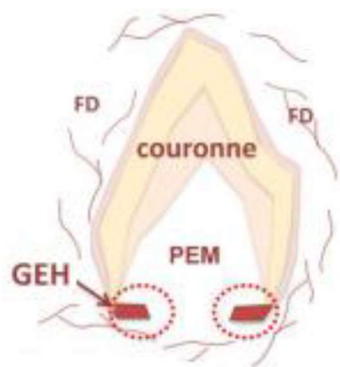


EDIFICATION RADICULAIRE ET MISE EN PLACE DES TISSUS PARODONTAUX

La **radiculogenèse** ou **rhizagenèse** est la formation des **racines** (=organe pulpo-dentinaire radiculaire + cément (*fine couche minéralisée qui recouvre la racine*)).

Le **développement des racines** ne débute que quand les dimensions **définitives de la couronne** sont acquises et que les couches d'**émail** et de **dentine** ont atteint une **épaisseur suffisante** = à la fin de l'amélogenèse.

La formation des racines (taille, forme, nombre...) est liée à la **gaine épithéliale de Hertwig (GEH)** (superposition EDE EDI).

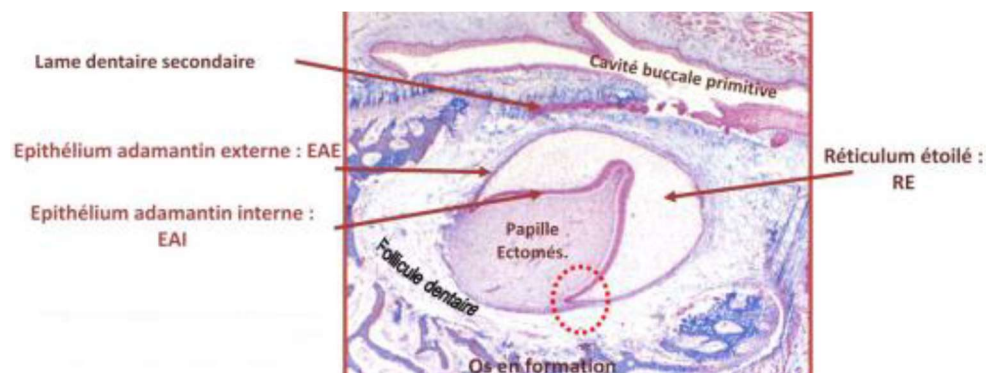


Le développement radiculaire se trouve sous la dépendance d'interactions cellule/matrice impliquant les composants de :

la **GEH**, la **papille ectomésenchymateuse**, la **membrane basale** entourant la GEH, le **follicule dentaire** (= sac folliculaire).

Parallèlement à ce phénomène, s'ébauche le **ligament dento-alvéolaire = desmodonte** associé à l'édification de l'**os alvéolaire**.

1) Origine et structure de la GEH



Au stade de **cloche**, les **épithélia adamantins (dentaires) interne et externe (EAI + EAE = EDI + EDE)** se rejoignent au niveau du **futur collet de la dent** (*dues à des interactions cellulaires entre la matrice extra-cellulaire et la membrane basale*) et forment la **zone de réflexion** (= **boucle cervicale**) à l'origine de la **GEH**.

Dès la **fin de l'amélogenèse**, l'activité mitotique s'intensifie au niveau de la **zone de réflexion**, les **EDI+EDE** accolés **s'allongent** vers l'**axe central** du germe conduisant à la formation d'un **manchon épithélial bi-stratifié** qui s'étire en direction **apicale** : c'est la **GEH**.

La **GEH** s'interpose entre **2 zones d'ectomésenchyme** :

- 1) La **papille ectomésenchymateuse** ou **papille dentaire** (future **pulpe radiculaire**)
- 2) La **couche interne du follicule dentaire**

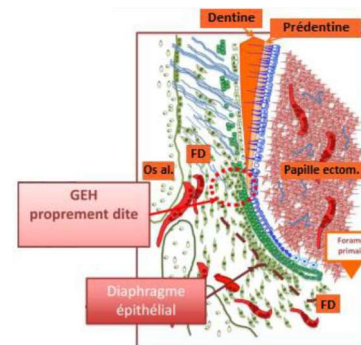
Ce dernier **encapsule le germe dentaire** dès le stade de **cupule**.

La **GEH**, lors de sa progression apicale, encercle **partiellement la papille dentaire**. Elle laisse à son extrémité apicale le **diaphragme épithélial (horizontal)**, qui délimite une **ouverture circulaire** constituant le **foramen primaire** par lequel pénétreront dans la future pulpe dentaire des éléments **vasculaires et nerveux**.

