

Morphogenèse Crânio-faciale et Odontogenèse

UE Spécifique Odontologie – L.AS

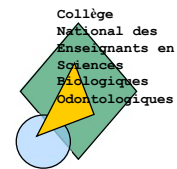
Pôle Santé-Faculté d'Odontologie de Brest

Année 2023-2024

Odontogenèse Parodontogénèse

Dr Laëtitia Le Pottier

Pr Jacques-Olivier Pers



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

L'odontogenèse est la formation de la dent, dent que l'on appelle encore odonte, terme dérivé du grec « Odontos » qui désigne la dent. Genèse signifiant « formation, développement ». Le parodonte est le tissu de soutien de la dent (Os, ligament parodontal, gencive).

Généralités

- Objectif général de ce cours :

Acquérir les notions permettant de comprendre et d'expliquer les mécanismes tissulaires, cellulaires et moléculaires qui conduisent à la formation des dents par un ensemble de cellules issues de l'ectoderme oral et de cellules ectomésenchymateuses issues des crêtes neurales.

- Contenu du cours :

Introduction : définition d'une dent, structure, aspect dans la cavité buccale,...

I- Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.1 Phase d'initiation

I.2 Phase de morphogenèse

2.1 Stade du bourgeon

2.2 Stade de la cupule

2.3 Stade de la cloche

I.3 Innervation et vascularisation du germe dentaire

I.4 Formation des germes des dents définitives

I.5 Formation de la dentine et de l'émail

I.6 Formation de la racine

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

II.1 Mise en place du ligament dento-alvéolaire

II.2 Mise en place de l'os alvéolaire

L'objectif général de ce cours est d'acquérir les notions permettant de comprendre et d'expliquer les mécanismes tissulaires, cellulaires et moléculaires qui conduisent à la formation des dents par un ensemble de cellules issues de l'ectoderme oral et de cellules ectomésenchymateuses issues des crêtes neurales.

Le contenu sera le suivant :

Après une brève introduction, dans laquelle nous verrons rapidement la structure des dents et leur aspect dans la cavité buccale, nous aborderons successivement les 6 parties principales du développement dentaire qui sont :

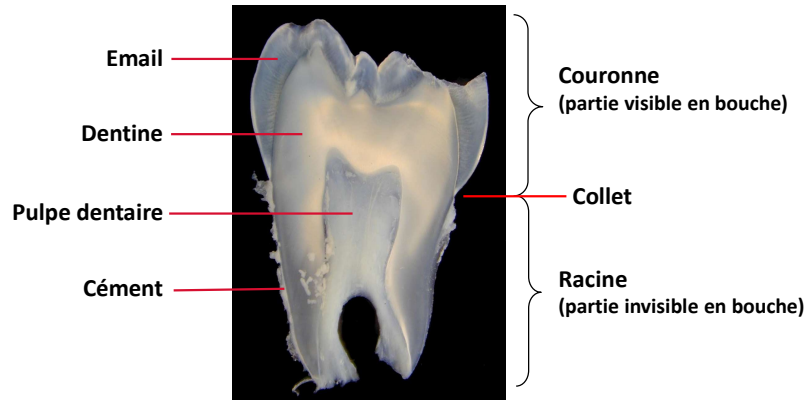
la phase d'initiation, la phase de morphogenèse, l'innervation et la vascularisation du germe dentaire, la formation des germes des dents définitives, la formation de la dentine et de l'émail et la formation de la racine.

Puis nous aborderons dans un second temps la mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse où nous verrons la mise en place du ligament dento-alvéolaire et de l'os alvéolaire.

Généralités

- Dent : organe complexe , très dur, présent dans la cavité buccale, et dont la principale fonction chez l'homme est de mastiquer, de broyer les aliments.

- Elle est constituée de 4 tissus : l'émail, la dentine, le ciment, et la pulpe dentaire.



Photographie d'une dent humaine coupée longitudinalement qui montre les 4 tissus constitutifs de la dent : l'émail, la dentine, le ciment et la pulpe dentaire.

- L'émail contient 97% de minéral (c'est le tissu le plus dur de l'organisme), la dentine 70% et le ciment 63%. La pulpe dentaire n'est pas minéralisée.

La dent est un organe complexe, très dur, présent dans la cavité buccale, et dont la principale fonction chez l'homme est de mâcher les aliments.

Elle est constituée de 4 tissus : l'émail, la dentine, le ciment, et la pulpe dentaire.

L'émail, la dentine et le ciment sont des tissus minéralisés, comme l'os ou le cartilage, tandis que la pulpe dentaire n'est pas minéralisée, comme par exemple le derme.

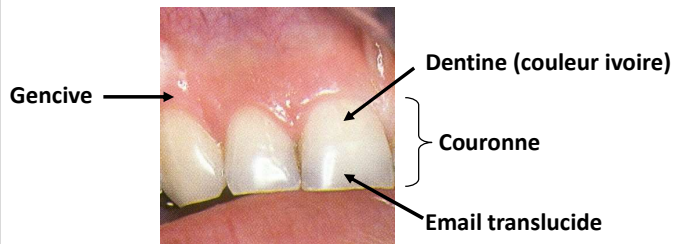
Comme vous le pouvez le voir sur cette dent humaine coupée longitudinalement, l'émail recouvre la couronne qui est la partie de la dent visible en bouche, tandis que le ciment recouvre la racine, qui est la partie de la dent invisible en bouche et qui maintient la dent dans la mâchoire.

Immédiatement sous l'émail et le ciment, on trouve la dentine qui est le tissu minéralisé qui occupe dans la dent le volume le plus important. La dentine est recouverte à l'extérieur par l'émail et le ciment. Elle entoure presque complètement, sauf à l'extrémité de la racine, la pulpe dentaire, tissu conjonctif non minéralisé situé au centre de la dent.

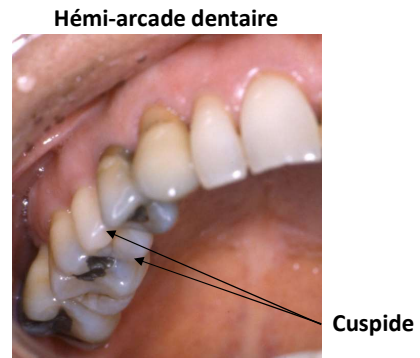
L'émail est le tissu le plus minéralisé et donc le plus dur de l'organisme (97% de minéral). Il est très résistant, et de ce fait, particulièrement adapté au broyage des aliments. La dentine est un peu moins minéralisée, 70% de minéral, une teneur voisine de celle de l'os. Le ciment l'est encore moins: 63 % de minéral. Et la pulpe ne l'est pas du tout.

Généralités

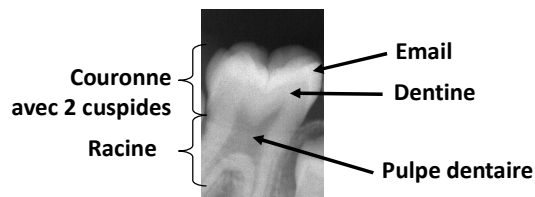
- Les dents dans la cavité buccale.



Photographie de dents humaines antérieures montrant la dentine de la couronne visible par transparence sous l'émail.



- Les dents sur les radiographies dentaires.



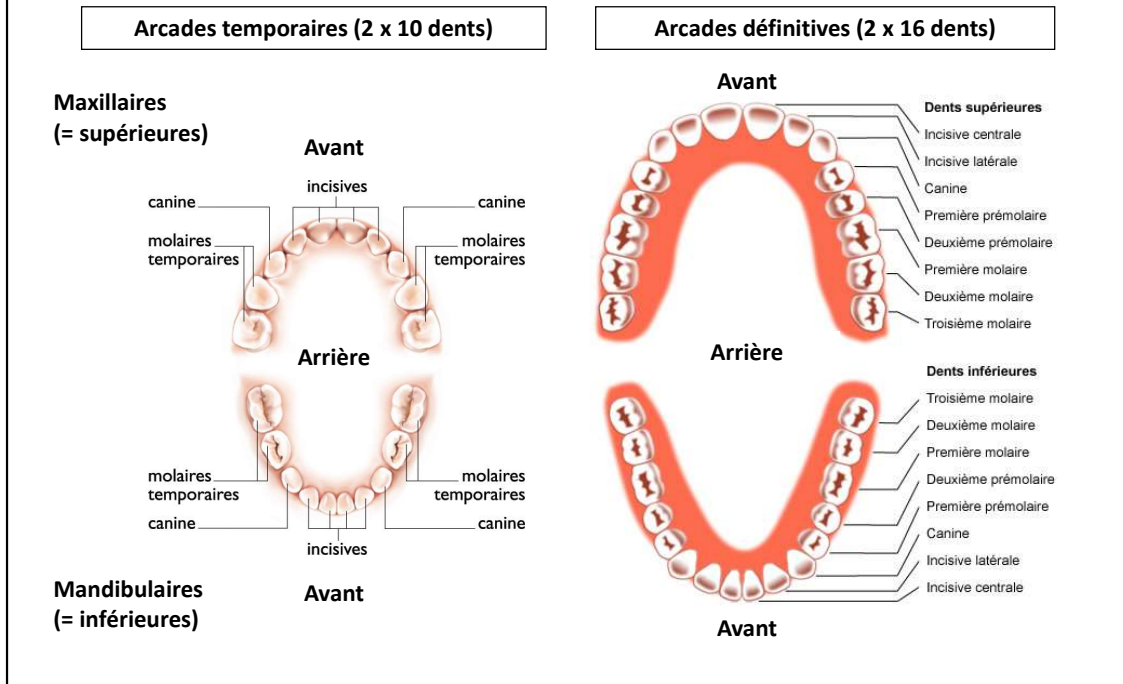
Radiographie d'une molaire humaine montrant la dentine interposée entre l'émail et la pulpe.

Lorsque l'on ouvre la bouche, on aperçoit bien évidemment l'émail qui recouvre la couronne, car c'est le tissu le plus superficiel. Lorsque l'émail est parfaitement minéralisé, il est translucide et on peut deviner par transparence la dentine sous-jacente, qui est de couleur ivoire. La dentine n'étant pas transparente, la pulpe dentaire est invisible.

- Sur les radiographies dentaires, la dentine, moins minéralisée que l'émail, est moins radio-opaque (elle laisse passer plus de rayons X) : elle apparaît plus sombre. A l'inverse, elle est plus claire que la pulpe dentaire qui, elle, n'est pas minéralisée. Le cément, trop fin, n'est pas visible.

Généralités

- Les arcades dentaires temporaires et définitives.



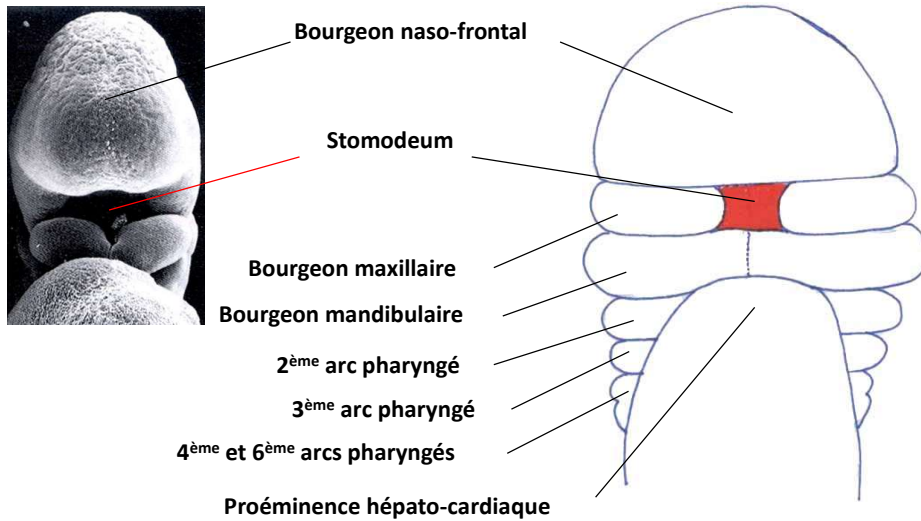
Dans la cavité buccale, les dents maxillaires et mandibulaires sont organisées en deux arcades en forme de fer à cheval ouvert vers l'arrière de la cavité buccale.

Il existe deux arcades temporaires qui comprennent 10 dents chacune, et deux arcades définitives (= permanentes) qui se mettent en place après la chute des dents temporaires (= dents de lait, dents lactéales, dents déciduales) et qui comprennent chacune 16 dents.

Maintenant que vous avez bien compris ce dont on va parler, voyons à présent comment ces dents en sont arrivées là.

Rappels

- Situation de la cavité orale primitive (= stomodeum).

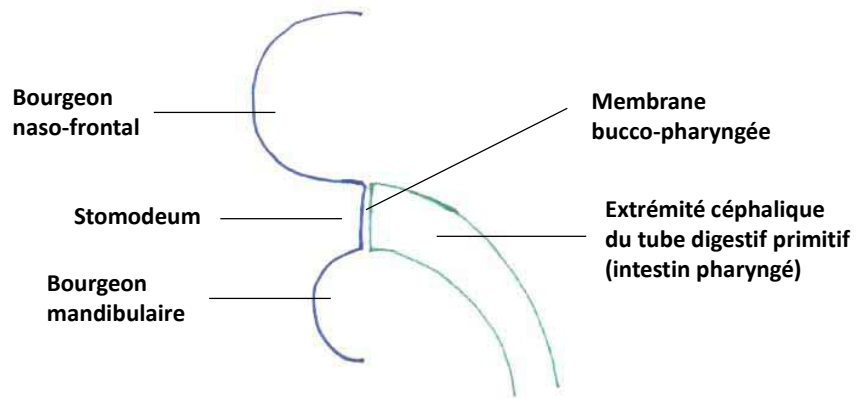


VUE DE FACE DE L'EXTREMITÉ CEPHALIQUE D'UN EMBRYON HUMAIN A LA FIN DU PREMIER MOIS DE DEVELOPPEMENT INTRA-UTERIN (en rouge sur le schéma la membrane bucco-pharyngée au fond du stomodeum)

L'odontogenèse (= développement dentaire) débute dans la partie céphalique de l'embryon, au sein de la cavité orale primitive (ou stomodeum). Elle commence aux environs du 28^{ème} jour de développement intra-utérin (DIU), lors de la rupture de la membrane bucco-pharyngée qui sépare à ce stade le stomodeum de la partie pharyngée du tube digestif primitif.

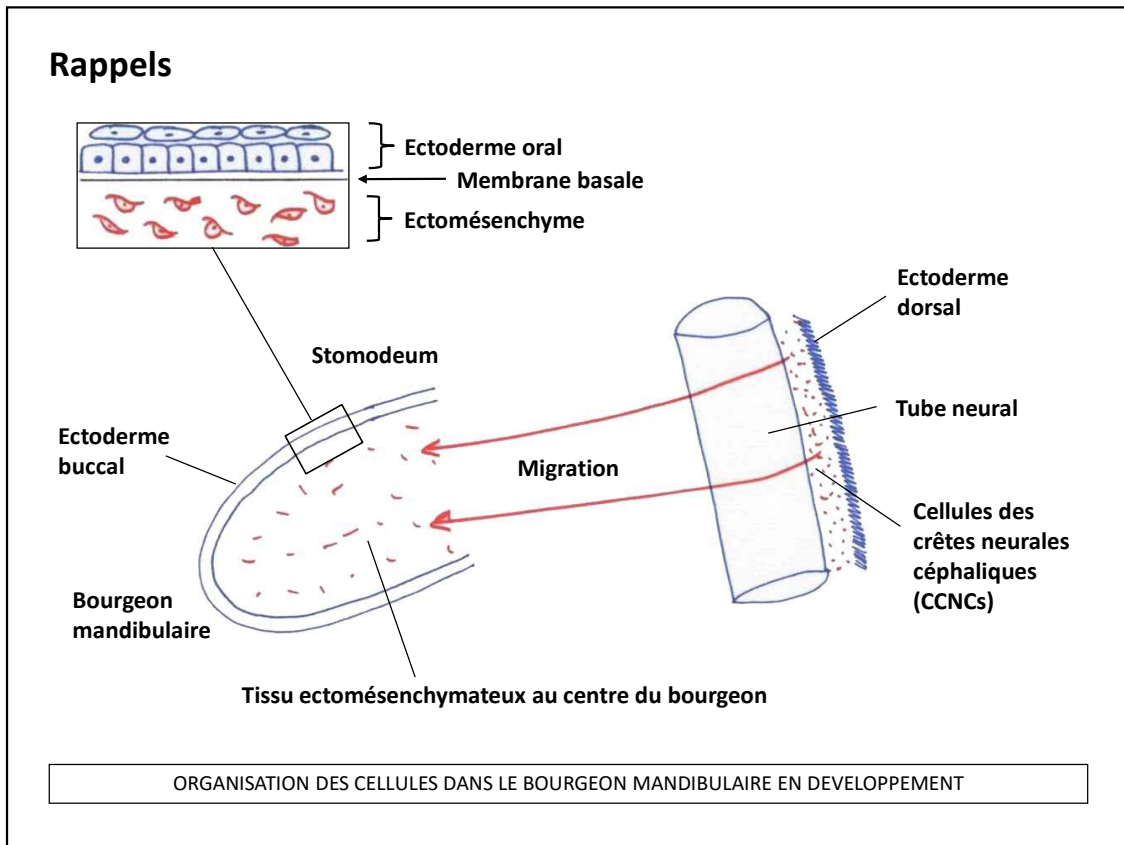
Rappels

- La membrane bucco-pharyngée ferme la cavité orale primitive au niveau postérieur.



VUE DE PROFIL DE L'EXTREMITÉ CEPHALIQUE DE L'EMBRYON HUMAIN A LA FIN DU PREMIER MOIS DE DIU
(section sagittale passant par le milieu du stomodeum)

En coupe sagittale, on appréhende mieux la membrane bucco-pharyngée au fond de la cavité buccale primitive. La rupture de cette membrane à la fin du premier mois fait communiquer le stomodeum et le tube digestif, ce qui permettra plus tard l'alimentation par la bouche.

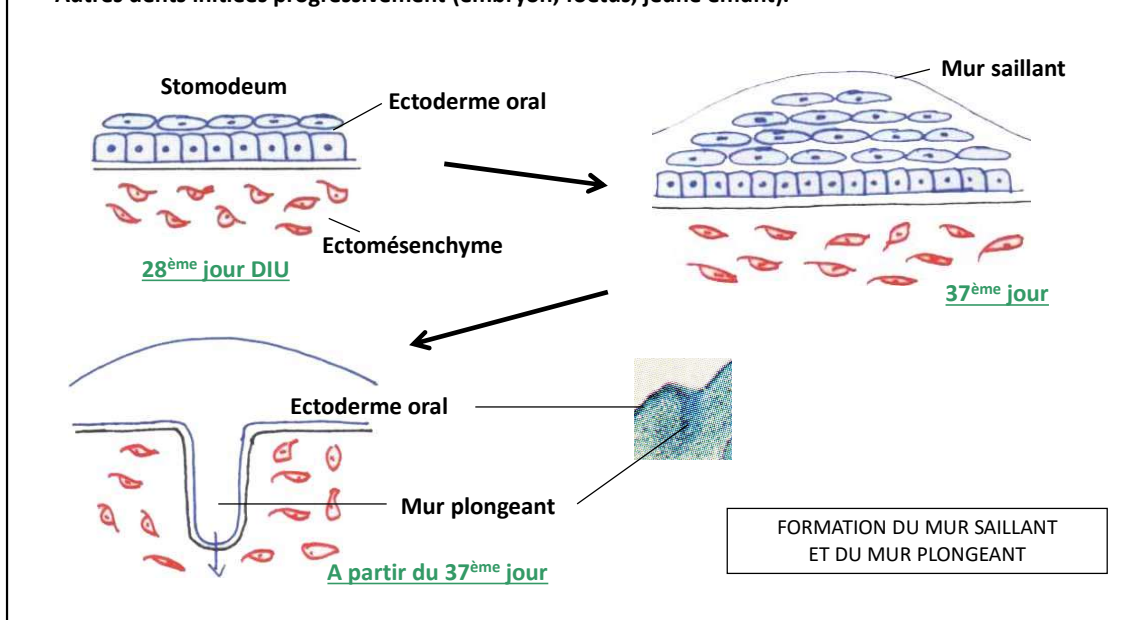


A ce stade, le stomodeum est recouvert d'un épithélium d'origine épiblastique, l'ectoderme oral (= buccal), composé d'une assise basale de cellules cubiques surmontée d'une à deux couches de cellules superficielles aplaties. L'ectoderme oral recouvre un tissu mésenchymateux situé dans la partie centrale des bourgeons mandibulaires et maxillaires et constitué de cellules fusiformes. Ce tissu est généralement appelé ectomésenchyme car il contient un nombre important de cellules provenant des crêtes neurales céphaliques (CCNCs), mais très peu de cellules d'origine mésodermique. Il est séparé de l'ectoderme oral par une membrane basale continue.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.1 Phase d'initiation

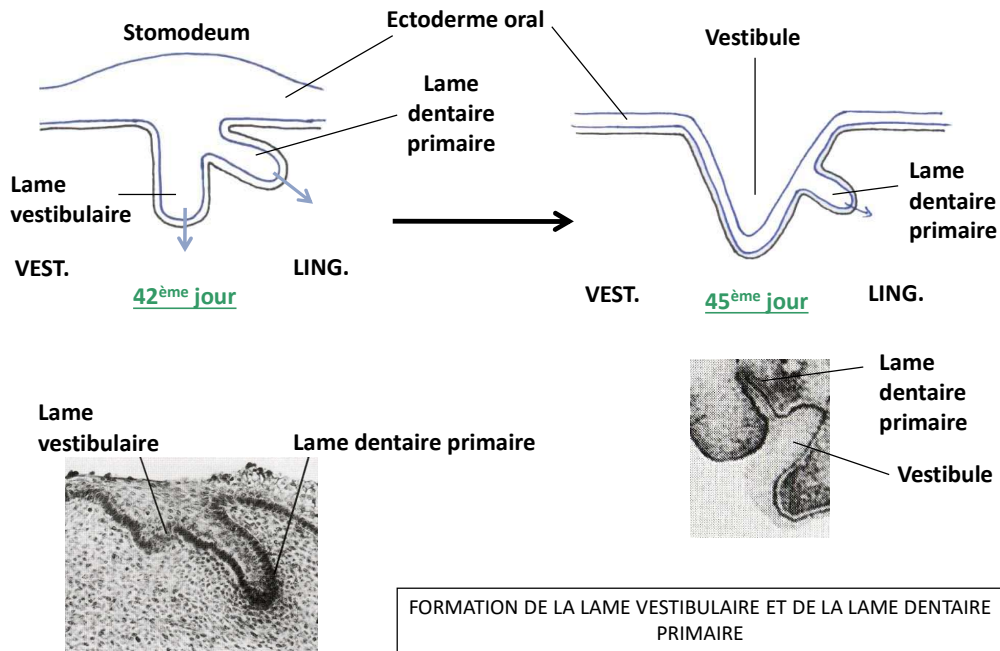
- Débute aux environs du 28^{ème} jour de DIU (Incisive Centrale Inférieure Temporaire).
- Taille de l'embryon 4 mm.
- Autres dents initiées progressivement (embryon, fœtus, jeune enfant).



