît, des cellules pro-acineuses se différencient et les canaux intercalaires puis striés se forment.

Ces glandes deviennent fonctionnelles, à la 16^{ème} semaine pour la sub mandibulaire, la 18^{ème} semaine pour la parotide et vers 24 à 35 semaines pour les sublinguales et glandes accessoires.

Ce document ne peut être cédé ou vendu sous peine de poursuites (code de la propriété intellectuelle).

Glossaire

SD : semaine de développement

Anté : Antérieur

Post : Postérieur

Na : Neuropore antérieur

Np : Neuropore postérieur

Co : Cordon ombilical

Pop : Placode optique

Pot : Placode otique

ApPh : Appareil Pharyngé

Rc : Renflement cardiaque

ArPh : Arc Pharyngé

Ppe : Poche pharyngée entoblastique

Spe : Sillon pharyngé ectoblastique

Ab : Arc branchial

B : Branchie

Ph : Pharynx

Op : Opercule

ArMd : Arc mandibulaire

ArHy : Arc hyoïdien

e : évent

fb : fente branchiale

CCN : Cellules issues des
Crêtes Neurales

sc : sinus cervical

fc : foramen caecum

ti : tuberculum impar

co : copula

87

Voici enfin une liste d'abréviations qui va vous permettre la lecture des schémas présents dans ce diaporama

N'hésitez pas à la consulter dès que nécessaire.