La **GEH** est constituée de **2 parties** morphologiquement **bien définies** et **sans discontinuité (=sans séparation visible)** :

- 1) Le **diaphragme épithélial apical** qui délimite l'orifice primaire (communication entre papille ectomésenchymateuse et follicule dentaire), partie horizontale.
- 2) Une partie **droite** ou **gaine épithéliale** : Partie **cervicale** de la GEH.

-> Cette sectorisation semble correspondre à des stades fonctionnels précis.



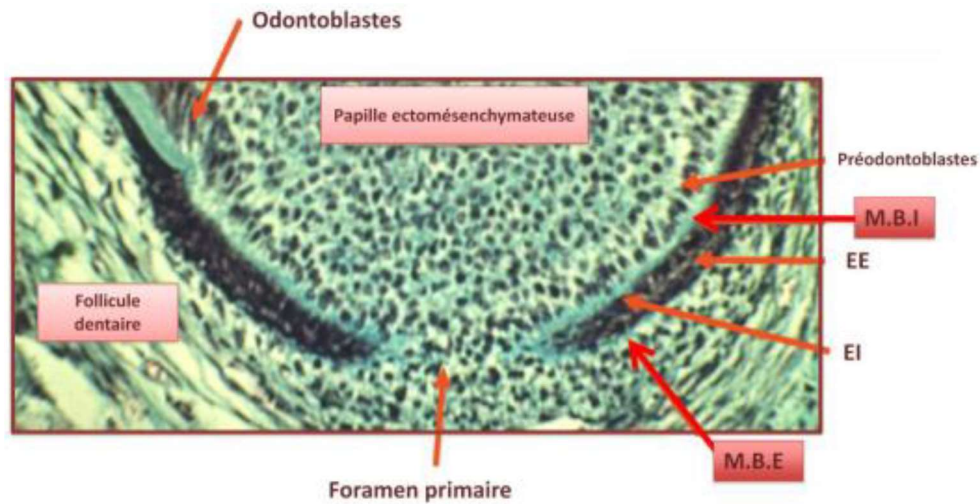
Une **membrane basale** circonscrit la partie épithéliale de la gaine en prenant 2 apparences :

- 1) **Côté pulpaire** : nette, bien définie (MB interne).
- 2) **Côté folliculaire** : floue, bordée de fibrilles de collagène (MB externe).

Elle possède une structure et une composition classiques comparables à celles décrites au niveau des épithélia dentaires coronaires :

- **Lamina lucida** (côté épithélial)
- **Lamina densa** (centrale)
- **Lamina fibro-reticulaire** (côté **contro-pulpaire** ou **contro-folliculaire**)

Les composants majeurs de ces MB sont : **collagène IV**, **fibronectine**, **laminine**, **protéoglycanes principalement**.

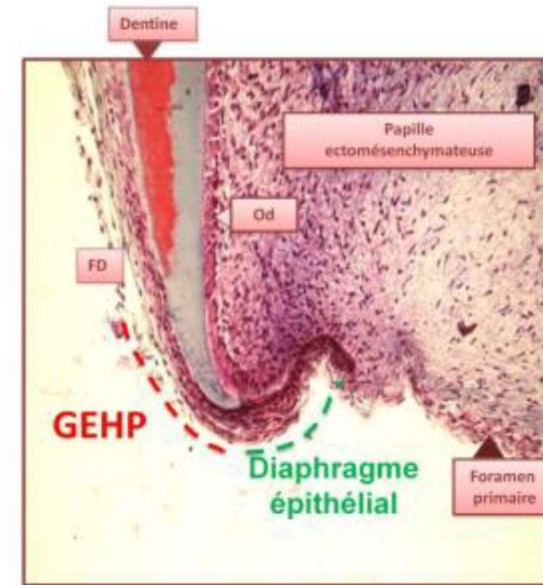


La **GEH** constitue une **couche irrégulière** de cellules reposant sur la **paroi externe** de la racine néoformée. Elle débute au niveau de la **limite cervicale** du **diaphragme (= de l'orifice)**, où est observée une **matrice prédentinaire** constituée de collagène abondant.

La **GEH** est **séparée** des tissus environnants (**prédentine**, **FD**) par une **membrane basale**. (Voir schémas pour bien comprendre++)

Cette couche bi-stratifiée présente des **modifications de structure** en **direction coronaire**. En effet, sa **couche externe** prolonge sur une **courte distance** sa **couche interne** (la couche épithéliale externe est donc plus longue que l'interne).