Après ces quelques rappels, voyons à présent la première phase de l'odontogenèse, que l'on appelle la phase d'initiation. Celle-ci débute aux environs du 28^{ème} jour de développement intra-utérin pour l'incisive centrale inférieure temporaire. La taille de l'embryon est alors de 4 mm. Les autres dents temporaires et les dents définitives seront initiées progressivement, plus tard au cours du développement de l'embryon, puis du fœtus et du jeune enfant. Entre le 28^{ème} et le 37^{ème} jour, l'ectoderme buccal s'épaissit sur les versants latéraux externes des bourgeons maxillaires et mandibulaires. Ces zones d'épaississement sont composées de 4 à 5 couches cellulaires. Elles font saillie dans le stomodeum, formant le mur saillant. Aux environs du 37^{ème} jour, elles émettent dans l'ectomésenchyme sous-jacent un prolongement, le mur plongeant.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

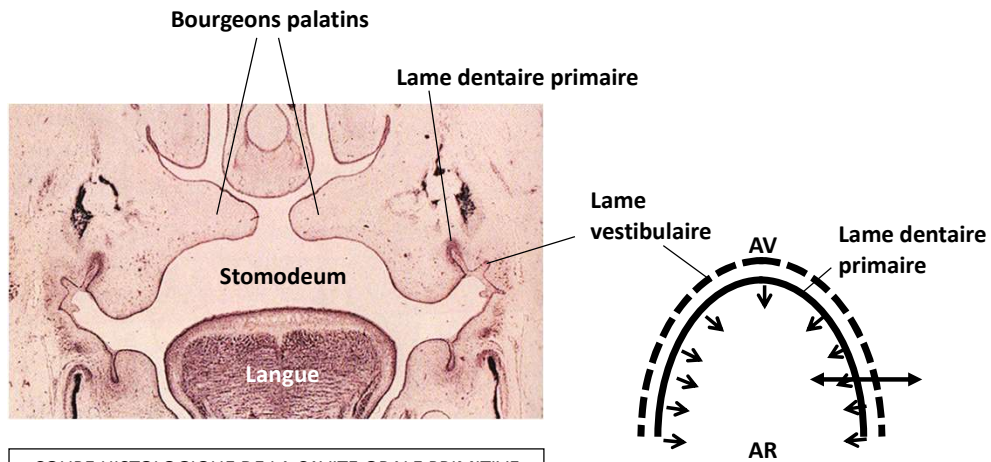
I.1 Phase d'initiation



Ce dernier se sépare en deux vers le 42^{ème} jour pour donner la lame vestibulaire et la lame dentaire primaire. La lame vestibulaire est à l'origine de la formation du vestibule buccal, espace qui sépare les joues et les lèvres des zones centrales dans lesquelles vont se développer les dents et les os des mâchoires. Cette lame vestibulaire s'invagine progressivement dans l'ectomésenchyme en direction verticale, grâce à la prolifération des cellules de la couche basale. Puis les cellules centrales disparaissent par apoptose pour former un sillon qui s'élargit progressivement pour devenir le vestibule aux environs du 45^{ème} jour.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.1 Phase d'initiation



COUPE HISTOLOGIQUE DE LA CAVITE ORALE PRIMITIVE
QUI MONTRE LES LAMES DENTAIRES PRIMAIRES
SUPERIEURES ET INFERIEURES COUPEES
TRANSVERSALEMENT

VUE HORIZONTALE

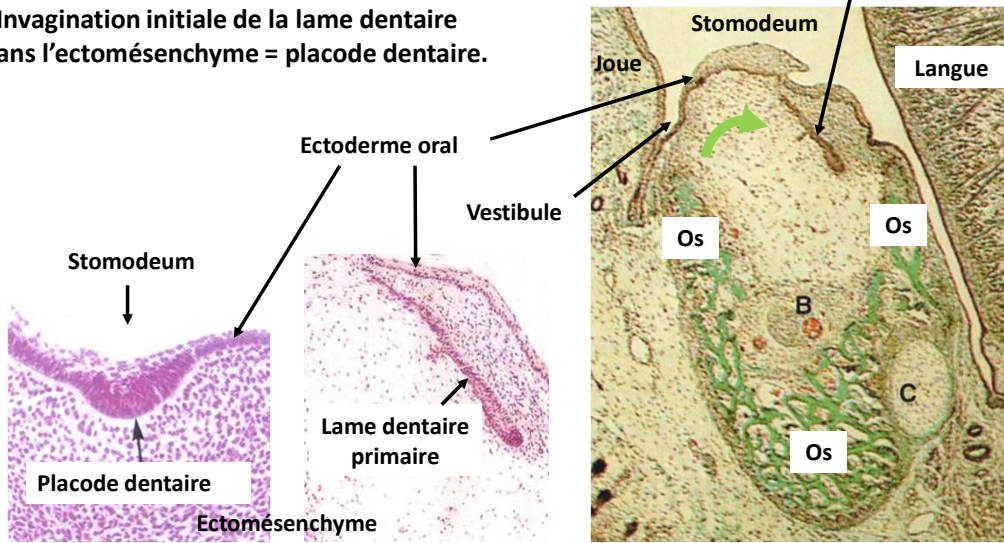
FORME EN FER A CHEVAL DE
LA LAME DENTAIRE PRIMAIRE
(vue horizontale)

Chez l'homme, les lames dentaires primaires maxillaire et mandibulaire sont continues, en forme de fer à cheval ouvert vers l'arrière du stomodeum. Elles préfigurent la forme des futures arcades dentaires dans la cavité buccale (voir diapos de Généralités).

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.1 Phase d'initiation

- Invagination initiale de la lame dentaire dans l'ectomésenchyme = placode dentaire.



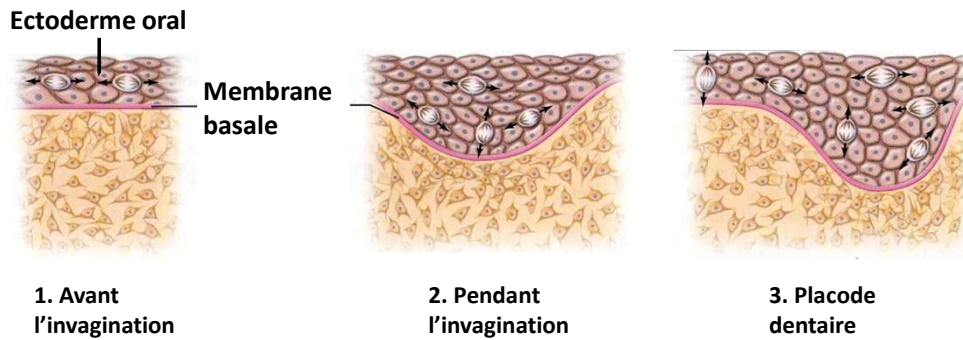
COUPES HISTOLOGIQUES DE LA PLACODE ET DE LA LAME DENTAIRE S'INVAGINANT DANS L'ECTOMÉSENCHYME DU BOURGEON MANDIBULAIRE

L'invagination initiale de la lame dentaire primaire dans l'ectomésenchyme est appelée placode dentaire (ou odontogène). Elle résulte également d'un épaissement de l'ectoderme oral à partir de la couche basale. Cet épaissement est provoqué par une augmentation de la prolifération des cellules de l'ectoderme et d'un changement d'orientation de leur fuseau mitotique (voir diapositive suivante). La lame dentaire primaire s'oriente rapidement de manière oblique vers l'intérieur du bourgeon (maxillaire ou mandibulaire) et se dirige vers la région centrale pour être progressivement entourée par l'os en formation (coloré ici en vert). Sur l'image de droite : B = paquet vasculo-nerveux, C = Cartilage de Meckel.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.1 Phase d'initiation

- L'invagination initiale de la lame dentaire dans l'ectomésenchyme est due à un accroissement de la prolifération des cellules de l'ectoderme oral et à un changement d'orientation de leur fuseau mitotique.

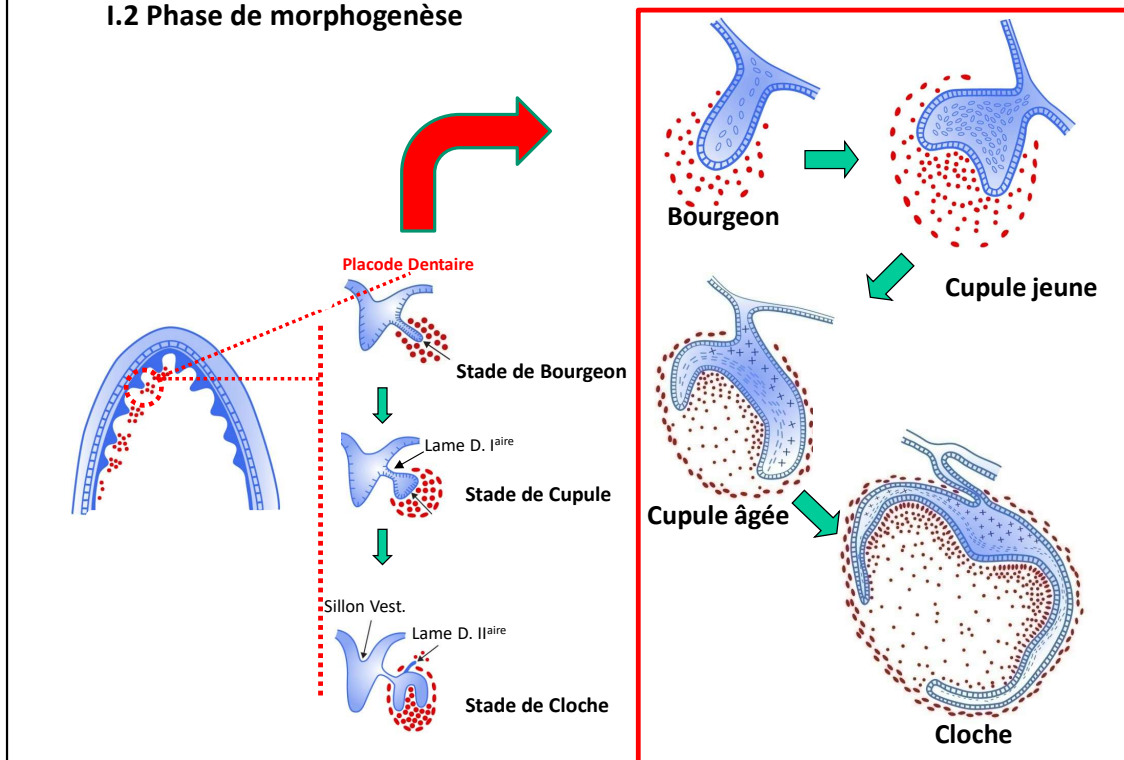


CHANGEMENT D'ORIENTATION DU FUSEAU MITOTIQUE CONDUISANT A LA FORMATION DE LA PLACODE DENTAIRE DANS L'ECTOMESENCHYME DU BOURGEON MANDIBULAIRE HUMAIN

Avant l'invagination, l'orientation du fuseau mitotique des cellules qui prolifèrent permet l'allongement de l'ectoderme qui accompagne l'augmentation de volume des bourgeons faciaux. Puis, progressivement, au niveau de l'ectoderme oral, cette orientation change ce qui augmente le nombre de couches cellulaires dont les plus basales s'invaginent dans l'ectomésenchyme sous-jacent et forment la placode dentaire.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

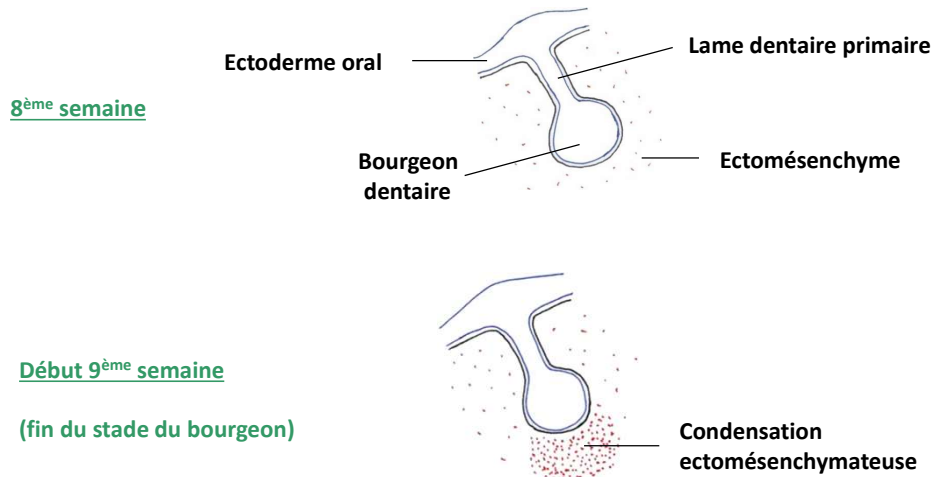


Une fois que la lame dentaire est formée débute la phase de morphogenèse au cours de laquelle l'invagination épithéliale acquiert progressivement une morphologie spécifique de chaque dent. L'acquisition se fait en 3 stades successifs dont les noms reflètent la morphologie des germes dentaires en développement : les stades du bourgeon, de la cupule et de la cloche.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

I.2.1 Stade du bourgeon



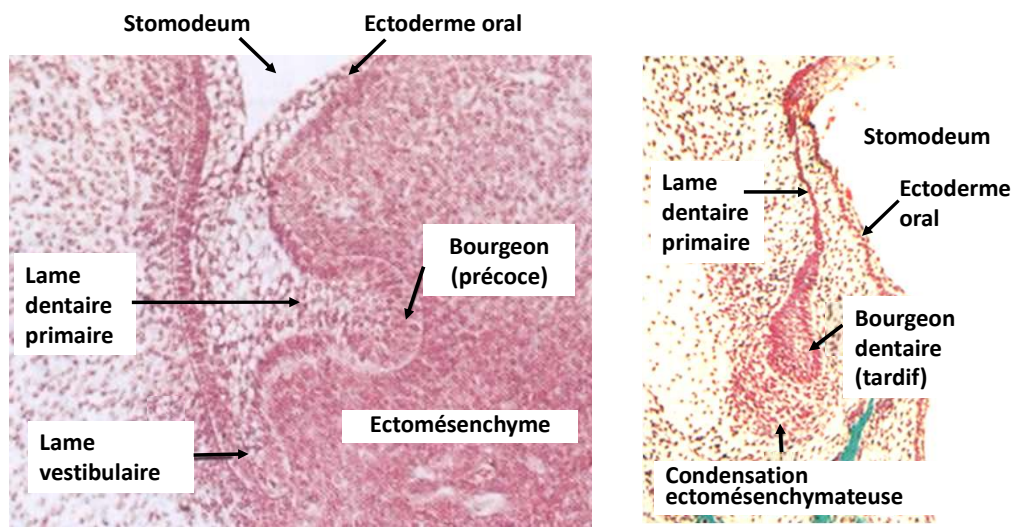
Le stade du bourgeon commence au début de la 8^{ème} semaine pour l'incisive centrale inférieure temporaire. La lame dentaire donne naissance à des renflements terminaux qui sont les ébauches épithéliales des incisives centrales. Ces renflements sont appelés bourgeons dentaires. Leur pénétration dans l'ectomésenchyme est facilitée par l'action d'enzymes qui dégradent la matrice extracellulaire ectomésenchymateuse.

Au début de la 9^{ème} semaine, la densité cellulaire augmente dans l'ectomésenchyme situé sous le bourgeon épithélial. Ce processus est appelé "condensation ectomésenchymateuse". Il provient d'un regroupement local de cellules ectomésenchymateuses (issues des crêtes neurales) et d'une augmentation de leur prolifération.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

I.2.1 Stade du bourgeon



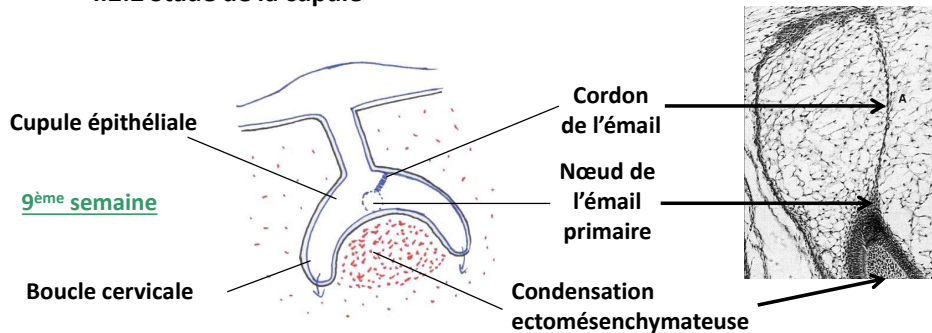
COUPE HISTOLOGIQUE DU BOURGEON DENTAIRE S'INVAGINANT DANS L'ECTOMESENCHYME DU BOURGEON MANDIBULAIRE HUMAIN

Voici ce que cela donne sur le plan histologique.

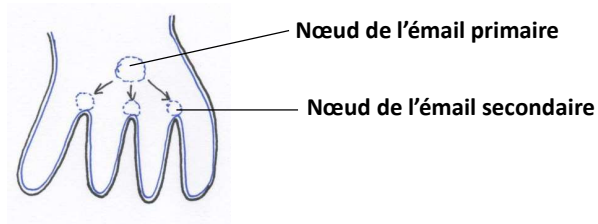
I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

I.2.2 Stade de la cupule



Pour une dent à plusieurs cuspides (= pluricuspidée) :

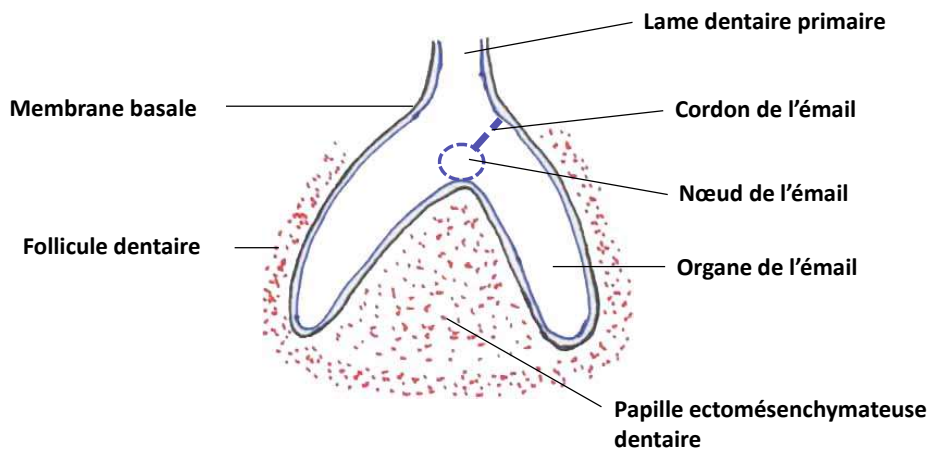


Une fois la condensation ectomésenchymateuse formée, le bourgeon épithélial s'aplatit sur la condensation et prend la forme d'une cupule. Les bords de la cupule entourent progressivement la condensation ectomésenchymateuse. Parallèlement, les cellules basales et suprabasales du centre de la cupule arrêtent de proliférer et se regroupent pour former un amas dense de cellules appelé nœud de l'émail primaire. Ce dernier est relié à la couche de cellules basales qui se trouve sur la face externe de la cupule par un cordon cellulaire appelé cordon de l'émail. La fonction du nœud de l'émail est de réguler la formation des cuspides qui débute à la fin du stade de la cupule (cuspides = pointes présentes sur la couronne des dents) . En effet, les cellules qui le composent expriment de nombreuses molécules de signalisation qui contrôlent la forme que la dent acquiert à partir de ce stade. Pour les dents pluricuspidées comme les molaires, le nœud de l'émail primaire n'est pas rattaché à une cuspide particulière, mais il induit la formation de plusieurs nœuds de l'émail secondaires responsables, chacun, de l'initiation d'une cuspide. Les noeuds et le cordon de l'émail sont des structures transitoires qui disparaissent progressivement au stade de la cloche suite à de nombreuses morts cellulaires par apoptose.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

I.2.2 Stade de la cupule



10^{ème} semaine

(fin du stade de la cupule)

GERME DENTAIRE = Organe de l'émail
+ Papille ectomésenchymateuse dentaire

A la fin du stade de la cupule, aux environs de la 10^{ème} semaine, sont présents les 3 éléments formateurs de la dent et de ses tissus de soutien :

- L'invagination épithéliale issue de la lame dentaire et qui recouvre l'ectomésenchyme condensé est appelée "organe de l'émail". Il est responsable de la formation de l'émail.

- Les cellules situées au centre de la condensation ectomésenchymateuse forment la "papille ectomésenchymateuse dentaire" qui est responsable de la formation de la dentine et de la pulpe.

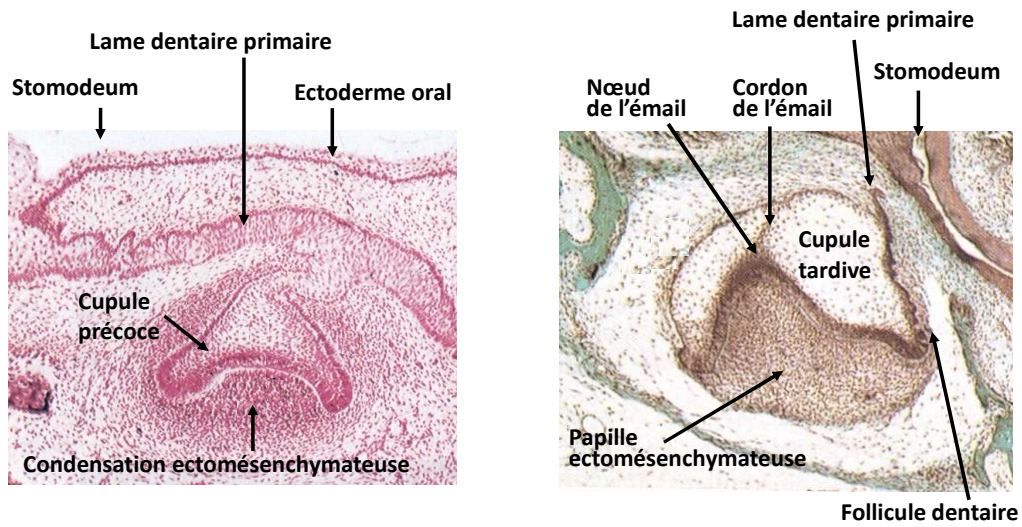
- L'ectomésenchyme condensé qui limite la papille dentaire et entoure partiellement l'organe de l'émail est appelé "follicule dentaire". Il donnera naissance à des tissus mésenchymateux de soutien de la dent (cément, ligament parodontal et os alvéolaire).