La **membrane basale externe contro-folliculaire** se **fragmente** libérant les cellules de la couche externe qui dérivent dans le **follicule dentaire** avoisinant → **Restes épithéliaux de Malassez**.



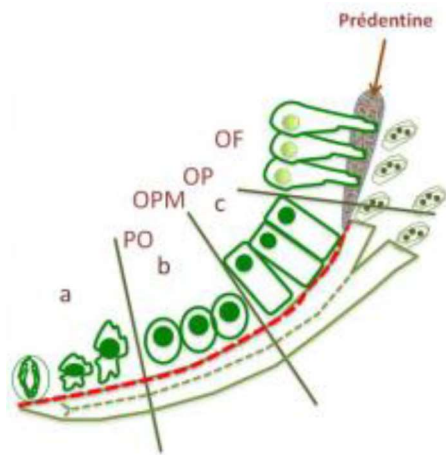
II) Rôle de la GEH dans la dentinogenèse radiculaire

L'un des rôles de la **GEH** est de transmettre les **informations** nécessaires à la **cytodifférenciation des odontoblastes radicaux** pour l'élaboration de la dentine radiculaire. La **dentinogenèse** s'effectue selon un processus **analogue** à celui au niveau **coronaire** sauf que **l'induction qui se produit sur l'EDI au niveau coronaire n'a pas lieu sur l'EDI de la GEH** → **PAS d'émail +++**. (!\ On a du ciment)

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** en **périphérie** de la **papille ectomésenchymateuse** radiculaire. Elle en est séparée par la **MBI** qui joue un **rôle inducteur** sur la **PEM** (papille ectomésenchymateuse) (*analogue au rôle de l'EDI de l'organe de l'émail sur la différenciation des odontoblastes.*)

Le long du diaphragme épithélial, dans une **direction cervicale**, s'opère une différenciation de la papille selon un **gradient temporo-spatial** :

- **En apical** : le moins différencié
- **En cervical** : le plus différencié



○ **1/3 apical** : cellules pulpaires disposées **irrégulièrement**, à **distance de la MBI** et de forme **arrondie**.

○ **1/3 moyen** : cellules **s'allongent et s'alignent contre la MBI**, premiers signes de **différenciation odontoblastique** et **terminent leur cycle de division**.

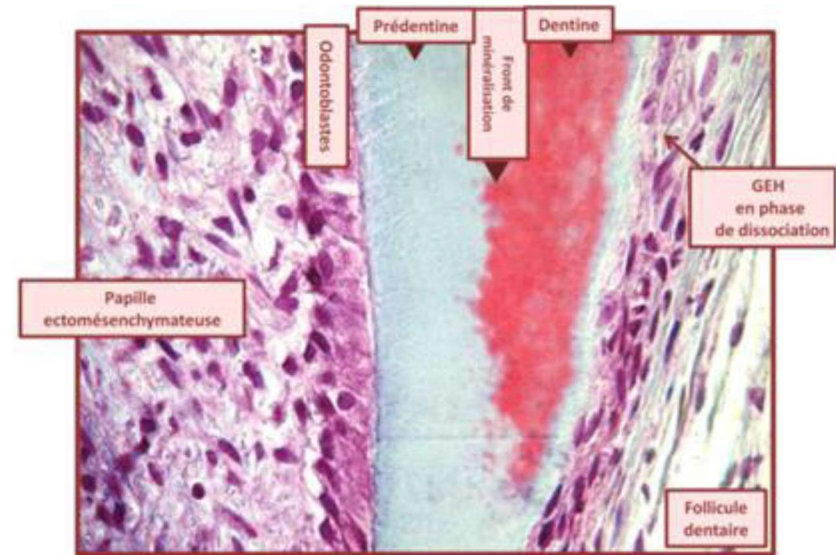
○ **1/3 cervical** : **polarisation** des odontoblastes qui s'ordonnent le long de la **MBI** avant de devenir des odontoblastes fonctionnels sécrétant de la prédentine.

La différenciation des odontoblastes suit différentes étapes :
PréOdB → OdB Post-Mitotique → OdB Polarisé → OdB Fonctionnel.