L'organe de l'émail et la papille dentaire forment le germe dentaire qui, au stade de la cupule, reste relié à l'épithélium oral par la lame dentaire.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

I.2.2 Stade de la cupule



COUPES HISTOLOGIQUES DE CUPULES EPITHELIALES (PRECOCE ET TARDIVE)
DE GERMES DENTAIRES HUMAINS

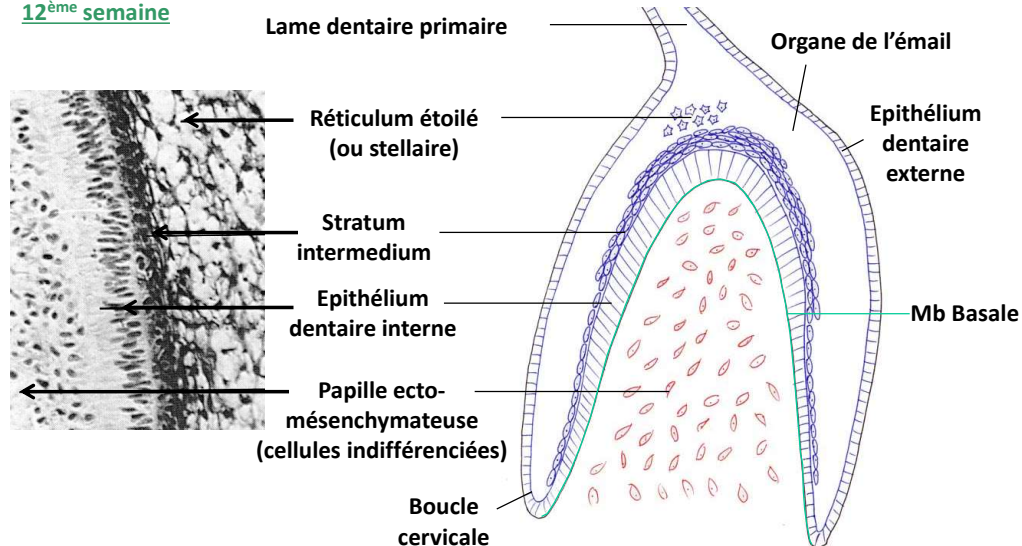
Voici ce que cela donne sur le plan histologique.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

I.2.3 Stade de la cloche

12^{ème} semaine



Le stade de la cloche est un stade essentiellement **d'histodifférenciation** (apparition de types cellulaires différents dans l'organe de l'émail) et de **morphodifférenciation** (acquisition par le germe dentaire d'une morphologie spécifique de chaque dent).

Il débute à la 12^{ème} semaine de développement intra-utérin pour l'incisive centrale inférieure temporaire. Lors du passage progressif de la cupule à la cloche, des phénomènes de différenciation cellulaire se produisent dans l'organe de l'émail.

Les cellules du centre de l'organe de l'émail prennent une forme étoilée et forment le réticulum étoilé (ou stellaire).

A la périphérie de l'organe de l'émail, les cellules gardent une forme cubique. Elles forment l'épithélium dentaire externe (ou épithélium adamantin externe).

Les cellules au contact de la membrane basale qui sépare l'organe de l'émail de la papille ectomésenchymateuse s'allongent pour prendre l'aspect de colonnes. Elles constituent l'épithélium dentaire interne (ou épithélium adamantin interne) qui a un aspect en palissade.

Entre l'épithélium dentaire interne et le réticulum étoilé, les cellules épithéliales s'aplatissent et forment la couche intermédiaire ou stratum intermedium. Le stratum intermedium passe progressivement de 1 à 4 couches cellulaires au cours du stade de la cloche et de la différenciation des cellules de l'épithélium dentaire interne en cellules sécrétrices de la matrice de l'émail (améloblastes).

Les épithélia dentaire interne et externe se rejoignent en bordure de l'organe de l'émail pour former la boucle cervicale au niveau de la zone de réflexion.

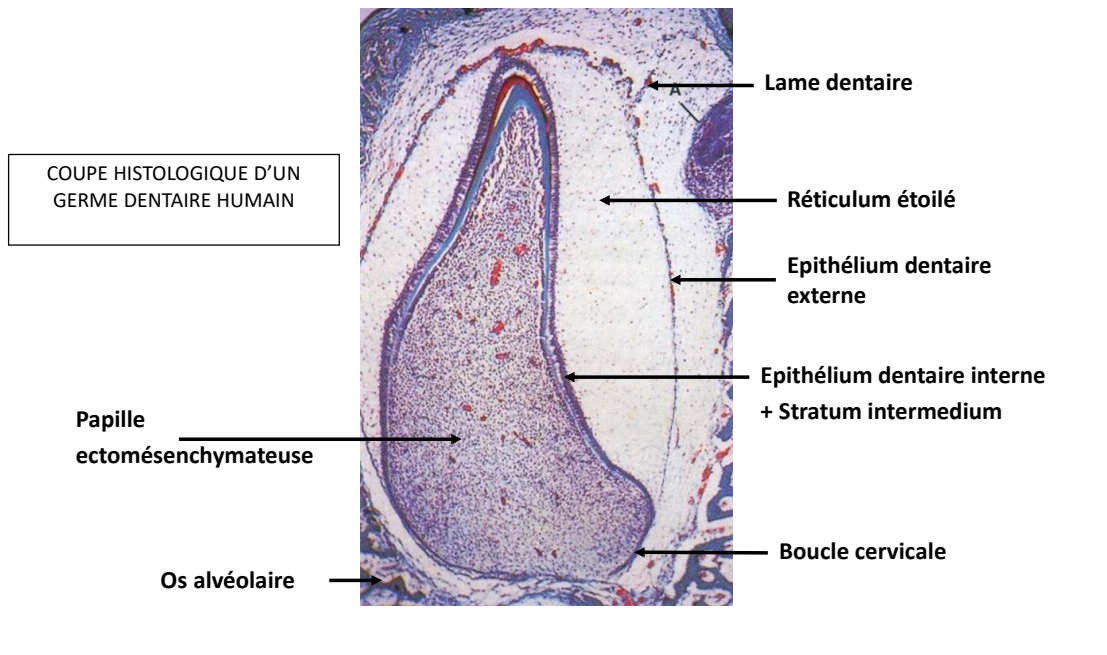
La papille ectomésenchymateuse dentaire est constituée de cellules indifférenciées séparées par de la matrice extracellulaire peu dense.

Au stade de la cloche, le germe dentaire acquiert une morphologie spécifique et il devient alors possible de reconnaître la forme de la future couronne dentaire.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.2 Phase de morphogenèse

I.2.3 Stade de la cloche

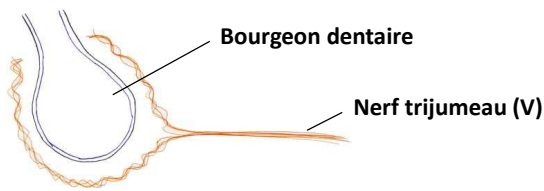


Voici ce que cela donne sur le plan histologique. On aperçoit également sur cette coupe la dentine, sous la forme d'un fin liseré bleu à la périphérie de la papille ectomésenchymateuse, et l'émail, sous la forme d'un fin liseré rouge au contact de la dentine au sommet de la cloche.

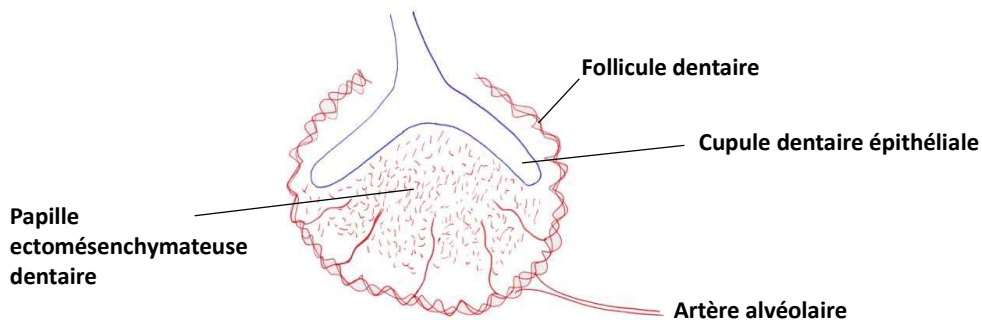
I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.3 Innervation et vascularisation du germe dentaire

- L'innervation apparaît autour du germe dentaire au stade du bourgeon.



- La vascularisation apparaît dans la papille ectomésenchymateuse au stade de la cupule.

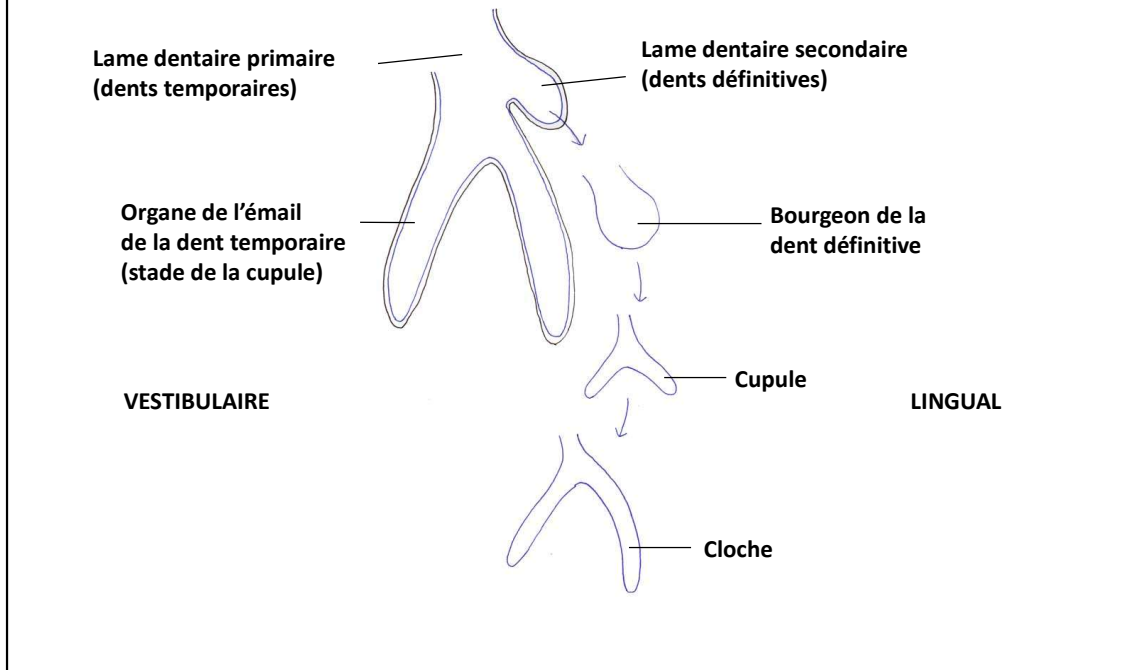


A la fin du stade du bourgeon, des fibres nerveuses en provenance du ganglion trigéminal s'approchent de l'épithélium dentaire et se ramifient pour former un riche plexus nerveux autour du bourgeon (plexus nerveux = enchevêtrement de fibres nerveuses). Elles pénétreront plus tard dans la papille ectomésenchymateuse dentaire, à la fin du stade de la cloche, lorsque débutera le dépôt de la dentine et de l'émail. L'organe de l'émail n'est jamais innervé.

Au stade de la cupule, des vaisseaux sanguins en provenance de l'artère alvéolaire se ramifient dans le follicule dentaire. Certains entrent dans la papille ectomésenchymateuse, mais la plupart restent dans le follicule proche de l'épithélium dentaire externe. L'organe de l'émail restera avasculaire (= sans vascularisation).

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

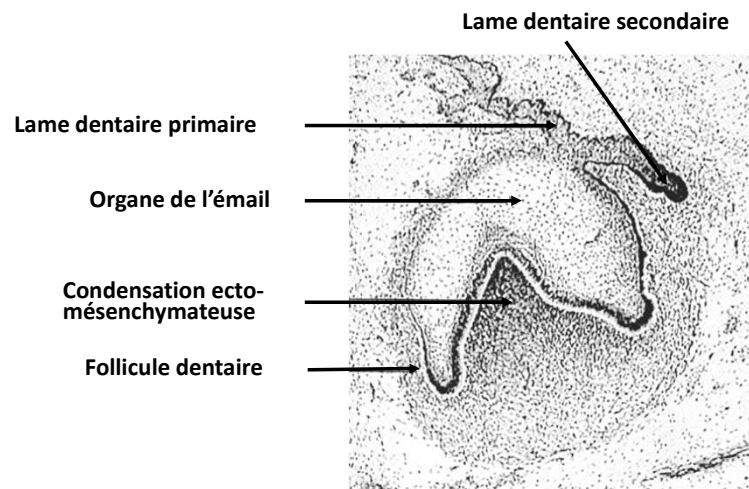
I.4 Formation des germes des dents définitives



Les germes dentaires qui donnent naissance aux incisives, canines et prémolaires définitives résultent également d'une invagination de l'ectoderme oral dans l'ectomésenchyme. Cette invagination a lieu à partir de la zone de jonction de la lame dentaire primaire avec l'organe de l'émail de la dent temporaire correspondante. Elle débute au stade de la cupule de la dent temporaire. La lame dentaire des dents définitives s'appelle lame dentaire secondaire. Un bourgeon, puis une cupule, se forment en position linguale par rapport à l'organe de l'émail de la dent temporaire correspondante. La cupule va se positionner sous le germe de la dent temporaire où elle se transforme en cloche. L'initiation de l'incisive centrale inférieure définitive débute aux environs de la 12^{ème} semaine DIU. L'initiation de la 2^{ème} prémolaire, dernière dent définitive précédée d'une dent de lait, a lieu environ 10 mois après la naissance.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.4 Formation des germes des dents définitives



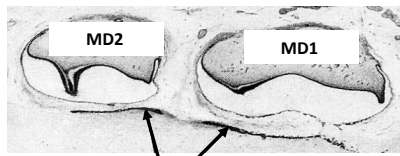
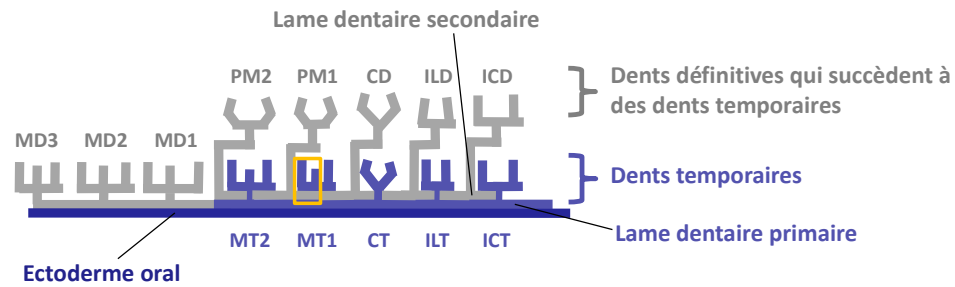
COUPE HISTOLOGIQUE D'UN GERME DE DENT TEMPORAIRE HUMAINE MONTRANT L'ORIGINE DE LA LAME DENTAIRE SECONDAIRE

Si l'on revient sur un germe de dent lactéale au stade de la cupule, on observe effectivement à la jonction entre la lame dentaire primaire et le germe de la dent temporaire, l'invagination épithéliale (lame dentaire secondaire) qui va donner naissance au germe de la dent définitive correspondante.

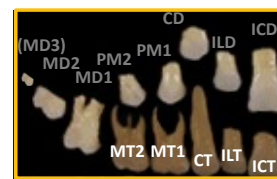
I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.4 Formation des germes des dents définitives

- Origine des dents de l'hémi-arcade supérieure droite :



Extension postérieure de la lame dentaire primaire



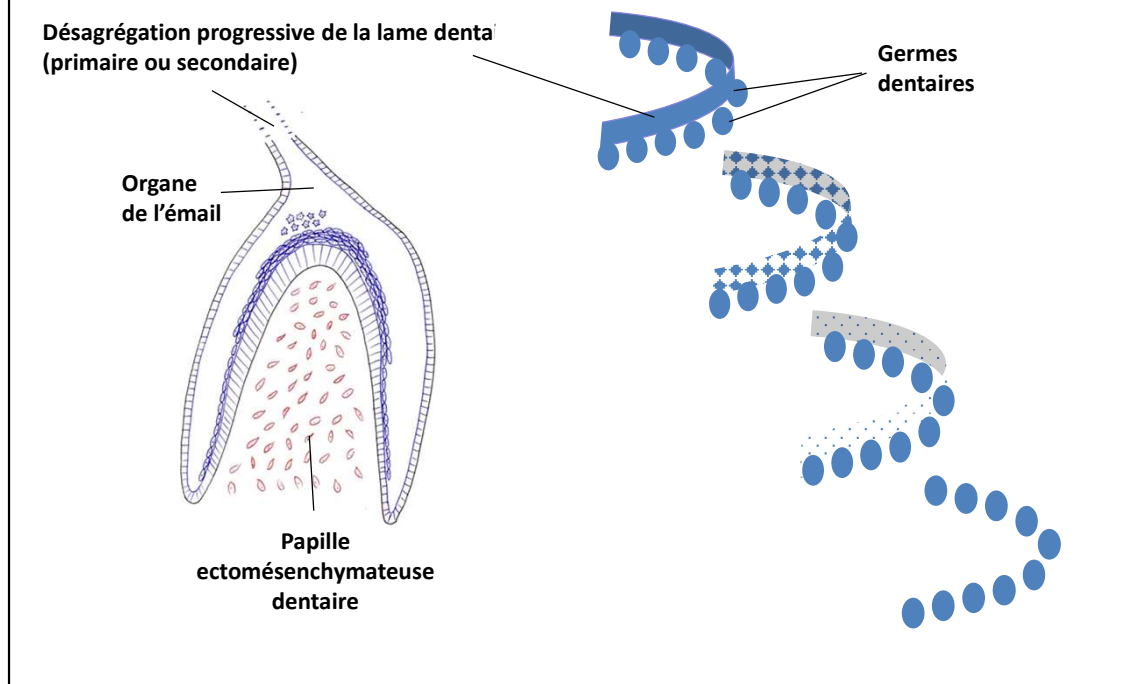
Dents temporaires (foncé) et germes des dents permanentes (clair) chez un enfant de 5 ans et demi.

On peut résumer et schématiser l'origine des dents temporaires et définitives de la manière suivante : dans une hémi-arcade, les 5 dents temporaires naissent de germes dentaires qui se forment à partir de la lame dentaire primaire, tandis que les dents définitives qui vont remplacer ces dents temporaires, naissent à partir de la lame dentaire secondaire qui prend naissance dans la zone de jonction entre la lame dentaire primaire et le germe de la dent temporaire correspondante.

Les 3 molaires définitives ne sont pas précédées de dents temporaires. Elles se forment en arrière des dents temporaires et de celles qui les remplacent, à partir d'une extension postérieure de la lame dentaire primaire. Cette extension, qui forme la lame dentaire des molaires définitives, apparaît aux environs de la 16^{ème} semaine de DIU. Elle donne naissance progressivement à 3 bourgeons épithéliaux qui formeront avec l'ectomésenchyme sous-jacent les germes dentaires des 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} molaires, de la même manière que se sont formés les germes des dents temporaires. L'initiation des molaires définitives a lieu au 5^{ème} mois de DIU pour la 1^{ère} molaire, au 9^{ème} mois après la naissance pour la 2^{ème} molaire, et à l'âge de 4 ans pour la 3^{ème} molaire (= dent de sagesse).

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.4 Formation des germes des dents définitives

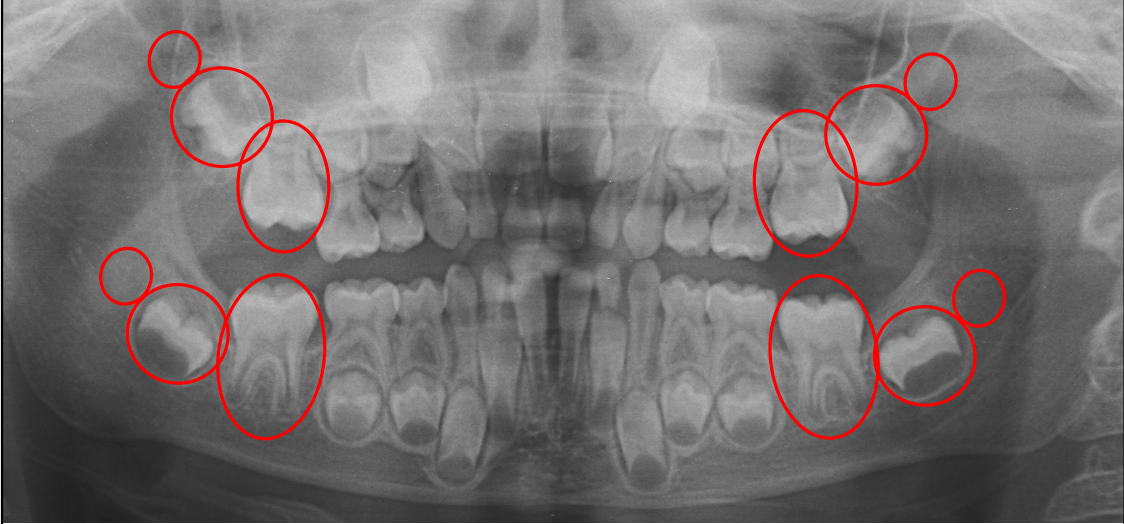


A la fin du stade de la cloche, la lame dentaire (primaire ou secondaire, selon que l'on a à faire à un germe de dent temporaire ou de dent définitive), se désagrège, et la dent continue son développement à l'intérieur de la mâchoire séparée de l'épithélium oral. Comme nous le verrons plus tard, elle devra, pour fonctionner, rétablir une connexion avec cet épithélium puis le traverser pour atteindre sa position finale. Ce franchissement, appelé éruption dentaire, est l'unique exemple de franchissement naturel d'un épithélium dans l'organisme.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.4 Formation des germes des dents définitives

Temps d'éruption dentaire



Sur cet orthopantomogramme réalisé chez un enfant de 6 ans, vous avez les différents stades de formation et d'évolution des dents définitives. Les dents de six ans ou premières molaires définitives commencent à faire leur éruption et les racines sont en cours de formation.

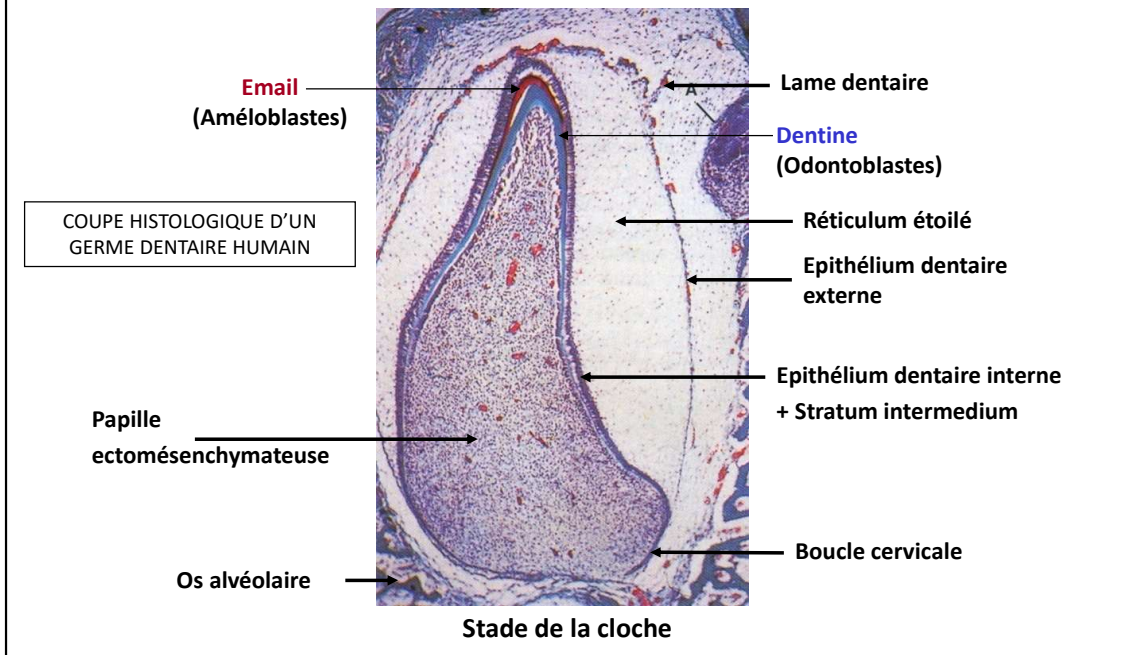
Les deuxièmes molaires définitives ou dents de 12 ans sont présentes, et leurs couronnes sont minéralisées.

Quant à la troisième molaire définitive la formation coronaire n'a pas encore commencé.

Les germes des autres dents définitives sont également bien visibles sous les dents temporaires.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.5 Formation de la dentine et de l'émail



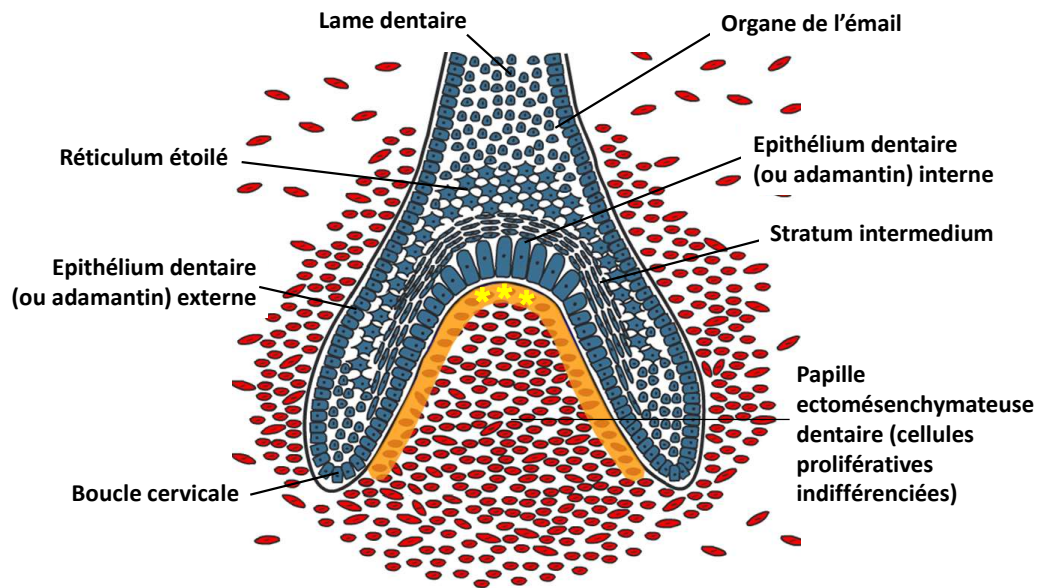
A partir de ce stade de la cloche, comment se forme la dentine et l'émail?

La dentine sera sécrétée par les odontoblastes, cellules hautement spécialisées issues des crêtes neurales, au cours d'un processus appelé dentinogenèse

La formation de l'émail se fera par les améloblastes, cellules d'origine ectodermique, au cours d'un processus appelé amelogenèse.

La différenciation des odontoblastes

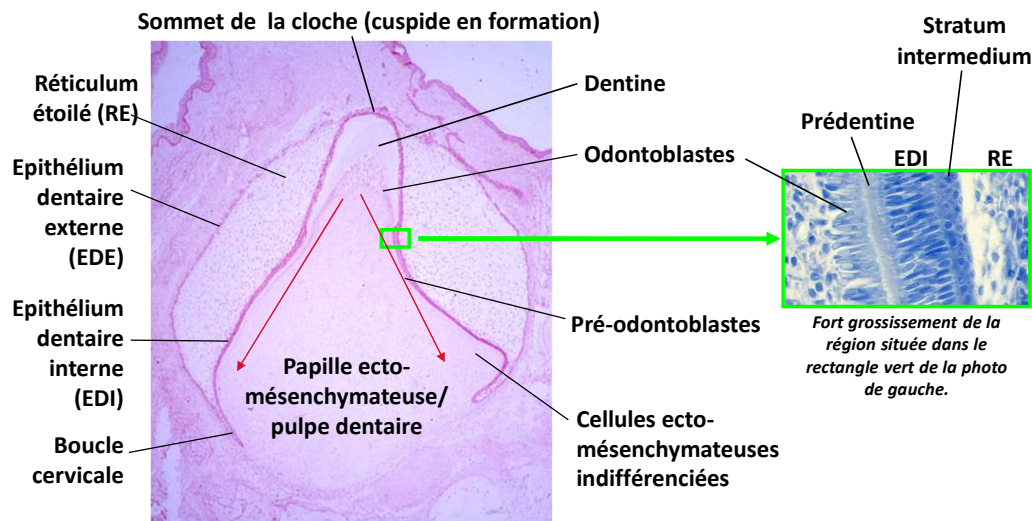
ZONE DE DIFFERENCIATION DES ODONTOBLASTES DANS LE GERME DENTAIRE



La différenciation des odontoblastes commence vers la fin du stade de la cloche. La bande orangée vous indique la zone où vont se différencier les odontoblastes, à la périphérie de la papille ectomésenchymateuse, sous l'épithélium dentaire interne. Les astérisques jaunes précisent l'endroit où se différencient les premiers odontoblastes, au sommet de la cloche. En effet, comme nous le verrons plus tard, les odontoblastes se différencient progressivement depuis le sommet de la papille ectomésenchymateuse, selon un schéma temporo-spatial précis.

La différenciation des odontoblastes

DIFFERENCIATION DES PREMIERS ODONTOBLASTES AU SOMMET DE LA CLOCHE

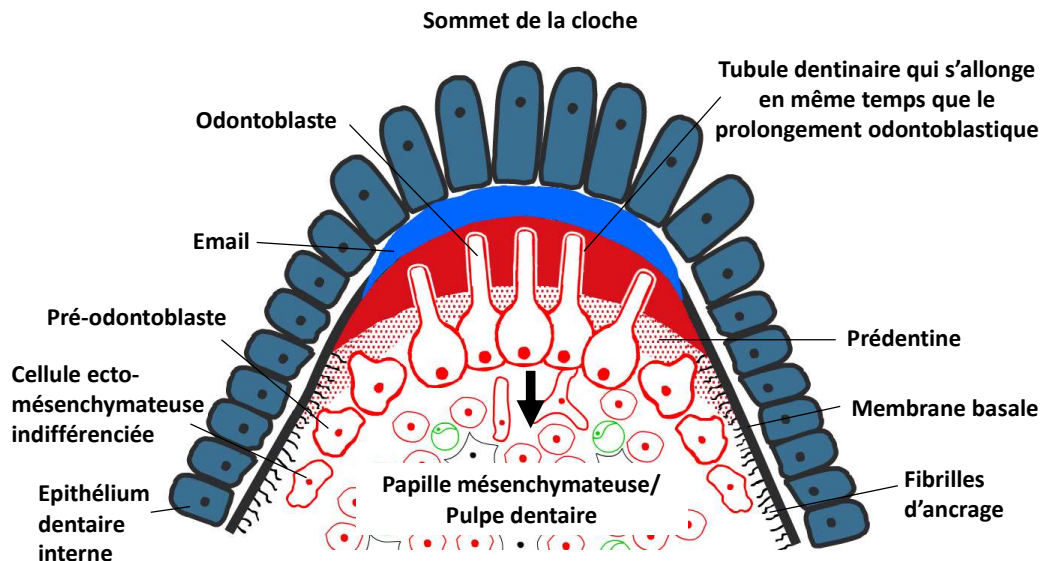


Coupe histologique d'un germe dentaire de canine humaine (faible grossissement) : la différenciation des odontoblastes commence au sommet de la cloche (niveau de la cuspidé en formation) et progresse latéralement sous l'épithélium dentaire interne (flèches rouges).

Cette coupe histologique d'un germe de canine temporaire humaine vous montre que la différenciation des odontoblastes débute au sommet de la cloche, à l'endroit où va se former la cuspidé, qui est la pointe présente sur la couronne de la dent. Si vous regardez votre denture dans un miroir, vous verrez qu'une canine possède une cuspidé, mais qu'une molaire en possède plusieurs. Lorsque les premiers odontoblastes se sont différenciés au sommet de la cloche, la différenciation se poursuit de proche en proche sur les bords latéraux de la papille ectomésenchymateuse, dans le sens indiqué par les flèches rouges. On parle de gradient temporo-spatial de différenciation odontoblastique. Les cellules ectomésenchymateuses les plus différenciées sont au sommet de la cloche, alors que les moins différenciées sont proches de la boucle cervicale. Le fort grossissement présenté dans le cadre vert vous montre de gauche à droite des odontoblastes nouvellement différenciés, la prédentine (matrice organique non minéralisée), l'épithélium dentaire interne, le stratum intermedium et le réticulum étoilé.

La différenciation des odontoblastes

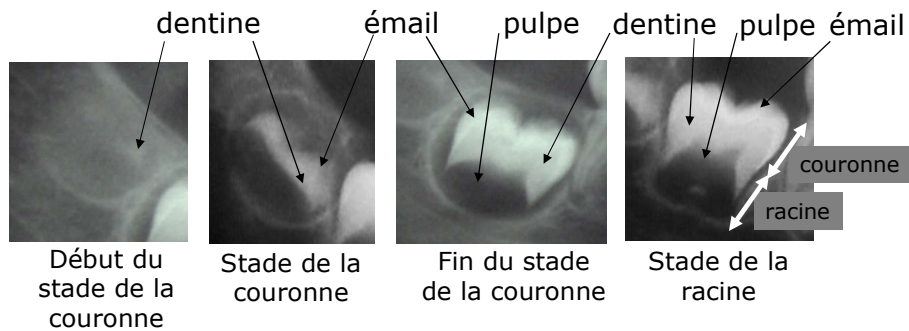
GRADIENT TEMPORO-SPATIAL DE DIFFERENCIATION DES ODONTOBLASTES
(schéma du sommet de la cloche à fort grossissement)



Ce schéma illustre à fort grossissement le gradient temporo-spatial de différenciation odontoblastique qui part du sommet de la cloche pour se diriger vers la boucle cervicale. Il montre également comment le dépôt continu de pré-dentine repousse le corps cellulaire de l'odontoblaste vers le centre de la pulpe dentaire. Ce phénomène, indiqué par la flèche noire, accroît progressivement la taille du prolongement qui se trouve progressivement inclus dans un petit tube de dentine, appelé tubule dentinaire, qui s'allonge en même temps que lui. Ce tubule, très fin, fait environ 2,5 μm de diamètre.

La différenciation des améloblastes

- ✓ Origine ectodermique
- ✓ l'émail se forme uniquement pendant le stade de la couronne



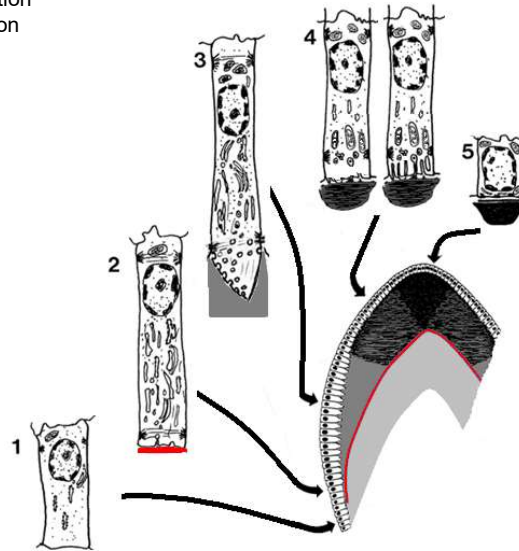
☞ Processus limité dans le temps

L'émail a une origine ectodermique car les améloblastes qui sont responsables de l'amélogénèse sont issues de la différenciation des cellules de l'épithélium dentaire interne de l'organe de l'émail. L'émail se forme uniquement au stade de la couronne et lorsque la formation de l'émail d'une dent est terminée, débute alors le stade de la racine. Donc pour chaque dent, l'émail se forme pendant un laps de temps donné et si il y a un problème de santé pouvant affecter l'amélogénèse pendant cette période, seules les dents dont l'amélogénèse est en cours seront atteintes car toutes les dents ne se forment pas en même temps.

La différenciation des améloblastes

- 1 – améloblaste pré-sécréteur
- 2 – améloblaste sécréteur sans prolongement de Tomes
- 3 – améloblaste sécréteur avec prolongement de Tomes
- 4 – améloblaste de maturation
- 5 – améloblaste de protection

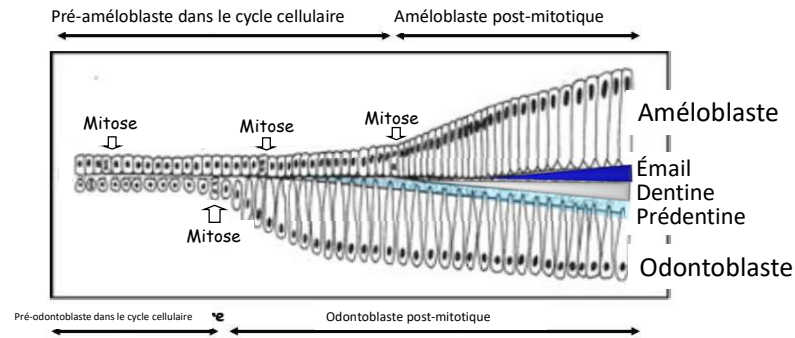
- émail aprismatique interne
- émail prismatique immature
- émail en cours de maturation
- émail mature
- dentine



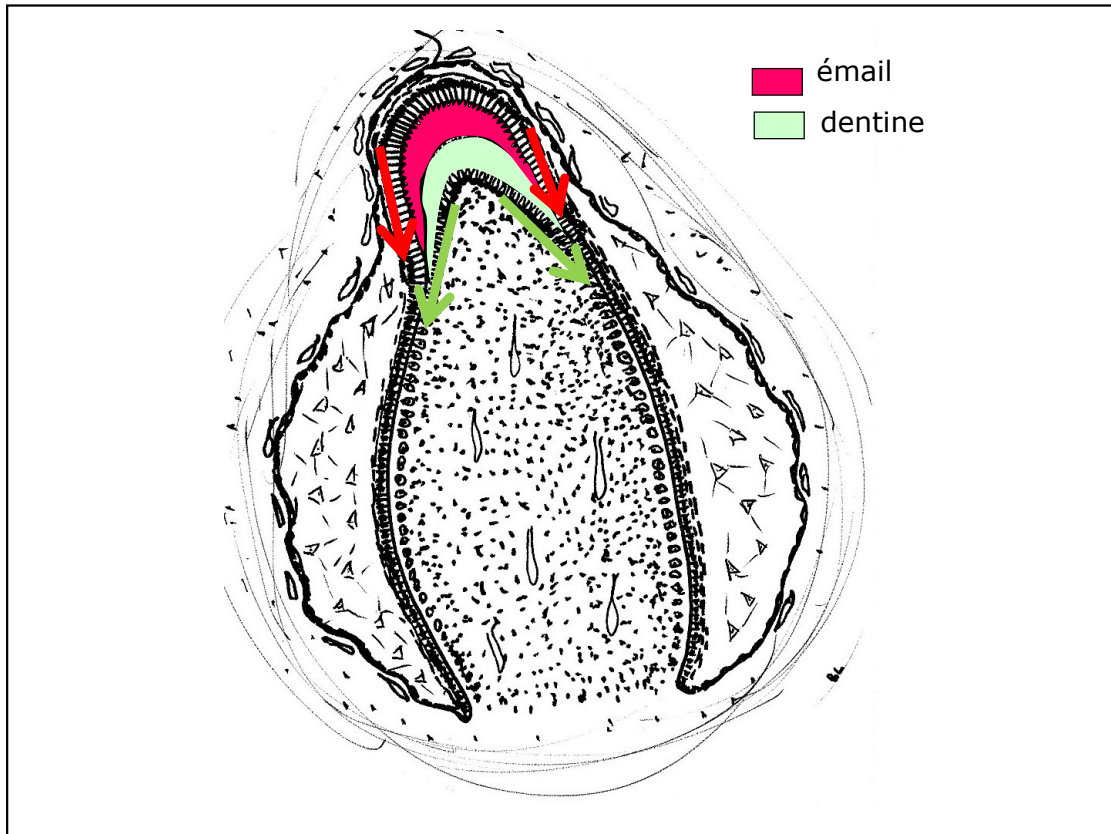
Sur une dent au stade de la couronne on peut voir toutes les phases de la vie d'un améloblaste. L'améloblaste pré-sécréteur (1) est en regard de la dentine. C'est le premier stade de différenciation qui a débuté au sommet de la cloche. Cette cellule se différencie alors en améloblaste sécréteur sans prolongement de Tomes secrète une fine couche d'émail aprismatique au contact de la dentine (2), l'améloblaste sécréteur avec prolongement de Tomes secrète l'émail prismatique immature (3), l'améloblaste de maturation (4) assure, comme son nom l'indique, la maturation de l'émail et l'améloblaste de protection (5) protège la surface de l'émail mature jusqu'à l'arrivée de la dent en bouche. Donc sur ce schéma, on observe que l'amélogénèse est terminée en regard de la pointe de la dent car elle est recouverte d'améloblastes de protection alors qu'elle n'a pas commencé en bas du schéma (au niveau du collet de la dent) car il n'y a que de la dentine recouverte d'améloblastes pré-sécréteurs. L'amélogénèse suit donc un gradient temporo-spatial de différenciation entre la pointe de la dent (cuspide) et le collet (jonction avec la racine).

Sortie du cycle mitotique

Cycle cellulaire couplé avec celui de l'odontoblaste :
décalage de 24h à 66h

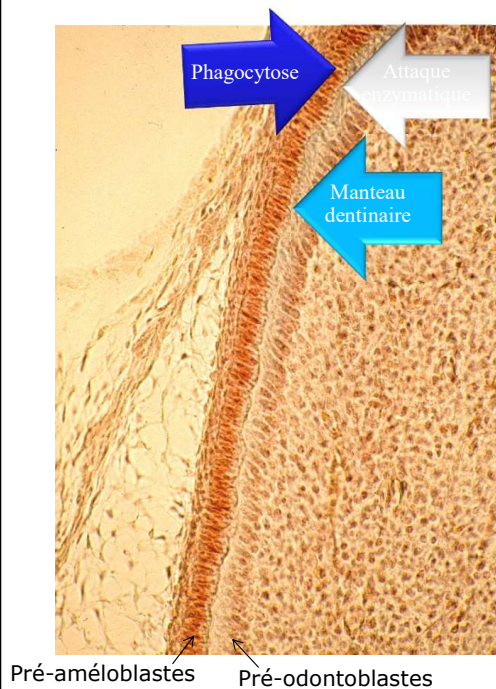


En devenant améloblaste pré-secréteur, le pré-améloblaste sort du cycle mitotique et évolue en une cellule post mitotique (qui ne se divise plus). Cette sortie du cycle est couplée avec celle des odontoblastes avec un décalage dans le temps de 24h à 66h. La dentinogénèse commence avant l'amélogénèse.



Donc la différenciation des améloblastes débute en face d'odontoblastes différenciés qui ont synthétisé la première couche de dentine. L'amélogénèse est synchronisée avec la dentinogénèse et suit donc le gradient temporo-spatiale de la différenciation des odontoblastes avec un léger retard.

Disparition de la membrane basale



Sécrétion de la première couche de dentine (= manteau dentinaire) par les odontoblastes

Vésicules odontoblastiques →
attaque enzymatique
(métalloprotéase)

Phagocytose des débris de la
membrane basale par les
améloblastes pré-sécréteurs
→ disparition de la membrane basale

Contact entre le manteau dentinaire et
les améloblastes pré-sécréteurs

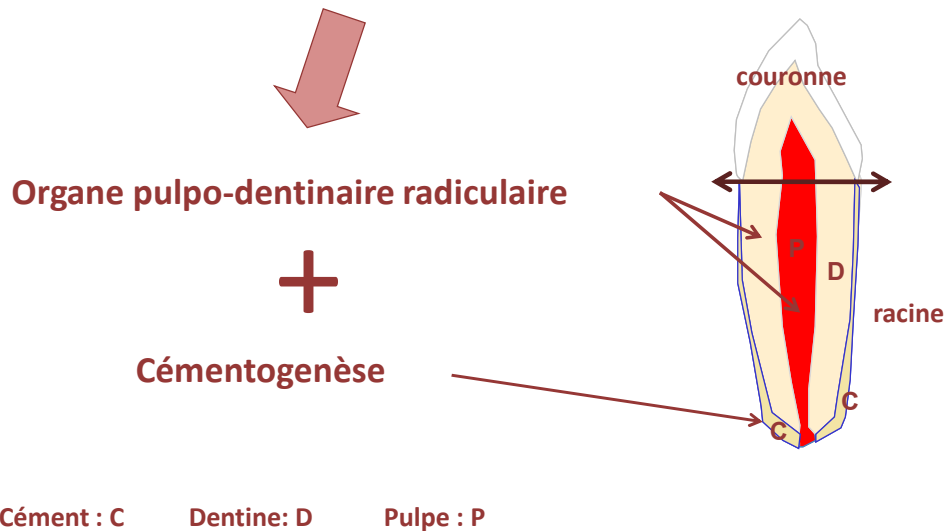
→ l'amélogénèse

La différenciation des améloblastes pré-sécréteurs s'accompagne de la dégradation de la membrane basale qui sépare les pré-améloblastes des pré-odontoblastes. La disparition de la membrane basale suit la sécrétion des premières couches de dentine (manteau dentinaire) par les odontoblastes. La membrane basale est tout d'abord dégradée par des métalloprotéases présentes dans des vésicules issues du bourgeonnement de la membrane plasmique des odontoblastes, puis les fragments de cette membrane basale sont phagocytés par les améloblastes pré-sécréteurs qui terminent la dégradation grâce à leurs lysosomes. La disparition de la membrane basale permet donc aux améloblastes pré-sécréteurs d'entrer en contact avec le manteau dentinaire qui se minéralise. Toutes ces conditions étant réunies, le manteau dentinaire peut induire l'amélogénèse. C'est à dire que l'améloblaste pré-sécréteur peut devenir sécréteur et sécréter la première couche d'émail au contact de la dentine. Il n'y a donc pas d'amélogénèse sans dentinogénèse.