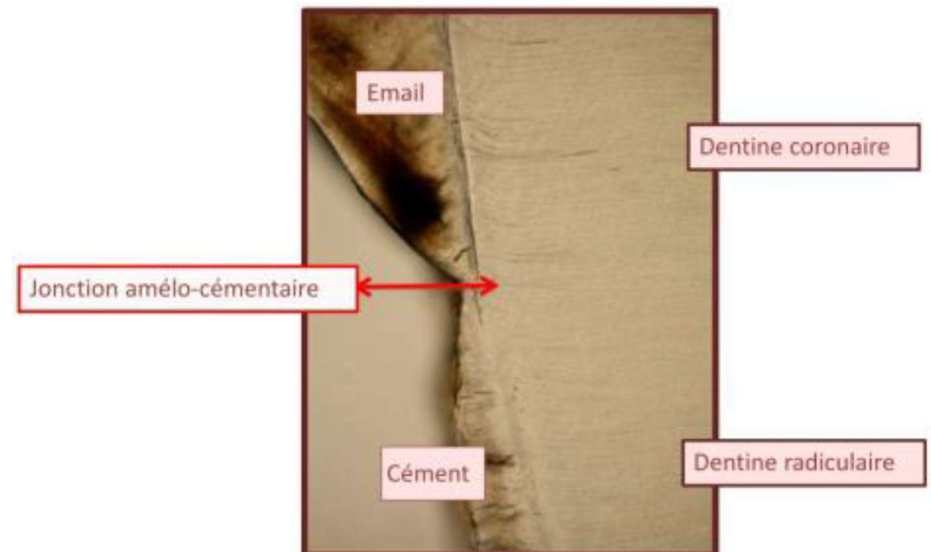
Rappel différenciation OdB :

La cellule devient de plus en plus **volumineuse**, le **noyau** est au **pôle basal**, le **Golgi** est **supra-nucléaire** et les **RER** (réticulum endoplasmique rugueux = REG) sont développés. Une **accumulation apicale** des **filaments d'actine** et des molécules associées (**vinculine, taline**) a été montrée au cours de la **polarisation**. L'intégrité du **cytosquelette** est nécessaire à la **polarisation** et la **différenciation odontoblastique**.

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 **prédentine** et la **dentine radiculaires** s'agrègent à la **dentine coronaire sans discontinuité** visible : seule la **limite apicale du dépôt de l'émail** permet d'établir une séparation corono-radulaire = **jonction amélo-cémentaire**.



Il existe des **différences** entre les **dentines radicaire** et **coronaire** dans leur composition biochimique :

- **OdB Radiculaire** : niveau d'expression **plus faible** d'ARNm $\alpha1/\alpha2$ du **collagène I** (donc + de forme trimère à la racine)

- **Dentine coronaire** : contient des **tubules hautement ramifiés** alors qu'au niveau **radiculaire** elle est plutôt **atubulaire**.

C'est seulement après une **certaine quantité** de dentine radicaire déposée que les **tubules** se forment.

Peu de données connues sur la régulation de la formation radicaire

III) Rôle de la GEH dans la cémentogenèse

Au fur et à mesure de la synthèse de la dentine radicaire, la **GEH se dissocie** de sa **partie cervicale**. La **dentine** entre alors en **contact avec le FD**.

Rappel : FD → **Enveloppe conjonctive** lâche formée de condensations cellulaires de même origine embryologique que la PEM.

Dès les premiers stades d'édification de la racine, le **follicule dentaire englobe complètement le germe dentaire**.

➤ On distingue 3 couches :

1) **Interne** = FD = « *investing layer* » appliquée **contre l'ébauche dentaire**. Face à la dent.

- **Région cervicale** : 2-3 couches de **fibroblastes parallèles** au germe et entre lesquelles un **feutrage irrégulier de collagène** est observé.

- **Région apicale (foramen primaire)** : en relation directe avec la PEM. L'**activité mitotique** y est importante.

2) **Intermédiaire** : **Plus épaisse** et constituée de **TC lâche peu cellulaire** mais **très vascularisé**.

3) **Externe** : **mince** et essentiellement **cellulaire** et largement **vascularisée** en contact direct avec la **crypte osseuse** ou l'**os alvéolaire** en formation.

A) Les différentes théories sur la cémentogenèse

Il existe 2 hypothèses sur l'origine des **cémentoblastes** :

1) Dérivent des **CCNs** et donc une origine **ectomésenchymateuse** comme le **FD (hypothèse classique)**.

2) Issues d'une **TEM de la GEH** en **cémentoblastes** et **cémentocytes**. La **GEH** participerait alors directement à la formation de **cément** en sécrétant : **Collagène I, Sialoprotéine osseuse et Ostéopontine**.

Les cellules de la **zone périfolliculaire** devenues abondantes ont amorcé leur différenciation en **fibroblastes du ligament (desmodonte)**.

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

① Les **cellules conjonctives** du **FD** les plus proches de la **GEH** sont **allongées, parallèles à la MBE** avec de **longs prolongements cytoplasmiques** et des **organites permanents** avec de nombreux **ribosomes**.

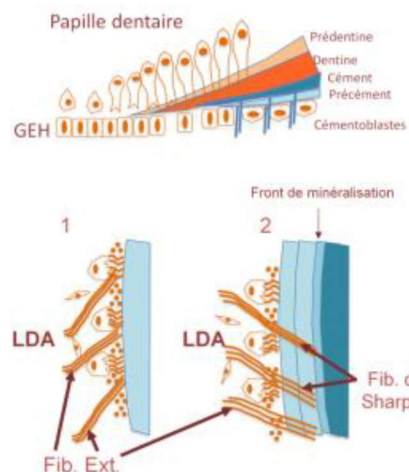
② Dès qu'apparaît une **fine couche de dentine minéralisée**, la **couche externe** de la **GEH se dissocie** au niveau **cervical**. Ce phénomène est consécutif à une **rupture localisée de la MBE** et une **pénétration des prolongements** des cellules du **FD** dans les **espaces cellulaires épithéliaux**. Ces **prolongements**, riches en **mitochondries** et **microfilaments**, sont **+/- perpendiculaire** à l'axe de la dent. Ce sont les **pré-cémentoblastes**.

Les cellules à proximité immédiate de la **GEH** ont des **prolongements** entre les **cellules de la GEH** et atteignent la **surface radicaire (avant le dépôt de cément)**. Au fur et à mesure de la **dentinogenèse radicaire** et de la **fragmentation** de la **GEH**, une **augmentation** du nombre de **fibrilles** entre les **fibroblastes** du **FD** est observée. Certaines forment des **faisceaux parallèles** ou légèrement **obliques** à la **GEH**, ce sont les **premières fibres ligamentaires**.

③ Les expansions des **précémentoblastes** s'insinuent **entre les cellules épithéliales internes** de la **GEH** et provoquent la **discontinuité de la MBI** permettant un **contact direct** des **cellules mésenchymateuses** sur la **dentine radicaire** néoformée. Deviennent **cémentoblastes**.

Couches périfolliculaires

④ La **dentine radulaire** exerce un **pouvoir inducteur** sur les **précémentoblastes** +++ qui à son contact **augmentent de taille, se polarisent**, s'orientent selon un axe d'environ **45°** par rapport à l'axe de la racine et présentent un développement important de leurs **organelles cytoplasmiques** responsables de la **synthèse** de la **matrice cémentaire** par les **cémentoblastes** et insertion des 1^{ères} fibres extrinsèques.



Certaines cellules de la GEH, en **position coronaire**, se **dissocient** et **dérivent dans le FD**, au sein du **ligament dento-alvéolaire** → **débris** ou **restes épithéiaux de Malassez**.

Les autres cellules de la GEH vont mourir par **apoptose** ou vont être **incorporées** progressivement **dans le cément** en formation.

Cémentoblastes :

Cellules **cuboïdes** avec de **fins prolongements cytoplasmiques**, un **cytoplasme basophile** et des caractéristiques cytologiques de cellules engagées dans la synthèse protéique : **organites** (++), **vésicules** associées à l'appareil de **Golgi**, **cytosquelette** (++) et **lysosomes**.

Elles n'ont **ni tonofilaments ni jonctions intercellulaires** ce qui permet de les distinguer de la GEH. Ces cellules forment une **couche discontinue**, projetant des **villosités** vers la racine et déposent les **premiers éléments de la matrice organique du cément** au contact de la **mince couche de dentine radulaire minéralisée** (de **Hopewell-Smith**), mais aussi **autour** des faisceaux de **fibrilles ligamentaires**.

La **matrice organique cémentaire non minéralisée** est appelée **précément** ou **tissu cémentoïde** composée de **substance fondamentale, sialoprotéine osseuse, ostéopontine et collagène intrinsèque** sécrétées par les **cémentoblastes** et qui se disposent **sans organisation précise, ± parallèlement** à la surface radulaire.