I. Aspects morphologiques de l'odontogenèse

I.6 Formation de la racine

Radiculogenèse – Formation des Racines - Rhizagenèse



Nous arrivons à la formation de la racine de la dent, c'est la radiculogenèse. La radiculogenèse, ou formation des racines ou rhizagenèse, concerne l'élaboration de l'organe pulpo-dentinaire radulaire, en étroite relation avec la cémentogenèse. Le processus de cémentogenèse conduit à la synthèse du ciment qui recouvre préférentiellement la surface des racines.

I.6 Formation de la racine

Développement des racines



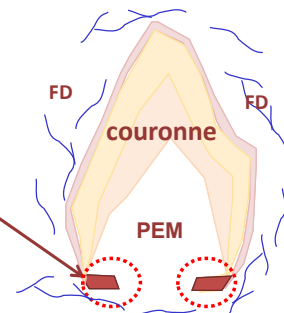
Dimensions définitives de la couronne



Gaine Epithéliale de Hertwig
(GEH)

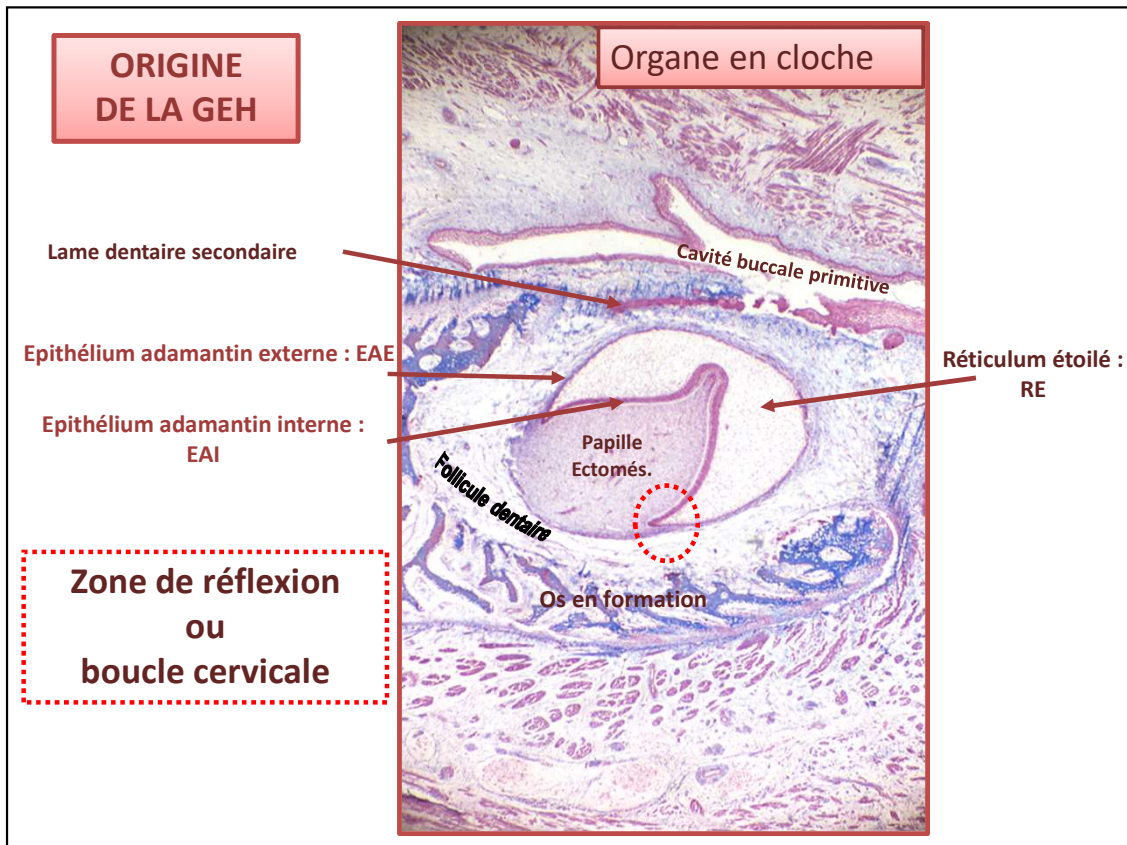
Interactions cellules / Matrice EC / Membrane basale

Elaboration en parallèle du ligament dento-alvéolaire et de l'os alvéolaire

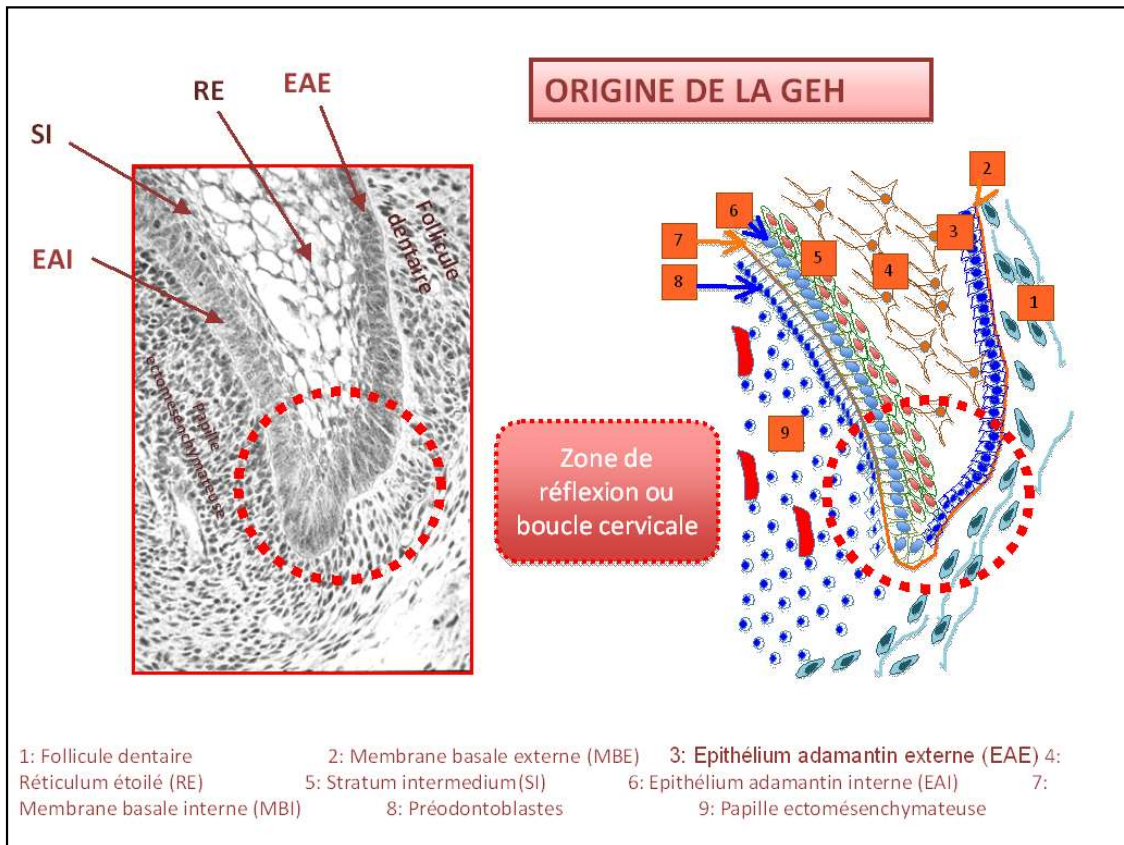


PEM: Papille ectomésenchymateuse FD: Follicule dentaire ou sac folliculaire

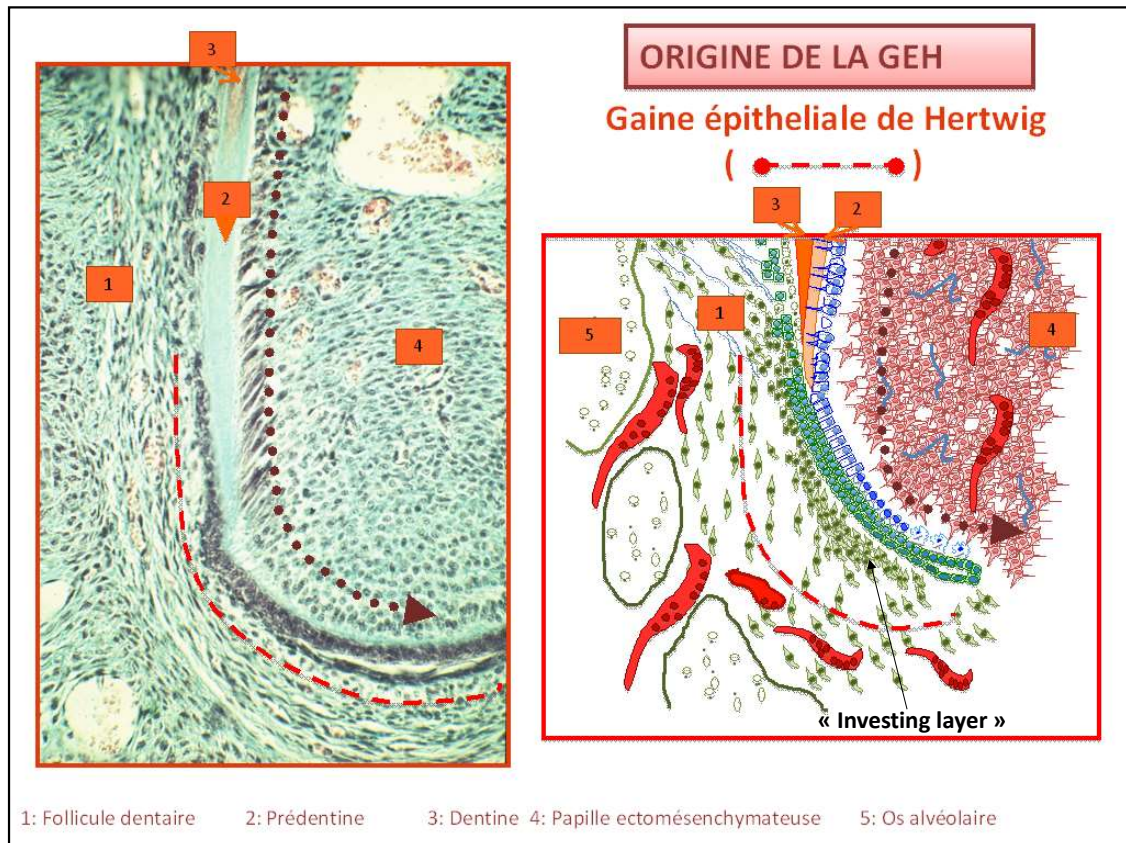
Le développement des racines ne débute qu'à partir du moment où les dimensions définitives de la couronne sont acquises et que les couches d'émail et de dentine ont atteint une épaisseur suffisamment importante. La formation des racines incluant leur taille, leur forme et leur nombre, est liée à la présence d'un organe épithélial radicaire particulier, la gaine épithéliale de Hertwig (Ten Cate, 1996). Le développement radicaire se trouve sous la dépendance d'interactions Cellule/Matrice impliquant les composants de cette gaine, ceux de la papille ectomésenchymateuse et de la membrane basale entourant la gaine épithéliale de Hertwig et ceux du follicule dentaire ou sac folliculaire, tissu conjonctif plus ou moins lâche entourant le germe dentaire en formation. Parallèlement à ce phénomène, s'ébauche le ligament dento-alvéolaire associé à l'édification de l'os alvéolaire.



La GEH a pour origine la zone de réflexion. En effet, au stade de cloche dentaire, les épithélia adamantins interne et externe de l'organe de l'émail se rejoignent au niveau du futur collet anatomique de la dent et forment la zone de réflexion encore appelée boucle cervicale.



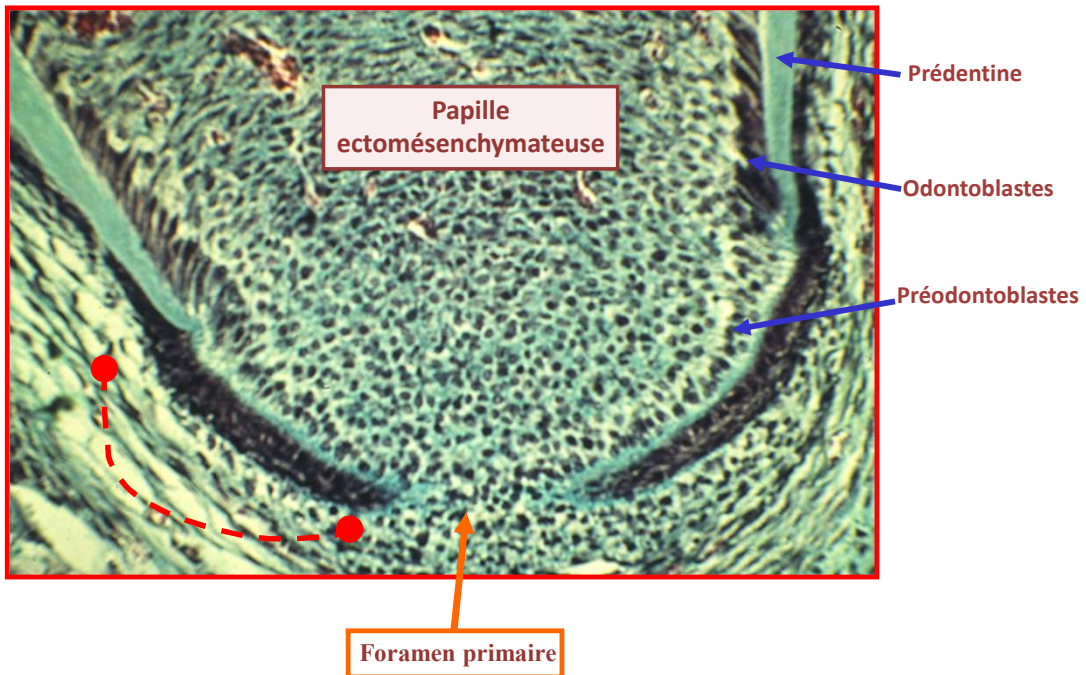
A gauche, sur cette diapositive, vous pouvez observer une coupe histologique d'une zone de réflexion à fort grandissement avec sa représentation schématique à droite. A ce niveau, les deux assises épithéliales, EAE et EAI réunis, ne renferment plus que de rares cellules du Réticulum étoilé et du Stratum Intermedium



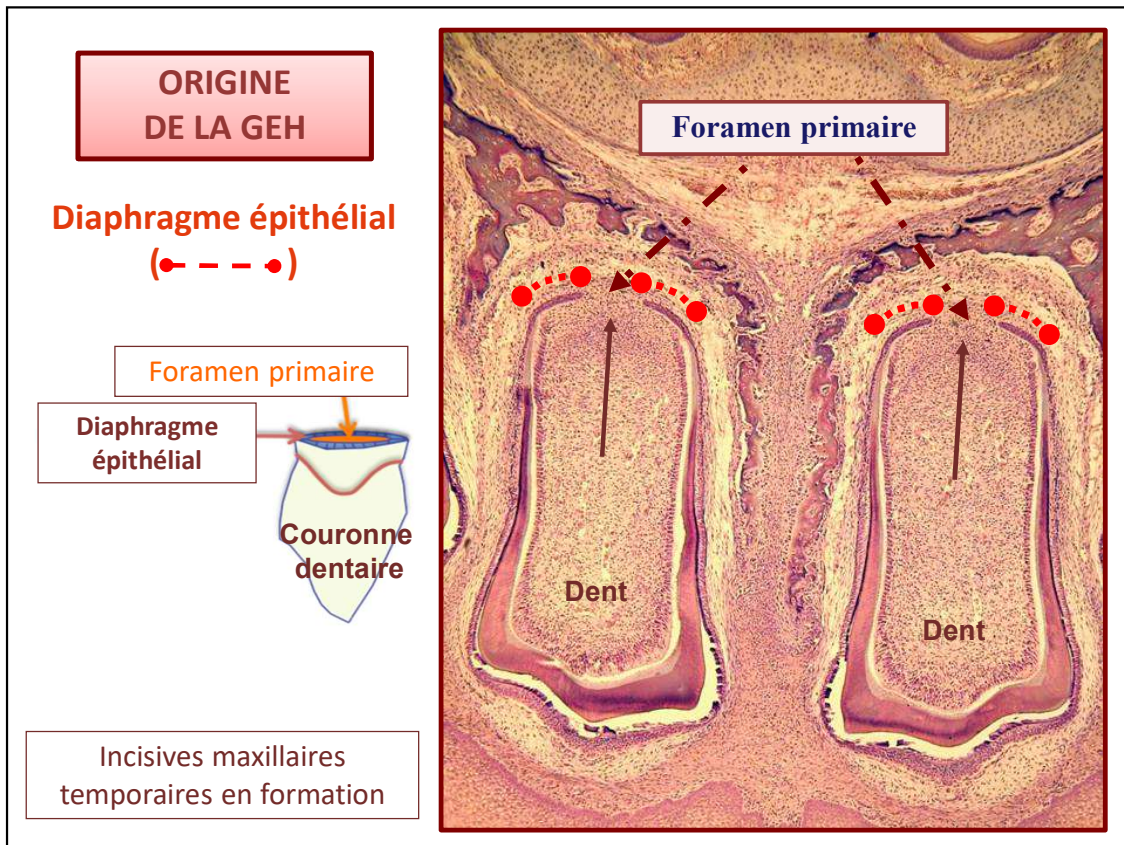
Dès la fin de l'amélogenèse, l'activité mitotique s'intensifie au niveau de la zone de réflexion ; les deux feuillets épithéliaux adamantins accolés l'un à l'autre s'allongent en s'infléchissant vers l'axe central du germe, formant un manchon épithélial bi-stratifié qui s'étire en direction apicale : c'est la gaine épithéliale de Hertwig. La gaine épithéliale de Hertwig s'interpose entre deux zones d'ectomésenchyme : d'une part, la papille ectomésenchymateuse ou papille dentaire, future pulpe radiculaire, et d'autre part, la couche interne (ou « investing layer ») du follicule dentaire. Ce dernier encapsule le germe dentaire dès le stade embryologique de cupule avancée.

ORIGINE DE LA GEH

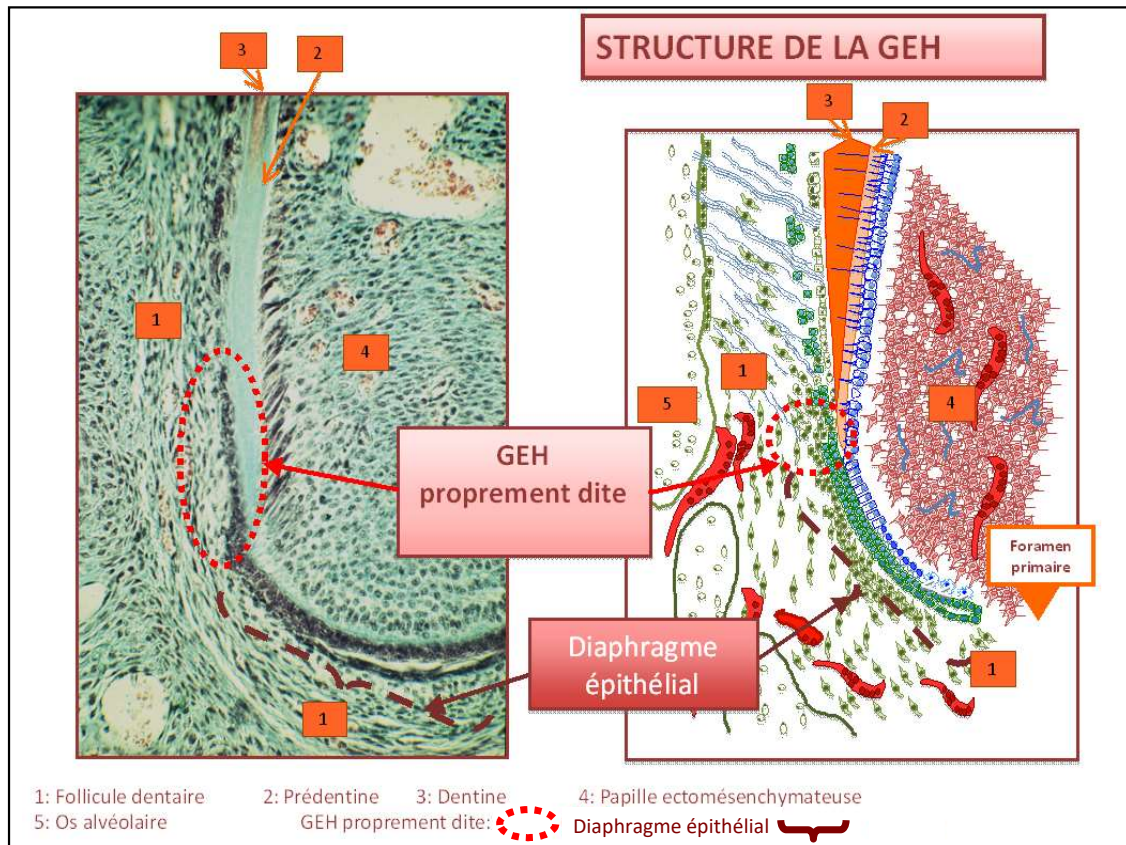
Diaphragme épithélial (● - - - ●)



Tout au long de sa progression apicale, cette gaine enrobe partiellement la papille dentaire. Elle ménage à son extrémité apicale sous forme de diaphragme épithélial, une ouverture circulaire qui constitue le foramen primaire et par lequel, pénétreront dans la future pulpe dentaire, des éléments vasculaires et nerveux



Sur cette diapositive, vous pouvez observer à partir de coupes histologiques d'incisives maxillaires en formation, des racines en développement qui présentent à leurs extrémités, un foramen primaire délimité par le diaphragme de la gaine épithéliale de Hertwig.



La gaine épithéliale de Hertwig est constituée de deux parties morphologiquement bien définies qui ne présentent pas de discontinuité visible :

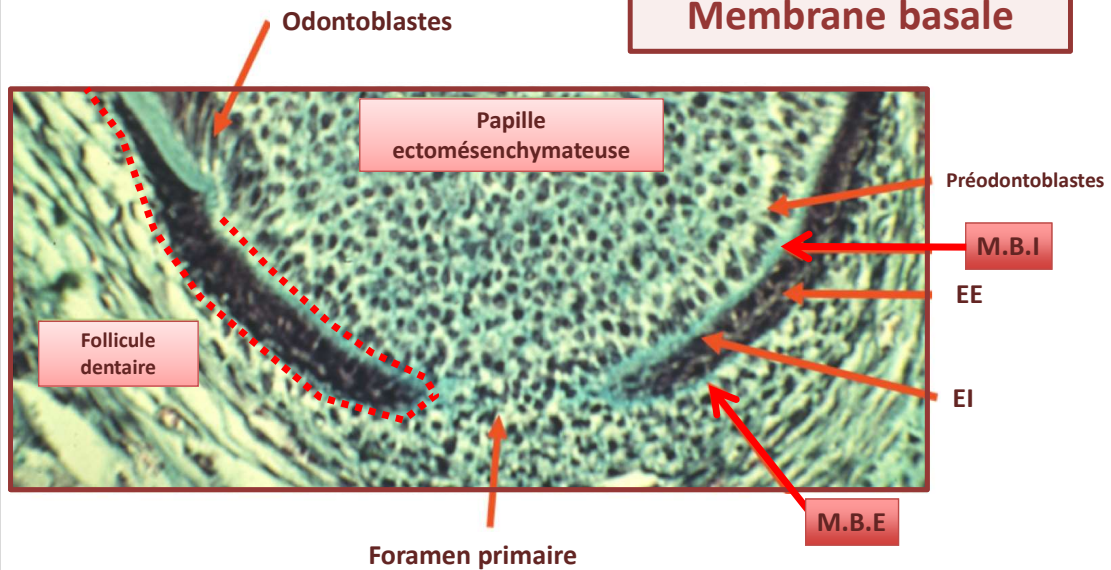
- le diaphragme épithélial qui délimite l'orifice ou foramen primaire par lequel la papille ectomésenchymateuse communique avec le follicule dentaire,
- une partie droite ou gaine épithéliale proprement dite va constituer la partie cervicale de la GEH

Cette sectorisation est importante car va correspondre à des stades fonctionnels assez précis.

STRUCTURE DE LA GEH

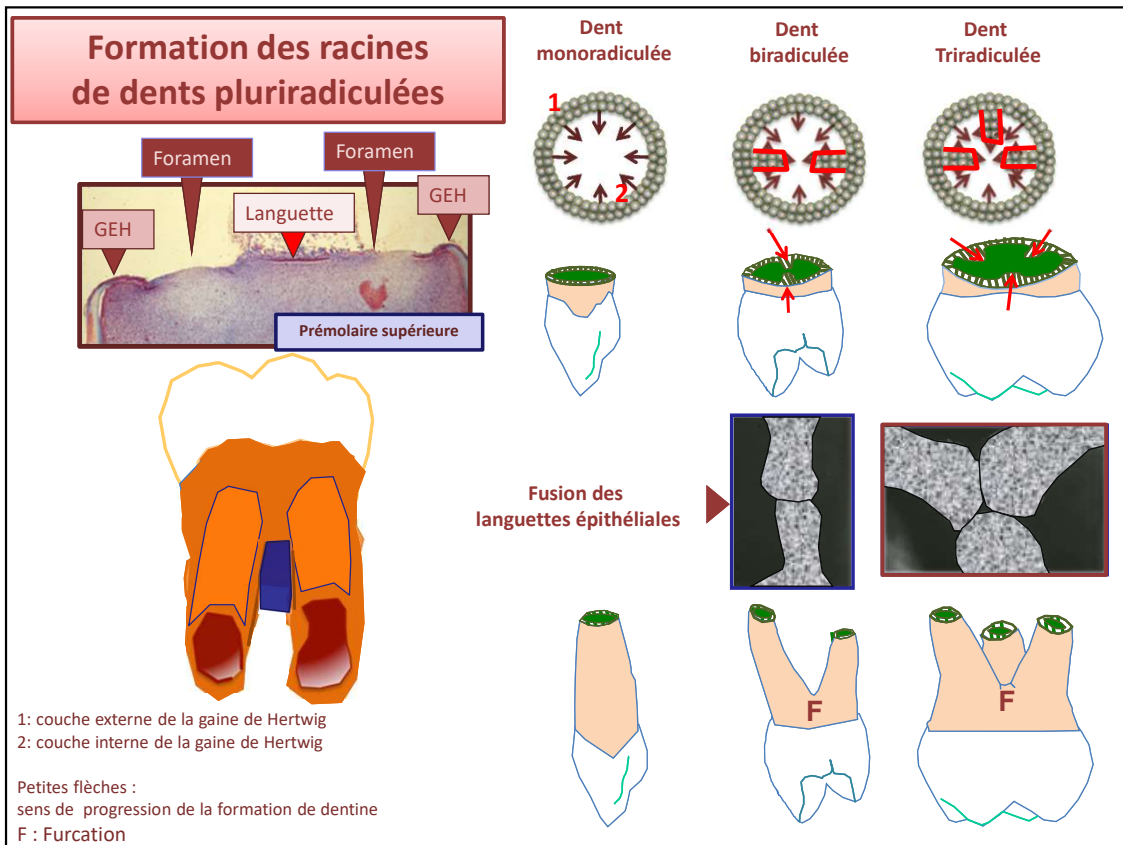
Diaphragme épithélial

Membrane basale

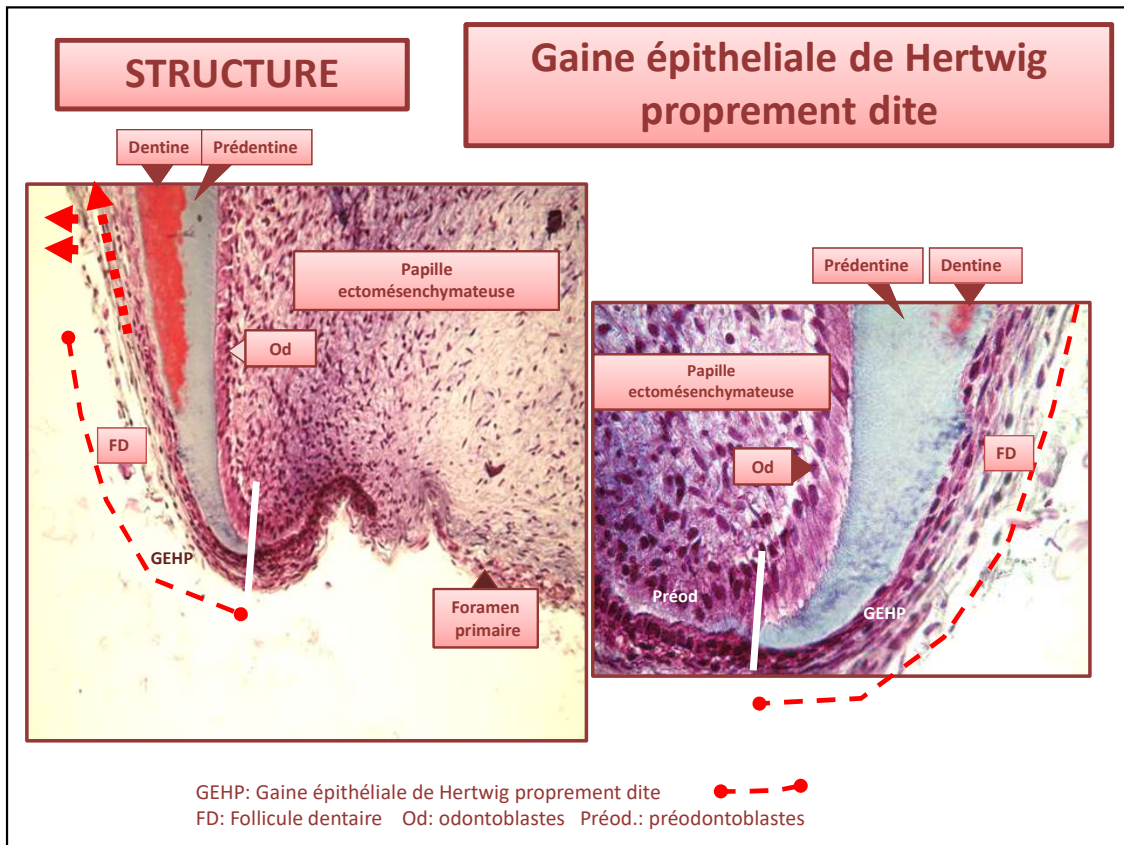


MBE: membrane basale externe MBI: membrane basale interne

Au niveau du diaphragme épithélial, une membrane basale circonscrit la languette épithéliale de la gaine en prenant une apparence nette et bien définie, côté pulpaire, et plus floue et bordée de fibrilles de collagène, côté folliculaire. Elle se décompose en une MBI et une MBE,



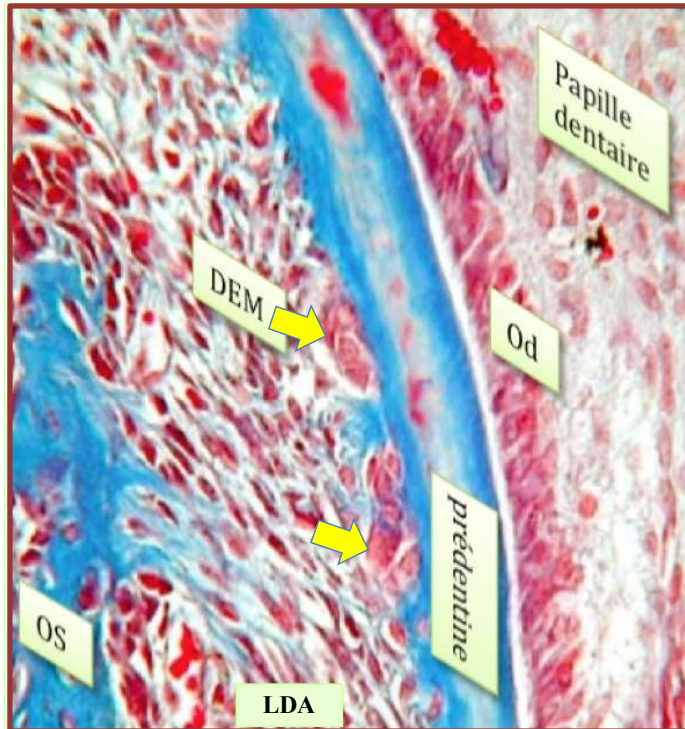
Dans le cas des dents pluriradiculées, l'anneau diaphragmatique va émettre, selon le cas (futurs prémolaires ou molaires), deux ou trois languettes épithéliales. Ces dernières se dirigent de façon centripète vers le centre pulpaire, à la rencontre les unes des autres pour s'unir par coalescence en ébauchant les futures séparations radiculaires d'une même dent ou furcations. Deux ou trois anneaux diaphragmatiques apparaissent et évoluent ensuite, chacun individuellement, comme autant de gaines épithéliales de Hertwig pour chacune des racines en formation.



La GEH proprement dite constitue une couche irrégulière de cellules reposant sur la paroi externe de la racine néoformée. Cette gaine débute au niveau de la limite cervicale du diaphragme, à l'endroit où est observée une matrice prédentinaire constituée de matériel collagénique abondant. La gaine épithéliale proprement dite est séparée des tissus environnants (prédentine, follicule dentaire) par une membrane basale.

Cette couche épithéliale bi-stratifiée présente progressivement des modifications de structure en direction coronaire. En effet, sa couche externe prolonge sur une courte distance, sa couche interne tandis que la membrane basale externe contro-folliculaire se fragmente libérant les cellules de la couche externe qui dérivent alors dans le follicule dentaire avoisinant.

Débris ou restes épithéiaux de Malassez



DEM: Débris épithéiaux de Malassez
Od.: odontoblastes
LDA: Ligament dento-alvéolaire en formation

Certaines cellules de la GEH, en position la plus coronaire, vont se dissocier et vont dériver dans le follicule dentaire, au sein du ligament dento-alvéolaire en formation. Elles donnent alors naissance aux débris ou restes épithéiaux de Malassez. Les autres cellules de la gaine vont mourir par apoptose ou mort cellulaire programmée ou vont être incorporées progressivement dans le cément en formation.

Ces débris épithéiaux pourront participer à la formation des kystes radiculo-dentaires,

Rôle de la gaine épithéliale de Hertwig dans la dentinogenèse radiculaire

**Transmettre les informations nécessaires à la
cytodifférenciation des odontoblastes radiculaires (Owens,
1980; Selvig, 1963; Thomas, 1995)**

Processus analogue à celui qui s'opère au niveau coronaire

cependant

Pas d'induction en retour sur l'épithélium interne de la GEH
comme sur les cellules de l'épithélium adamantin interne

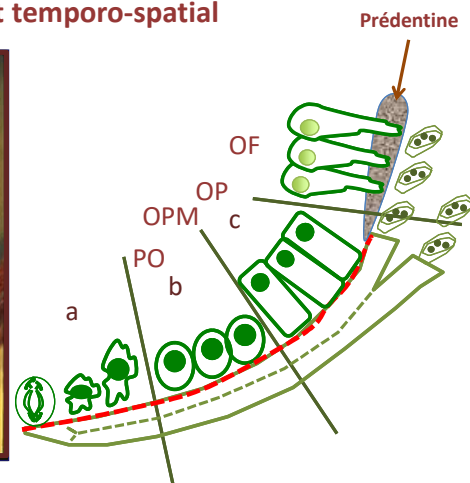
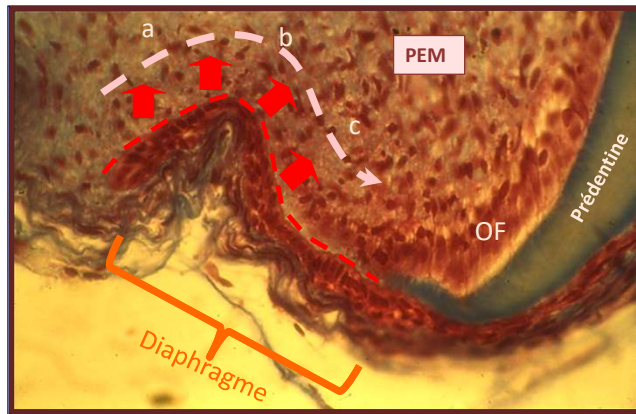


Pas d'email

L'un des rôles de la GEH est de transmettre les informations nécessaires à la cytodifférenciation des odontoblastes radiculaires conduisant à la dentinogenèse radiculaire. Ainsi, cette dentinogenèse radiculaire s'effectue selon un processus analogue à celui qui s'opère au niveau coronaire à cette différence près, que l'induction en retour qui se produit sur l'épithélium adamantin interne au niveau coronaire, n'a pas lieu sur l'épithélium interne de la GEH. En conséquence, l'email ne se dépose pas.

Processus de différenciation cellulaire : Préodontoblastes - Odontoblastes

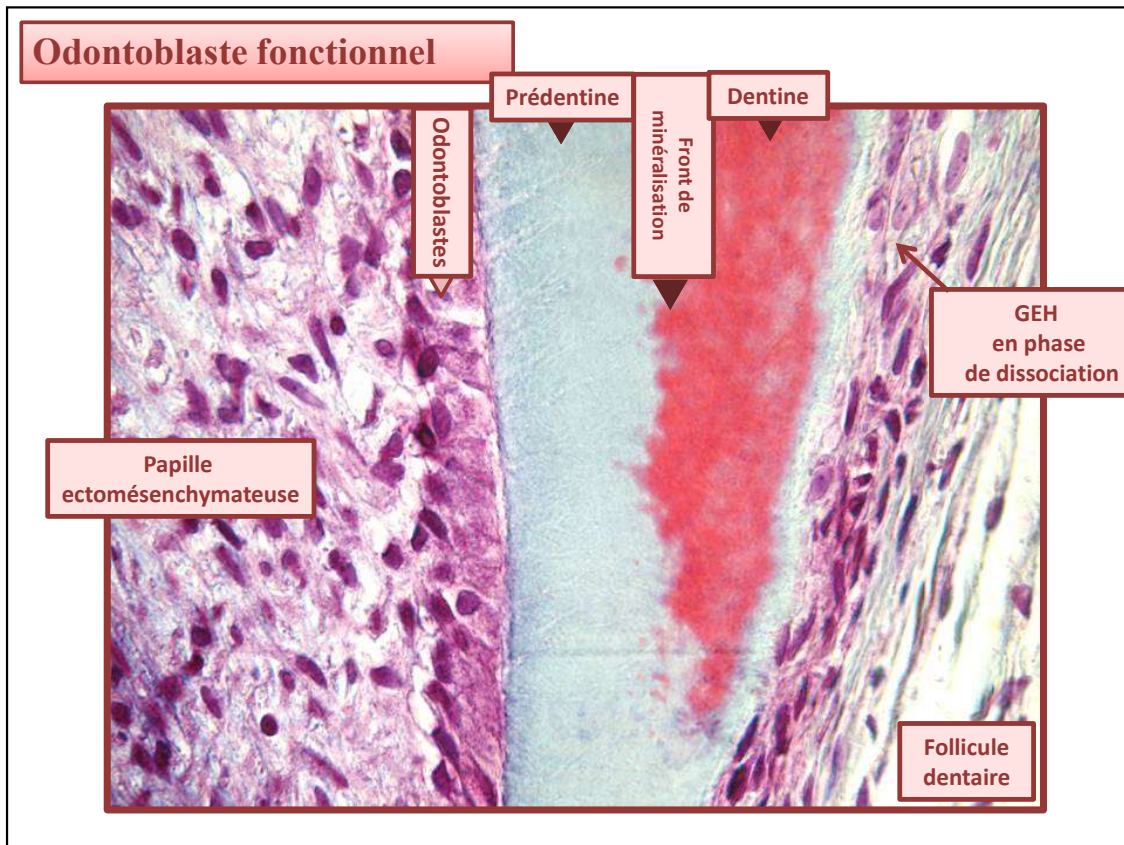
Différenciation cellulaire selon un gradient temporo-spatial



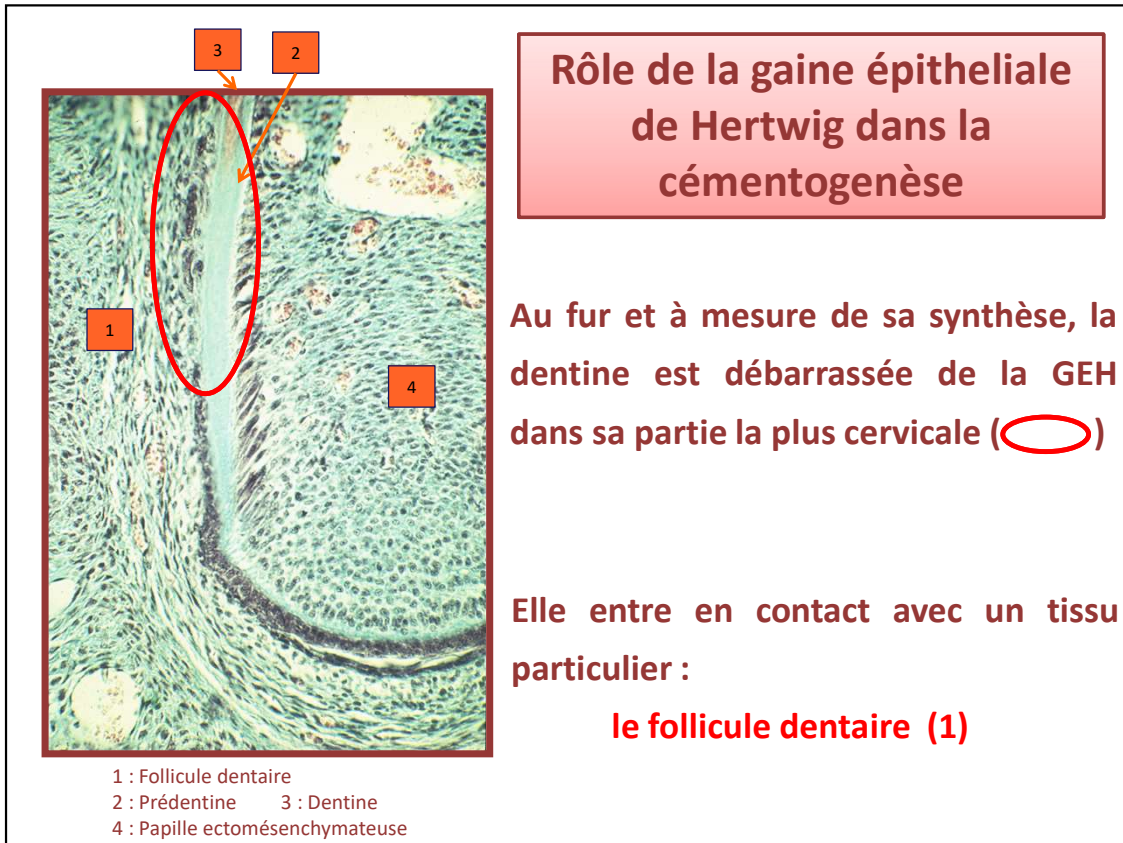
- a : cellules indifférenciées de la papille ectomésenchymateuse (PEM)
- b : premiers signes de différenciation odontoblastique
- c : odontoblastes polarisés

- PO : préodontoblaste
- OPM : odontoblaste post-mitotique
- OP : odontoblaste polarisé
- OF : odontoblaste fonctionnel
- MBI : - - - - -

Au niveau d'une dent en cours d'édification radiculaire, la couche interne de la GEH, au niveau du diaphragme épithélial, est en contact direct avec des cellules indifférenciées situées en périphérie de la papille ectomésenchymateuse radiculaire. Elle en est séparée par la membrane basale interne. Les cellules de cette couche interne joueraient un rôle inducteur sur les cellules de la papille ectomésenchymateuse radiculaire analogue à celui de l'épithélium adamantin interne de l'organe de l'émail sur la différenciation des odontoblastes coronaires. Aussi, le long du diaphragme épithélial, dans une direction cervicale, s'opère une différenciation de ces cellules indifférenciées de la papille selon un gradient temporo-spatial. A savoir, les cellules dans la portion la plus apicale sont les moins différenciées, celles de la partie la plus cervicale, les plus différenciées. Les cellules pulpaires, face au tiers le plus apical du diaphragme, sont disposées irrégulièrement, à distance de la membrane basale interne et leur morphologie est similaire à celle d'une cellule indifférenciée, soit de forme arrondie. Au niveau du tiers moyen du diaphragme, les cellules s'allongent et s'alignent contre la membrane basale interne. Elles montrent les premiers signes d'une différenciation odontoblastique et terminent leur cycle de division cellulaire. Face au tiers le plus coronaire du diaphragme, les odontoblastes se polarisent et s'ordonnent le long de la membrane basale avant de devenir des odontoblastes fonctionnels sécrétant la prédentine.