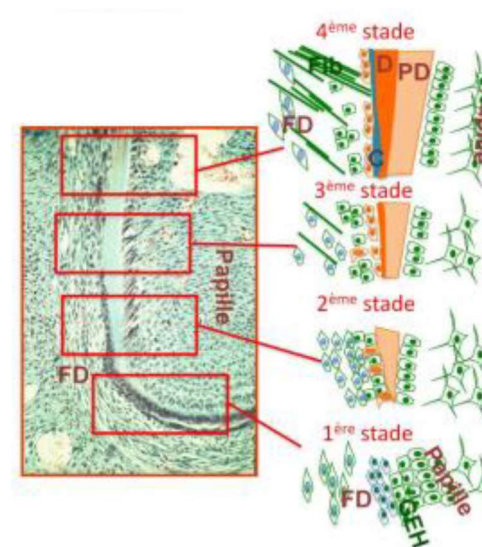
La **matrice cémentaire** contient aussi du **collagène** d'origine **fibroblastique (extrinsèque)** orienté **obliquement** ou **± perpendiculairement** à la surface radulaire. Sa minéralisation se fait par dépôt de **cristaux d'hydroxyapatite**.

Le ciment a donc une double origine :

Cémentoblastes et Fibroblastes ligamentaires.

B) Formation du ciment acellulaire et cellulaire

La limite entre **dentine** et **précément/cément** est très **imprécise** et difficile à mettre en évidence. Les **centres initiaux de calcification** au sein du précément apparaissent à partir des **cristaux** de la **dentine adjacente**. La vitesse de formation du ciment peut être rapide ou lente, selon laquelle la structure sera différente.



① Le Cément Acellulaire Fibrillaire Extrinsèque (CAFE)

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 ciment (**cément primaire**) sont constituées de ciment **acellulaire**.

On note un **fort pourcentage** de **fibres** d'origine **ligamentaire** (fibres **extrinsèques**).

Après la formation d'une **mince couche** de **cément**, ces faisceaux de **fibrilles ligamentaires** (**obliques** à la surface radiculaire) sont inclus dans la matrice cémentaire sous forme de **fibres de Sharpey**.

Les **sites d'insertion** de ces fibres au cément sont **minéralisés**. Ces **fibres extrinsèques** sont **en continuité** avec les **fibres ligamentaires**.

Le **cément acellulaire** est capital dans **l'ancrage** de la dent à l'alvéole osseuse.

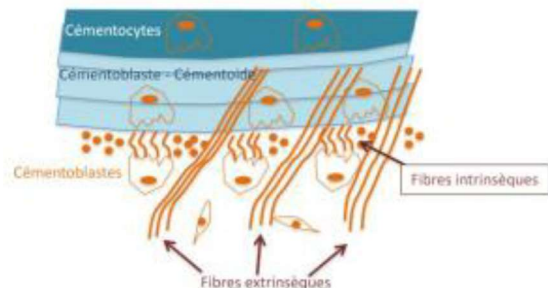
② Le Cément Cellulaire Fibrillaire Intrinsèque (CCFI)

A l'**éruption** de la dent, les couches successives de cément déposées constituent le **cément secondaire**, **post éruptif** visible dès la **moitié apicale** de la racine. Ce cément est **cellulaire** car le processus est **plus rapide** que la formation de cément acellulaire.

Cette rapidité pourrait expliquer l'**inclusion intra-cémentaire** des **cémentoblastes** et des **cellules dérivées de la GEH**. Les **prolongements cytoplasmiques** des cémentoblastes sont incorporés dans le **tissu cémentoïde** puis, **par minéralisation** de celui-ci, sont inclus dans des **canalicules cémentocytaires**. Le **cémentoblaste** est alors adjacent au cément calcifié. Une nouvelle rangée de cémentoblastes élabore simultanément une **matrice cémentoïde** qui recouvre l'autre cémentoblaste qui est alors qualifié de **cémentoblaste-cémentoïde**.

Une fois son environnement minéralisé, il est circonscrit par une **lacune** et devient un **cémentocyte** séparé d'une paroi cémentaire calcifiée par un **espace péri-cémentocytaire**.

Le **pourcentage** de **fibres extrinsèques** incluses dans ce cément cellulaire sera **moins important** que dans le cément acellulaire. Leur **densité augmente** cependant progressivement et leur orientation oblique devient **perpendiculaire** à la surface cémentaire.

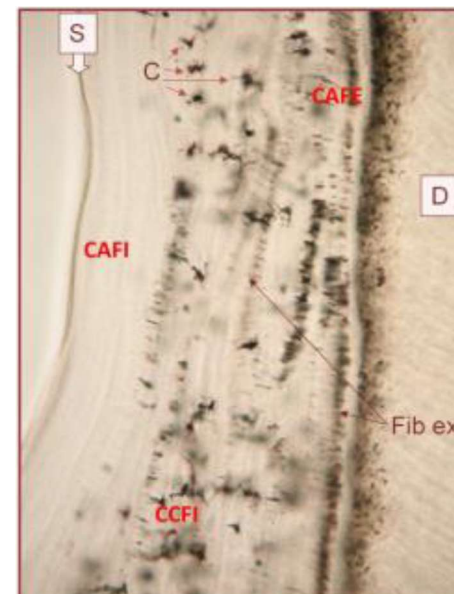


Entre ces faisceaux fibrillaires, s'interposent des **fibrilles intrinsèques** produites par les **cémentoblastes**, **parallèles** à la surface radiculaire et dont le taux est **plus important** que celui des fibres extrinsèques.

La **rapidité** de la **cémentogenèse** à ce stade pourrait expliquer la **minéralisation** souvent **incomplète** des **fibres extrinsèques** au niveau de ce cément.

③ Le Cément Mixte Cellulaire Stratifié (CMCS)

Au niveau des **zones apicales radiculaires** et des **zones de furcation radiculaire** (**zone dentaire**) rejoignant les **parties cervicales de racines** d'une même dent, on observe le **cément stratifié mixte** constitué de **3 couches** de cément se répartissant de **façon imprévisible** :

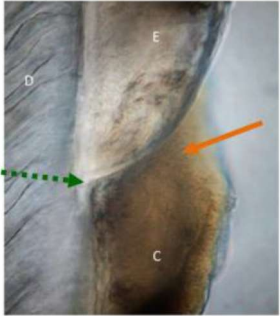


- Cément cellulaire fibrillaire intrinsèque (CCFI)
- Cément acellulaire fibrillaire intrinsèque (CAFI)
- Cément acellulaire fibrillaire extrinsèque (CAFE)

Sa formation est **rapide**. La genèse de ce cément coïnciderait avec le premier contact dentaire qui stoppe la dent sur son antagoniste.

④ Le ciment acellulaire afibrillaire (CAA)

Il est visible au niveau de la **jonction amélo-cémentaire** (JAC) qui délimite l'émail du ciment radiculaire. Il peut se déposer sous forme d'**éperons** ou **îlots cémentaires** recouvrant des petites zones d'émail. La **localisation** et les **aires** de ce ciment peuvent **varier d'une dent à l'autre** et le long de la JAC.



Il se forme **après** la fin de la **maturation pré-éruptive** de l'émail et éventuellement pendant l'éruption de la dent. Il ne contient **ni fibrilles collagéniques ni cellules**.

Il ne possède **pas de fonction** dans l'**attachement** de la dent à l'alvéole osseuse.

Il se forme après la fin de la maturation pré-éruptive de l'émail qui recouvre le ciment puis que le ciment va se développer sous l'émail.

Plus de formation de l'émail après le ciment.

A savoir : Au niveau du collet, **3 situations** sont possibles :

- Le ciment **recouvre** l'émail
- L'émail et le ciment sont **côte à côte**
- L'émail et le ciment sont **séparés**.

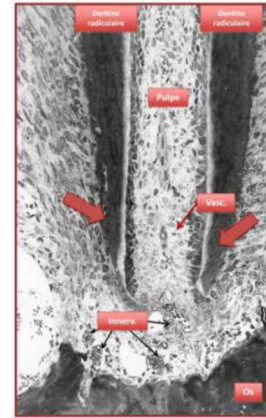
-> *L'émail ne peut jamais recouvrir le ciment car il est formé avant.*

IV) Apexogenèse

L'édification de l'apex **parachève le développement de la racine**. (ex : **1^{ère} molaire perm.** chez l'homme : s'effectue jusqu'à **9-10 ans**).

La fermeture de l'apex se réalise **lentement**. Dans la denture définitive, cette opération peut exiger **une durée aussi longue que celle nécessaire au développement de la racine (3 ans pour les molaires)**.

Au fur et à mesure de l'édification radiculaire, **l'anneau (=diaphragme) épithélial se rétrécit** progressivement, réduisant d'autant le calibre du tube dentinaire de la racine. Il enrobe les éléments **vasculaires** et **nerveux** destinés à la pulpe, ménageant **un ou plusieurs orifices (foramina)**.



Le **foramen apical** se constitue par des **apports successifs** et irréguliers de **ciment cellulaire** alternant avec de **fines couches de ciment acellulaire**.

V) Mise en place du ligament dento-alvéolaire

La mise en place des **tissus parodontaux** 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 4 éléments :

- 1) Le **cément** recouvrant la racine dentaire
- 2) L'**os alvéolaire** contenant la racine
- 3) Le **ligament dento-alvéolaire** maintenant la dent dans son alvéole
- 4) La **gencive** libre située au niveau de la **jonction amélo-cémentaire**.