Les odontoblastes fonctionnels post-mitotiques entrent dans la phase de synthèse d'un dépôt de matrice prédentinaire qui, après avoir subi des modifications biochimiques rapides, se minéralise en dentine. La dentinogenèse radiculaire s'effectue selon un processus analogue à celui qui s'opère au niveau coronaire à cette différence près, que l'induction en retour qui permet la formation de l'émail au niveau coronaire, n'a pas lieu au niveau de l'épithélium interne de la GEH et l'émail ne se dépose pas.



Quel est maintenant le rôle de la GEH dans la cémentogenèse?? Sur son parcours et au fur et à mesure de sa synthèse, la dentine radulaire se voit débarrassée de la gaine épithéliale de Hertwig proprement dite qui se dissocie au niveau de sa partie la plus cervicale. La dentine radulaire entre alors en contact avec un tissu particulier: le follicule dentaire.

Follicule dentaire

Tissu conjonctif lâche

3 couches:

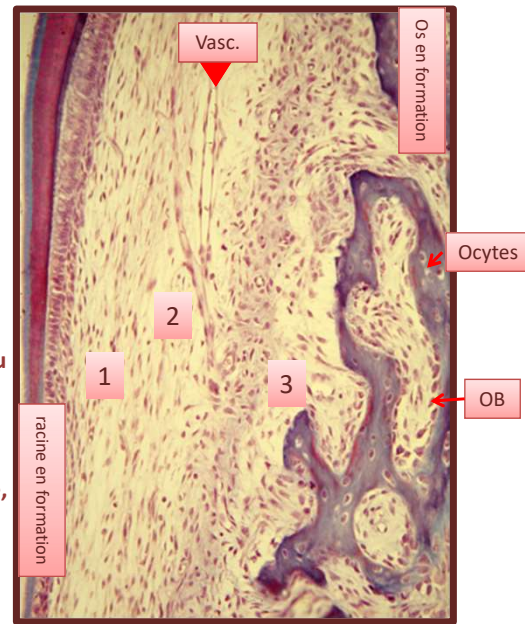
(1) Follicule dentaire proprement dit ou

Couche interne ou « Investing layer » : couches de cellules fibroblastiques, fin feutrage de fibrilles collagéniques

(2) Couche intermédiaire : plus épaisse, Tissu conjonctif lâche, moins cellulaire, vascularisé

(3) Couche externe : mince, essentiellement cellulaire, vascularisée en contact direct avec la crypte osseuse

2 et 3 : Couches périfolliculaires



Follicule dentaire

OB: Ostéoblastes
Ocytes: Ostéocytes
Vasc.: Vascularisation

Le follicule dentaire constitue une enveloppe conjonctive lâche mise en place dès le stade de la cupule, formée de condensations cellulaires de même origine embryologique que la papille ectomésenchymateuse. Dès les premiers stades d'édification de la racine, le follicule dentaire englobe complètement le germe dentaire. Trois couches distinctes sont observables au niveau de ce follicule dentaire: - une couche interne ou follicule dentaire proprement dit ou « investing layer » est directement appliquée contre l'ébauche dentaire. L'activité mitotique y est importante. - Une couche intermédiaire qui est plus épaisse et est constituée d'un tissu conjonctif lâche contenant peu d'éléments cellulaires et qui est très vascularisée. - Une couche externe mince essentiellement cellulaire et largement vascularisée en contact direct avec la crypte osseuse ou de l'os alvéolaire en formation. Les couches 2 et 3 vont constituer les couches périfolliculaires c'est-à-dire à la périphérie du follicule dentaire

PROCESSUS DE DIFFERENCIATION CELLULAIRE : Précémentoblastes - Cémentoblastes

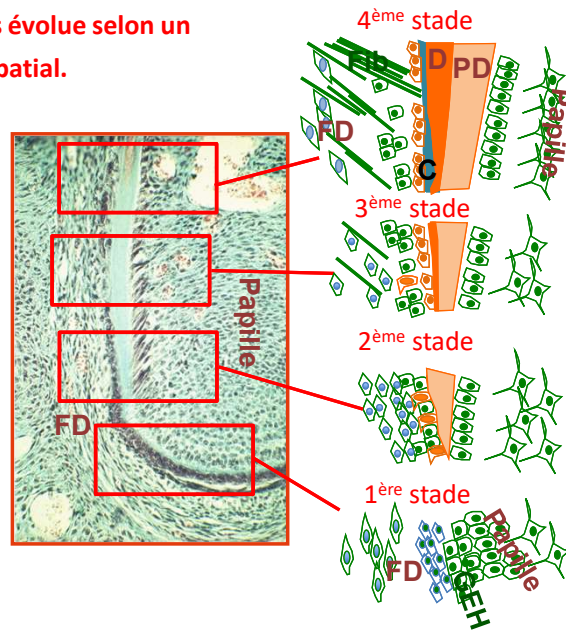
**La différenciation des cémentoblastes à partir de
cellules cémento-progénitrices évolue selon un
gradient temporo-spatial.**

1^{er} stade : les cellules conjonctives du follicule dentaire sont allongées // à la MBE de la GEH.

2^{ème} stade : Dès qu'apparaît une fine couche de dentine, la couche externe de la GEH se dissocie après disparition de la MBE. Des précémentoblastes se forment avec leurs prolongements cellulaires perpendiculairement à la surface dentinaire (👁️).

3^{ème} stade : Discontinuité de la MBI. Les précémentoblastes entrent en contact avec la dentine et se différencient en cémentoblastes (👁️).

4^{ème} stade : Synthèse de la matrice cémentaire par les cémentoblastes et insertion des 1^{ères} fibres extrinsèques.



Fib. : Fibres extrinsèques; **PD**: Prédentine; **D**: Dentine; **FD**: Follicule dentaire; **GEH**: Gaine épithéliale de Hertwig; **C** : Cément

La différenciation des cémentoblastes à partir de cellules cémento-progénitrices évolue selon un gradient temporo-spatial lié étroitement à la formation de la dentine. La théorie classique sur l'origine des cémentoblastes développée depuis 50 ans et largement acceptée veut que le cément soit un tissu dérivé du follicule dentaire.

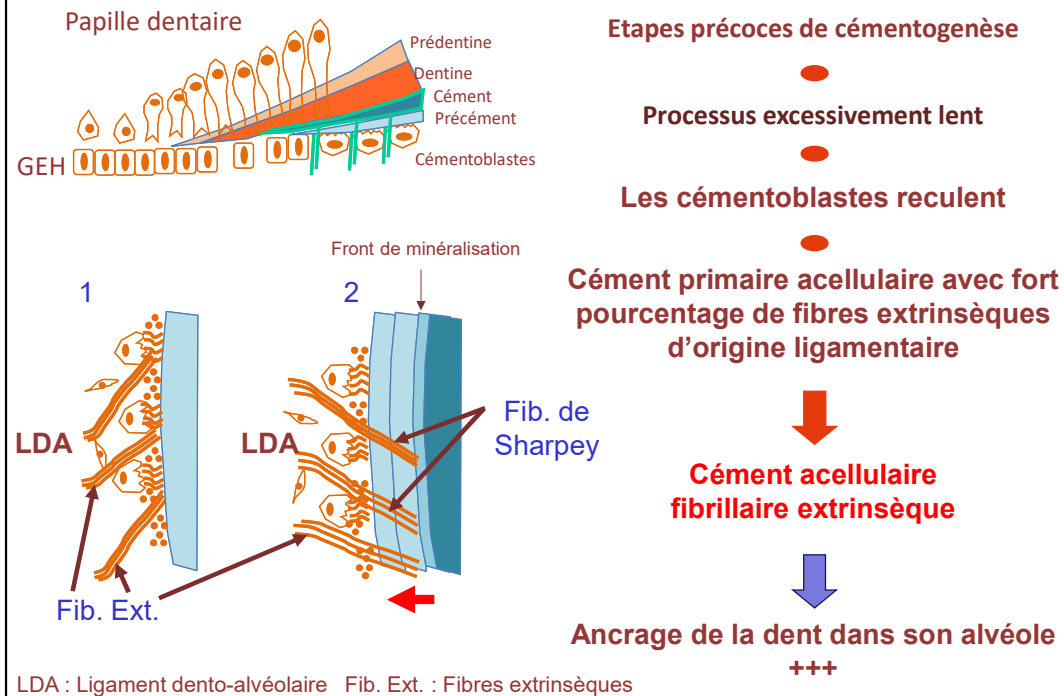
Ainsi, les cellules conjonctives du follicule dentaire les plus proches de la GEH sont des cellules allongées, parallèles à la membrane basale externe.

Dès qu'apparaît une fine couche de dentine minéralisée, la couche externe de la GEH, au niveau cervical, commencent à se dissocier. Ce phénomène est consécutif à une rupture localisée de la membrane basale externe de la GEH et une pénétration des prolongements des cellules du follicule dans les espaces cellulaires épithéliaux. Ces cellules sont considérées comme des précémentoblastes. Au fur et à mesure de la dentinogénèse radiculaire et de la fragmentation de la gaine épithéliale, une augmentation du nombre des fibrilles entre les fibroblastes du follicule dentaire est observée.

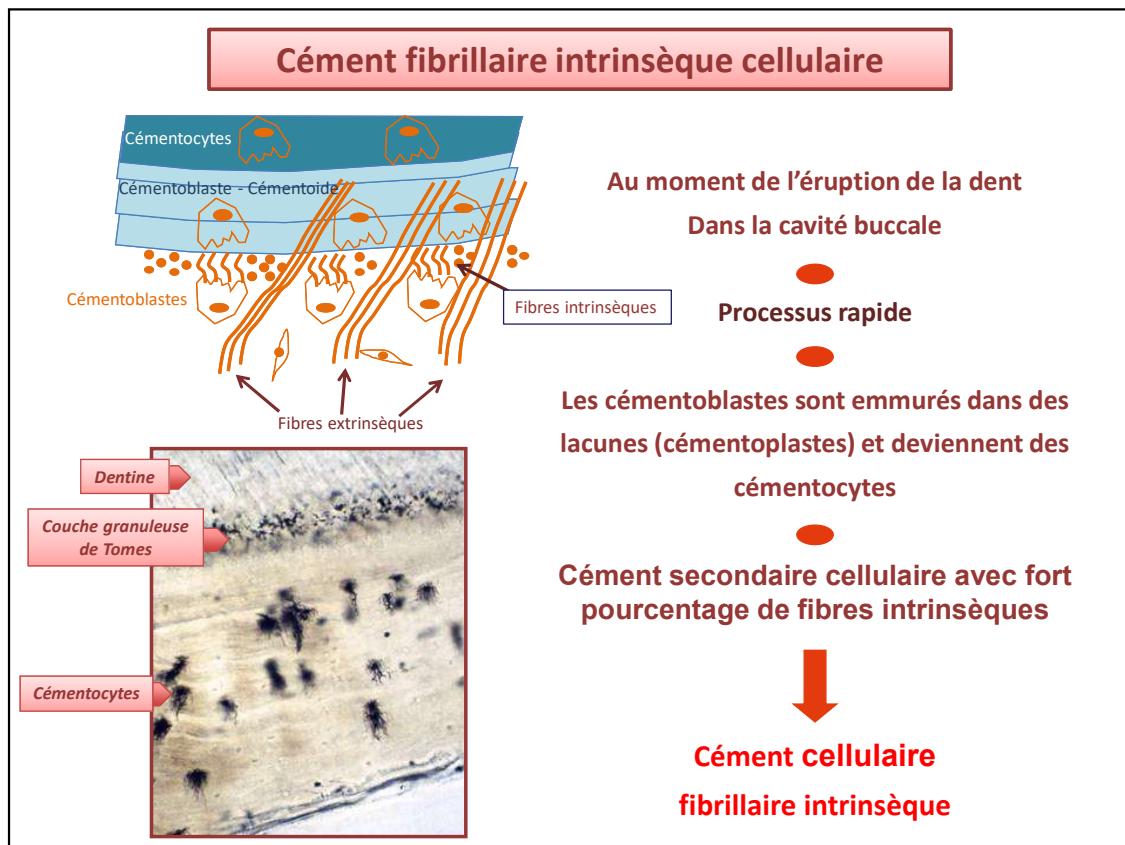
Les expansions cellulaires des précémentoblastes s'insinuent entre les cellules épithéliales internes de la GEH et provoquent ensuite la discontinuité de la membrane basale interne ce qui permet un contact direct des cellules mésenchymateuses sur la dentine radiculaire néoformée.

Cette dentine exerce alors un pouvoir inducteur sur les précémentoblastes qui, à son contact, augmentent de taille, se polarisent et se différencient en cémentoblastes producteurs du cément avec insertion des premiers fibres extrinsèques..

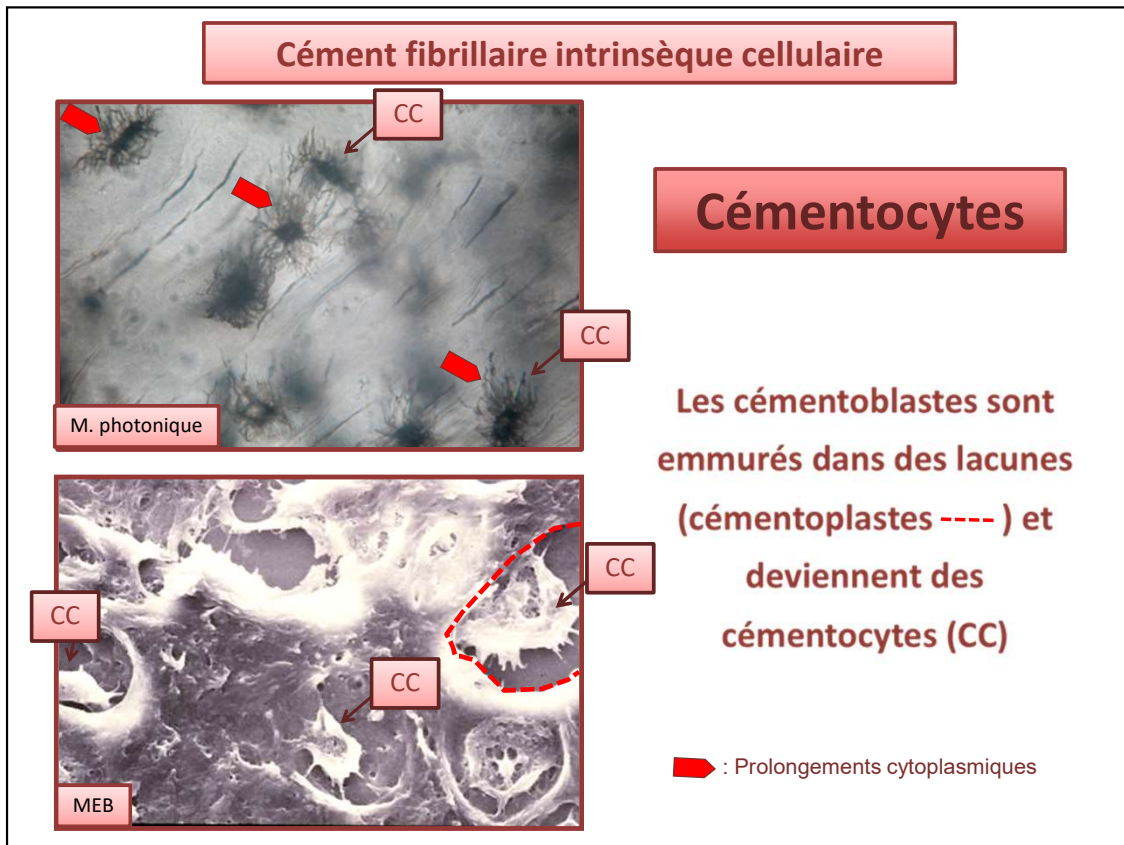
Formation du cément acellulaire



Au cours des premières étapes de la cémentogenèse, processus excessivement lent, les cémentoblastes ont le temps de reculer du front de minéralisation. Les premières couches de cément, appelées cément primaire, sont donc constituées généralement de cément acellulaire. Le fort pourcentage de fibres d'origine ligamentaire ou fibres extrinsèques, au sein de la matrice de ce cément, l'a fait assimiler à une minéralisation progressive du ligament dento-alvéolaire et l'a fait qualifier de cément acellulaire fibrillaire extrinsèque. Après la formation d'une mince couche de cément, ces faisceaux de fibrilles ligamentaires dont l'orientation devient oblique par rapport à la surface radiculaire, sont progressivement inclus dans la matrice cémentaire sous forme de fibres de Sharpey. Les sites d'insertion de ces fibres ligamentaires sont minéralisés. Ces fibres extrinsèques de la matrice cémentaire sont en continuité avec les fibres ligamentaires. Aussi, le rôle de ce cément acellulaire dans l'ancrage de la dent à l'alvéole osseuse qui la contient, est capital.

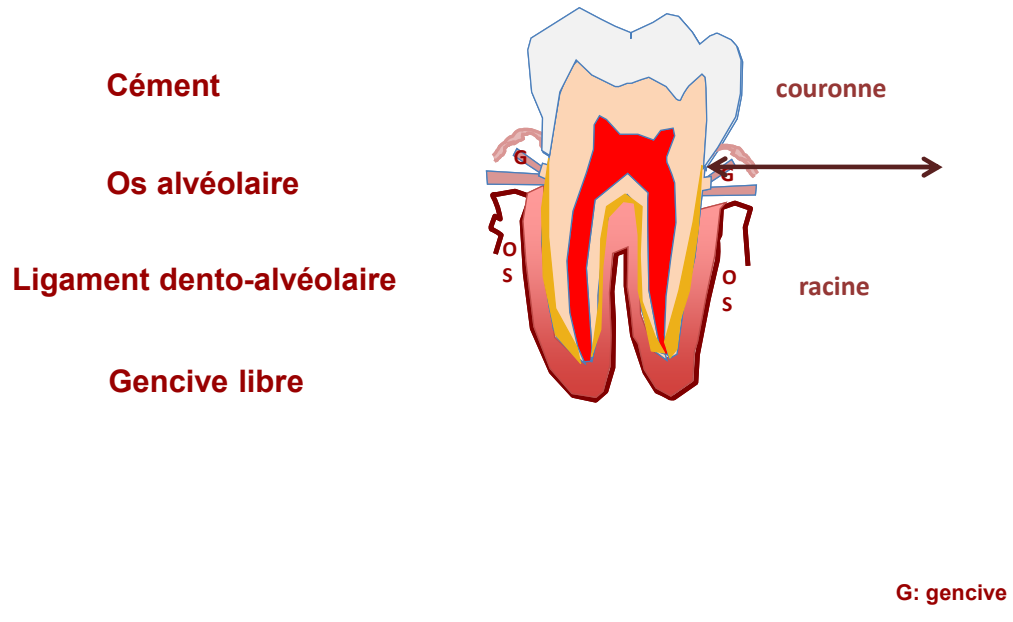


Au moment de l'éruption de la dent dans la cavité buccale, les couches successives de ciment déposées constituent le ciment dit secondaire, post-éruptif visible dès la moitié apicale de la racine. Cette cimentogenèse constitue un processus beaucoup plus rapide et entraîne la formation du ciment cellulaire. Cette rapidité de formation pourrait expliquer l'inclusion intra-cémentaire des cellules cimentoblastiques mais également des cellules dérivées de la GEH. Les prolongements cytoplasmiques des cimentoblastes sont incorporés dans le tissu cémentoïde puis inclus par minéralisation de celui-ci. Le pourcentage de fibres extrinsèques incluses dans ce ciment cellulaire sera moins important que dans le ciment acellulaire. Entre ces faisceaux fibrillaires, s'interposent des fibrilles intrinsèques produites par les cimentoblastes en quantité plus importante, d'où le nom de ce ciment cellulaire fibrillaire intrinsèque.



En haut à gauche de la diapositive, vous pouvez observer un cément cellulaire fibrillaire intrinsèque. Un certain nombre de cellules que l'on va appeler les cémentocytes, sont visibles au sein de la matrice cémentaire et présentent une forme d'araignée émettant de nombreux prolongements cytoplasmiques dirigés vers le ligament dento-alvéolaire en formation. Sur la figure, en bas de la diapositive, obtenue après une observation en microscopie électronique à balayage, vous pouvez également observer des cémentocytes qui sont contenus dans des lacunes que l'on appelle les cémentoplastes.

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse



Nous allons maintenant dans ce chapitre, aborder la mise en place des tissus du parodonte ou tissus parodontaux. Elle s'effectue parallèlement à l'édification radiculaire à partir du moment où les dimensions définitives de la couronne sont acquises et que les couches d'émail et de dentine coronaire ont atteint une épaisseur suffisamment importante.

Les tissus parodontaux sont constitués de quatre éléments, le cément recouvrant la racine dentaire et dont la formation a été développée précédemment, l'os alvéolaire qui contient la racine dentaire, le ligament dento-alvéolaire qui permet le maintien de la dent dans son alvéole osseuse tendu entre l'os et le cément. Enfin, la gencive libre située au niveau de la jonction amélo-cémentaire, limite qui sépare l'émail coronaire du cément radiculaire.

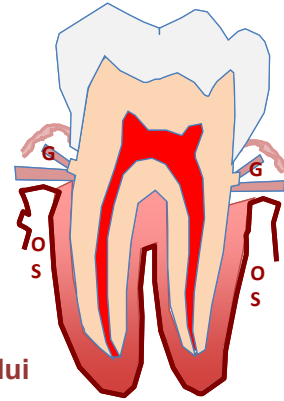
II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

II.1 Mise en place du ligament dento-alvéolaire

Ligament dento-alvéolaire = desmodonte = ligament parodontal proprement dit

●
Tissu vascularisé, innervé et non minéralisé

●
Participe au système d'attache de la dent au procès alvéolaire qui correspond au support osseux des dents temporaires puis celui des dents permanentes.



G: gencive

Le ligament dento-alvéolaire ou desmodonte ou ligament parodontal proprement dit est donc un des éléments constitutifs du parodonte. C'est un tissu conjonctif vascularisé, innervé et non minéralisé participant au système d'attache de la dent humaine au procès alvéolaire qui correspond au support osseux des dents temporaires puis celui des dents permanentes.

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

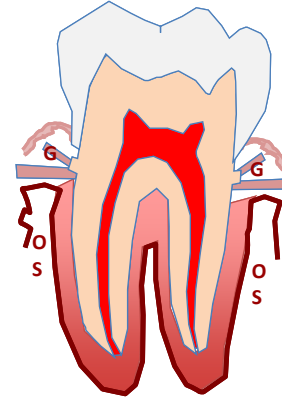
II.1 Mise en place du ligament dento-alvéolaire

Origine embryologique : le follicule dentaire

Processus de formation parallèle
à celui de la cémentation

Cellule clef :

Fibroblastes qui assurent la synthèse et le remodelage des structures
fibrillaires collagéniques du ligament.



G: gencive

Le ligament dento-alvéolaire comme l'os alvéolaire et le cément a une origine embryologique commune : le follicule dentaire. Son développement commence avec la formation de la racine, avant l'éruption dentaire. En effet, dès le début de la formation radiculaire, des modifications apparaissent au sein du follicule dentaire: comme nous l'avons décrit précédemment lors de la cémentation, certaines cellules mésenchymateuses du follicule dentaire, après la fragmentation de la gaine épithéliale de Hertwig, viennent s'interposer entre ces fragments épithéliaux ; elles se polarisent et se différencient en cémentoblastes au contact de la dentine radiculaire pour former le cément. Les cellules au contact de la paroi osseuse, se différencient, elles, en ostéoblastes pour former l'os alvéolaire ou en ostéoclastes pour le résorber. Enfin, d'autres cellules du follicule dentaire acquièrent les caractéristiques de fibroblastes associées à une fonction sécrétoire développée, afin de donner naissance à la matrice extracellulaire du ligament dento-alvéolaire et plus particulièrement aux fibres collagéniques de ce ligament.

C'est à ce niveau qu'a lieu le turn-over de collagène le plus important de l'organisme,

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

II.1 Mise en place du ligament dento-alvéolaire

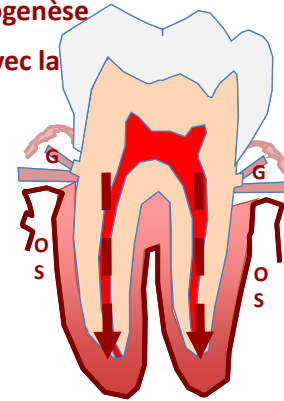
Développement et organisation des faisceaux fibrillaires

Développement fibrillaire associé à la cémentogenèse et à l'ostéogenèse de la paroi alvéolaire (surface osseuse alvéolaire en rapport avec la racine dentaire)

●
Collagène de type I essentiellement

●
Maturation = donne les fibres de Sharpey

●
Développement débute au niveau de la région cervicale de la racine et progresse en direction cervico-apicale au cours de l'éruption dentaire, parallèlement à l'édification radiculaire.



G: gencive

Le développement fibrillaire est associé à la cémentogenèse et à l'ostéogenèse de la paroi alvéolaire qui constitue la surface osseuse alvéolaire en rapport avec la racine dentaire. Les fibres de collagène de type I sont les fibres les plus importantes en taille et en quantité du ligament dento-alvéolaire.

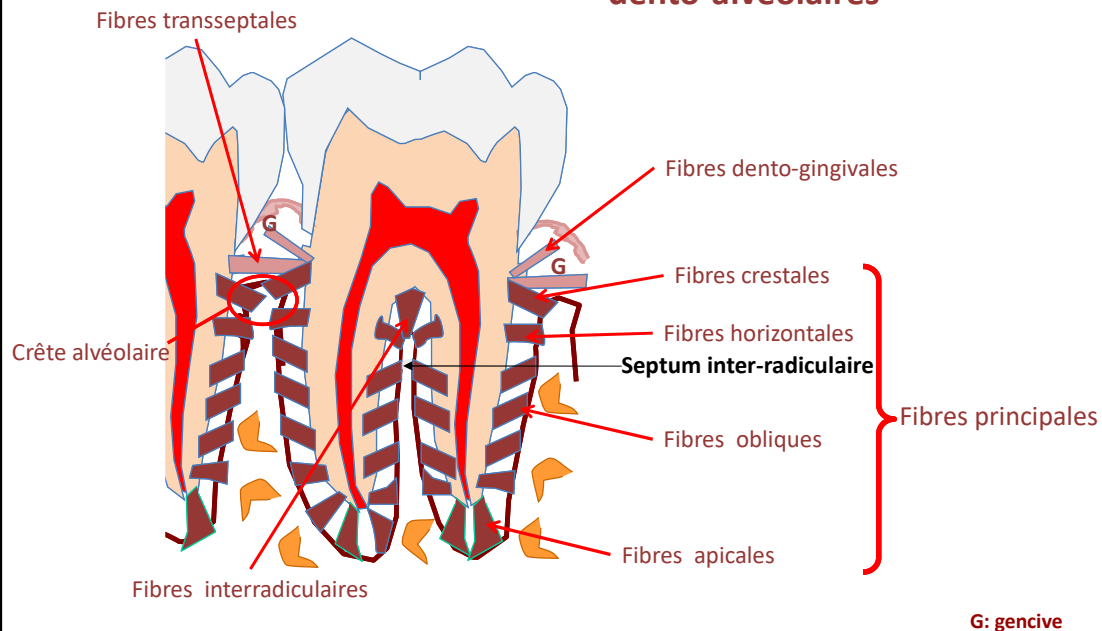
Au cours de leur maturation, les structures collagéniques du ligament dento-alvéolaire sont progressivement incluses dans le cément et la paroi alvéolaire et sont appelées fibres de Sharpey.

L'apparition des fibres débute au niveau de la région cervicale de la racine et progresse en direction apicale parallèlement à l'édification radiculaire. Les paquets de fibres du futur ligament dento-alvéolaire (LDA) prennent leur origine sur la surface de la dentine radiculaire nouvellement formée, en étroite relation avec les fibroblastes allongés et hautement polarisés au niveau de cette surface dentinaire. Ces fibres naissantes sont regroupées sous l'action des cémentoblastes, au cours du développement initial du cément acellulaire fibrillaire extrinsèque. Un tel processus est également observé du côté osseux lié à la présence de fibroblastes ligamentaires au niveau de la paroi osseuse en formation, recouverte d'ostéoblastes.

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

II.1 Mise en place du ligament dento-alvéolaire

Différents groupes de fibres dento-alvéolaires



Vous pouvez observer ici, l'organisation et la répartition des faisceaux de fibres collagéniques du LDA qui vont apparaître progressivement au fur et à mesure de l'édification radiculaire et de l'ostéogénèse suivant alors une direction coronoradiculaire. Les fibres porteront un nom qui sera fonction de leur localisation et orientation anatomiques, les fibres transeptales et fibres dento-gingivales localisées dans la gencive par exemple et les fibres principales localisées dans l'espace ligamentaire ou dento-alvéolaire, qui sont subdivisées en fibres crestales, horizontales, obliques, apicales et interradiculaires en fonction du site observé.

Tout particulièrement, les fibres dites inter-radicaire s'étirent entre le septum interradiculaire de l'os (sommet osseux situé entre deux alvéoles osseuses contenant les racines d'une même dent) et la furcation radiculaire dentaire.

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

II.2 Mise en place de l'os alvéolaire

Maxillaire et mandibule divisés en 2 compartiments:

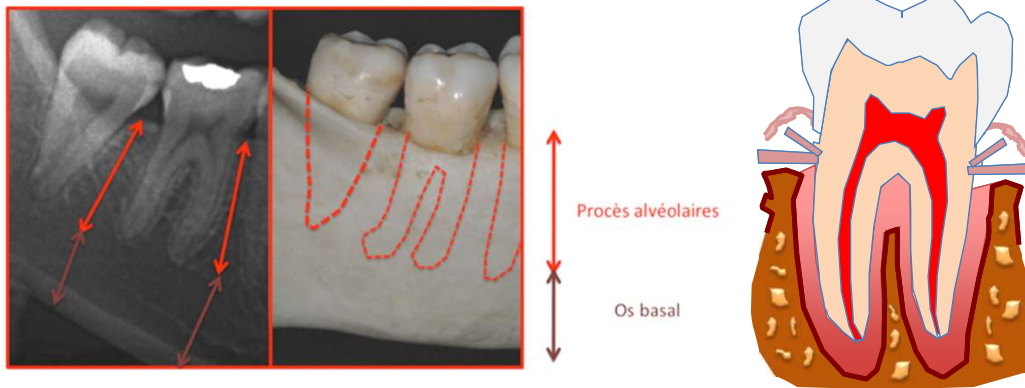
Procès alvéolaire + Corps basal



Procès alvéolaire = support des dents temporaires puis celui des dents permanentes



Les dents se développent dans leur propre alvéole

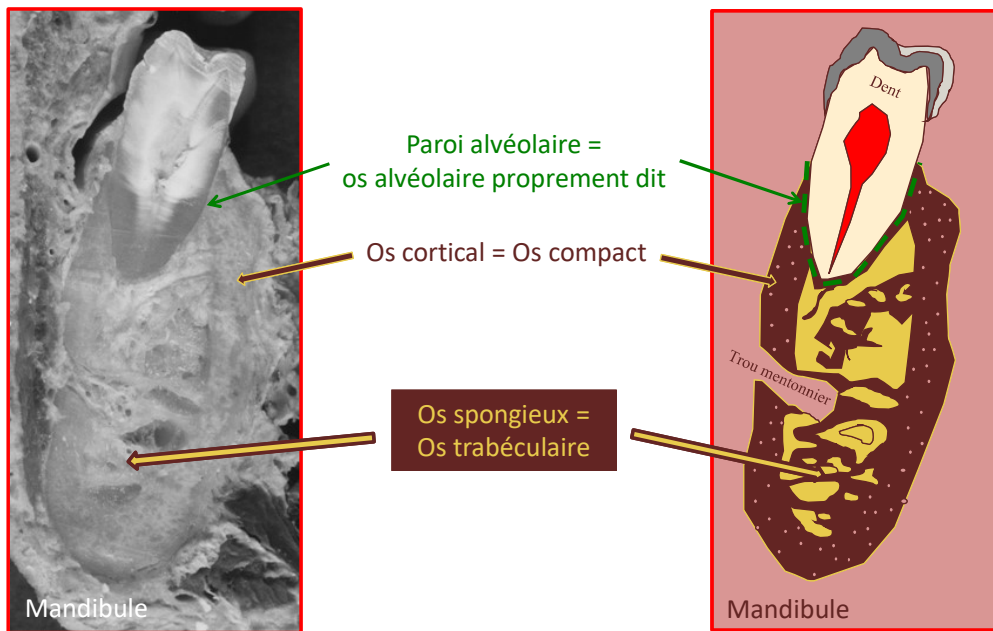


Parallèlement à la formation du ligament dento-alvéolaire se développe l'os alvéolaire sur lequel nous allons maintenant nous attarder.

Le maxillaire et la mandibule peuvent être divisés en deux compartiments: i/le procès alvéolaire qui contient les racines dentaires et ii/ le corps basal qui supporte les procès alvéolaires. Le procès alvéolaire constitue le support des dents temporaires, puis celui des dents permanentes. En effet, après la chute des dents temporaires, les dents suivantes se développent dans leur propre alvéole.

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

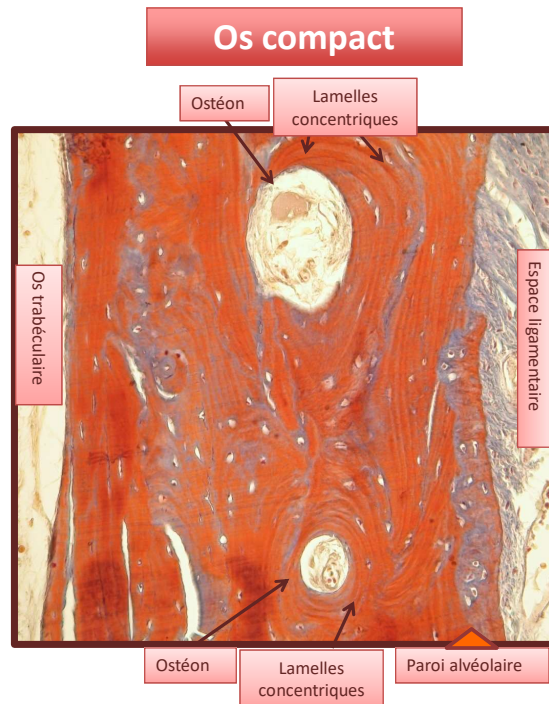
II.2 Mise en place de l'os alvéolaire



Le procès alvéolaire est constitué d'un os cortical, d'os spongieux et d'un os alvéolaire proprement dit, fin, qui forme la paroi alvéolaire osseuse en rapport avec la racine dentaire qui lui fait face. Sur cette diapositive, à gauche, une coupe transversale d'une mandibule, localisée au niveau d'une molaire mandibulaire et à droite, sa représentation schématique. Ces différentes structures osseuses, paroi alvéolaire, os cortical et os spongieux y sont localisées.

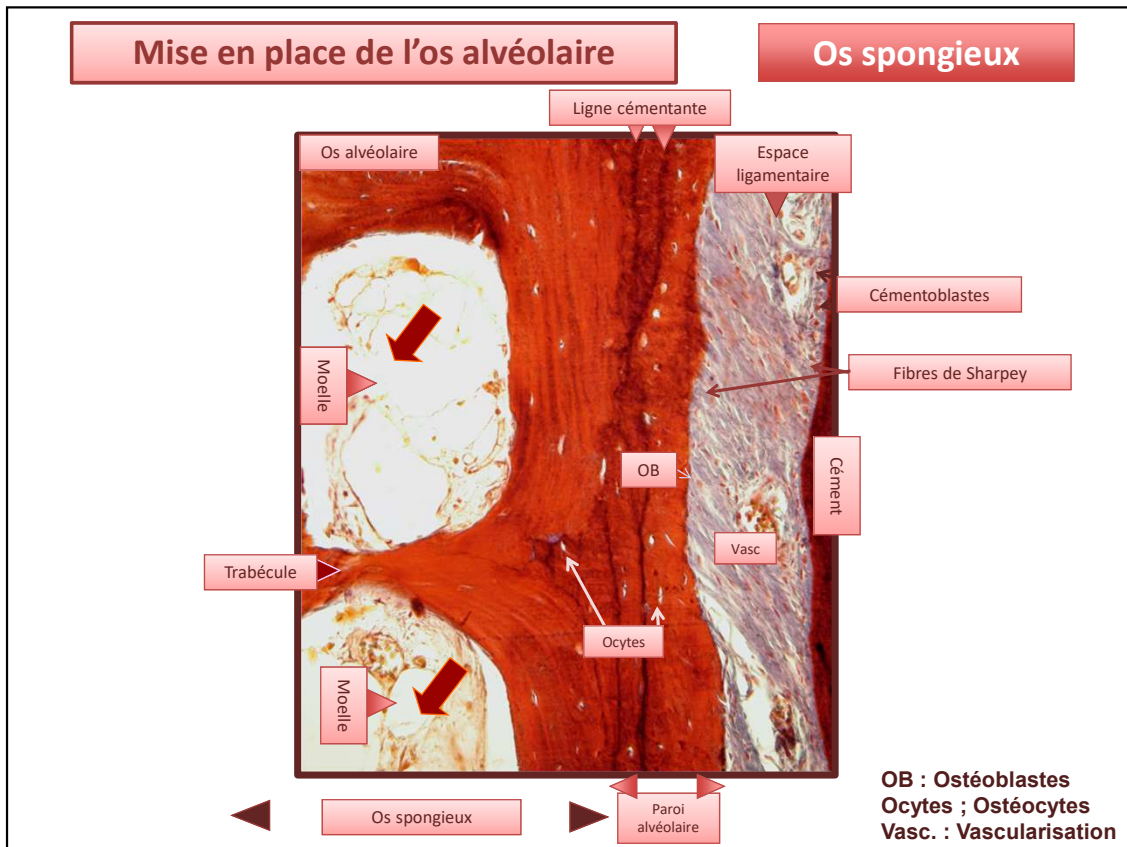
II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

II.2 Mise en place de l'os alvéolaire

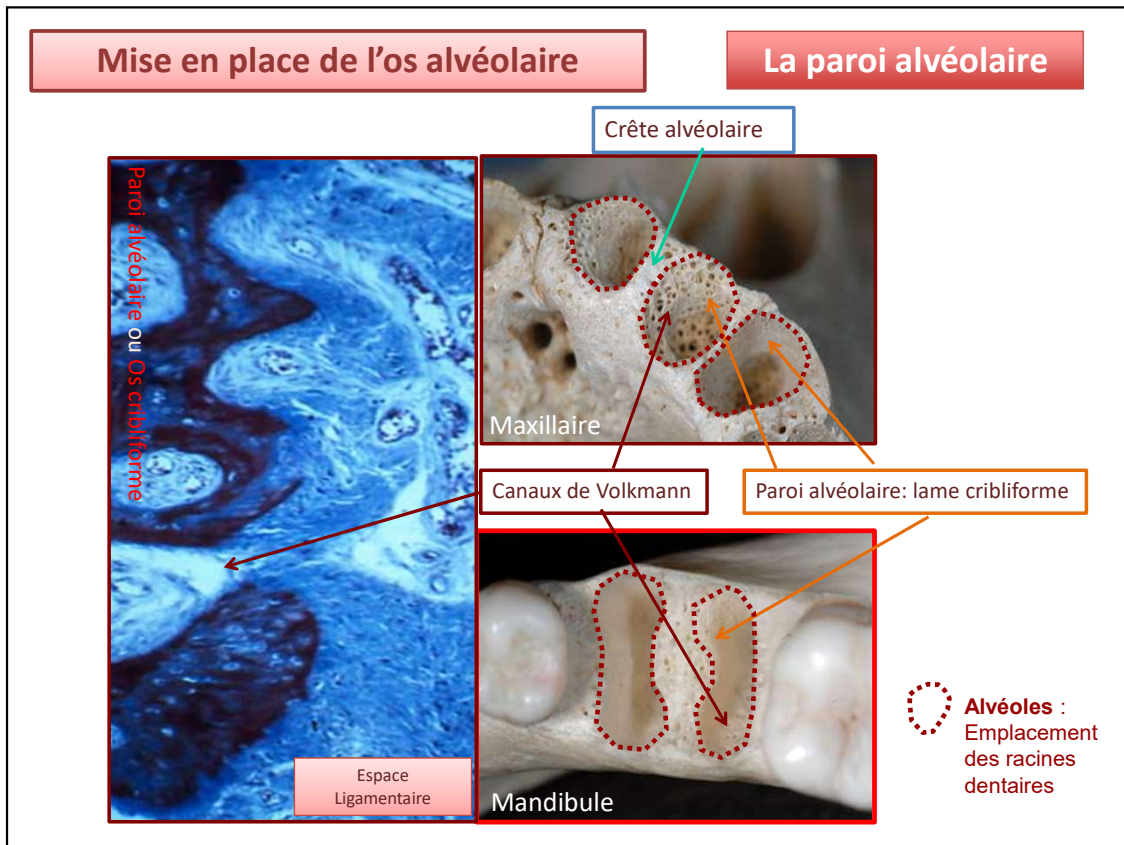


Coupe histologique au Trichrome de Masson

Le tissu osseux compact ou cortical est constitué principalement d'ostéons ou systèmes de Havers représentés par un ensemble de canaux haversiens contenant des vaisseaux sanguins, des filets nerveux mais également des cellules ostéoprogénitrices ; ces canaux vasculo-nerveux sont bordés par 4 à une vingtaine de lamelles osseuses concentriques.



Le tissu osseux spongieux, lorsqu'il est présent, est situé entre l'os cortical et l'os alvéolaire proprement dit. Il est constitué d'un réseau tridimensionnel de trabécules osseuses ramifiées et anastomosées délimitant des espaces intercommunicants. Ces espaces intertrabéculaires sont occupés par de la moelle jaune, riche en adipocytes, mais aussi de la moelle rouge ou hématopoïétique.



La paroi alvéolaire est perforée de nombreuses ouvertures ou canaux de Volkmann à travers lesquels circulent les vaisseaux sanguins, les vaisseaux lymphatiques et fibres nerveuses, reliant ainsi les espaces de la moelle d'os spongieux au ligament dento-alvéolaire. Elle est encore appelée lame cribliforme. L'os alvéolaire proprement dit et la corticale se rejoignent coronairement au niveau de la crête de l'os alvéolaire.

II- Mise en place des tissus parodontaux: la parodontogénèse

II.2 Mise en place de l'os alvéolaire

Ostéogénèse basale = 7^{ème} semaine de la vie intra-utérine

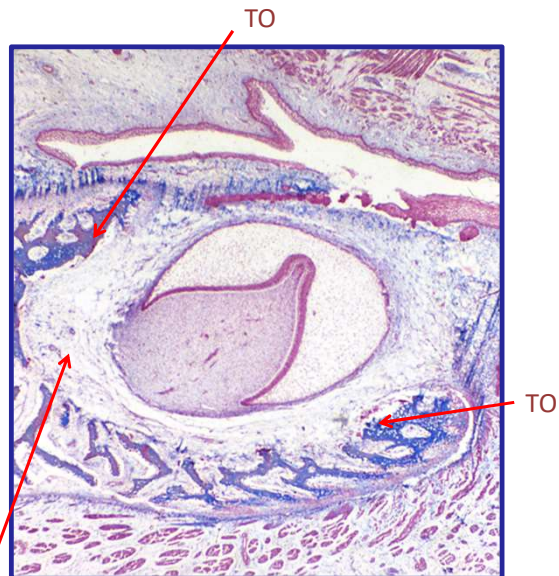


Le développement de l'os alvéolaire s'effectue en continuité avec l'os basal et débute avec la formation radiculaire.



Follicule dentaire

Septa osseux se forment dès le stade d'organe en cloche



Germe dentaire au stade d'organe en cloche.
Crypte osseuse constituée de travées de tissu osseux spongieux embryonnaire (TO).
Le follicule dentaire sépare le germe dentaire des travées de tissu osseux

L'ostéogénèse de l'os basal débute dès la 7^{ème} semaine de la vie intra-utérine. Le développement de l'os alvéolaire s'effectue en continuité avec l'os basal, lorsque s'achève l'édification coronaire et que débute la formation radiculaire ou rhizogénèse. Au stade tardif d'organe en cloche, les septa osseux commencent à se former et séparent les germes dentaires les uns des autres, les gardant individuellement séparés dans leur propre crypte ou compartiment osseux.

CONCLUSION sur la rhyzagénèse et la parodontogénèse

La gaine épithéliale de Hertwig constitue l'élément central à l'édification radiculaire:
dentinogénèse radiculaire et cémentogénèse



Le follicule dentaire constitue l'élément central à la mise en place des tissus parodontaux:
cément, ligament dento-alvéolaire et os alvéolaire



La mise en place des tissus radiculaires et parodontaux est régulée par des interactions cellules –cellules et cellules –matrice extracellulaire importantes auxquelles peuvent y être associés la membrane basale et un grand nombre de facteurs de régulation.

En conclusion, la gaine épithéliale de Hertwig constitue l'élément central à l'édification radiculaire: dentinogénèse radiculaire et cémentogénèse. Le follicule dentaire constitue l'élément central à la mise en place des tissus parodontaux: cément, LDA, os alvéolaire. La mise en place des tissus radiculaires et parodontaux est régulée par des interactions cellules –cellules et cellules –matrice extracellulaire importantes auxquelles peuvent y être associés la membrane basale et un grand nombre de facteurs de régulation dont les rôles ne sont pas complètement définis.