Le **ligament dento-alvéolaire** (= **desmodonte** ou **ligament parodontal**) est un des éléments constitutifs du parodonte.

C'est un **tissu conjonctif vascularisé, innervé** et **non minéralisé** participant au **système d'attache** de la **dent** au **procès alvéolaire** (support osseux des dents temporaires et permanentes).

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 **FD** : certaines **cellules mésenchymateuses** du **FD, après la fragmentation** de la **GEH**, viennent **s'interposer entre les fragments épithéliaux**.

- 1) Elles se polarisent et se différencient en **cémentoblastes** au contact de la dentine radiculaire pour former le **cément**.
- 2) Les cellules au contact de la paroi osseuse, se différencient, elles, en **ostéoblastes** pour former l'**os alvéolaire** ou en **ostéoclastes** pour le résorber.
- 3) Enfin, d'autres cellules du FD acquièrent les caractéristiques de **fibroblastes** associées à une fonction sécrétoire afin de donner la **matrice extracellulaire** du **ligament dento-alvéolaire** (surtout son collagène).

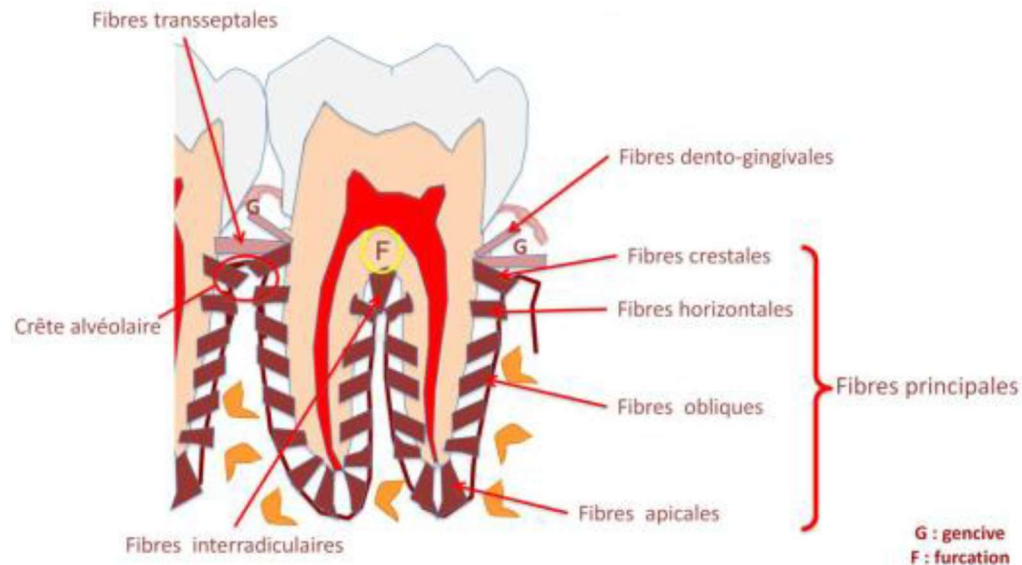
Initialement, l'**espace ligamentaire** est occupé par un **tissu conjonctif non organisé**, entre le **cément** et l'**os**, puis les **fibroblastes synthétisent et remodelent le collagène** du ligament.

Les **fibroblastes se polarisent rapidement** vers la surface radiculaire et les surfaces osseuses alvéolaires. L'**apparence ultra-structurale** de ces cellules est liée à leur **migration dirigée** et leur **activité synthétique élevée** (RER, golgi).

Le **développement fibrillaire** est associé à la **cémentogenèse** et à l'**ostéogenèse** de la paroi alvéolaire qui constitue la surface osseuse alvéolaire en face de la racine dentaire.

Les fibres de **collagène 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 LDA sont **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 LDA prennent leur origine sur la **surface** de la **dentine radiculaire**, en étroite relation avec les **fibroblastes allongés** et **polarisés** de cette surface dentinaire.

Ces fibres naissantes sont **regroupées** sous l'action des **cémentoblastes**, au cours du développement initial du **cément fibrillaire extrinsèque acellulaire (CAFE)**. 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**.

L'**organisation** et la **répartition** des **faisceaux collagéniques** du LDA qui apparaissent lors de l'**édification radiculaire** et de l'**ostéogenèse** suivent une **direction corono-radriculaire**.

Les fibres porteront un nom qui sera fonction de leur localisation et orientation anatomiques :

- **Transeptales** et **dento-gingivales** dans la **gencive**
- **Principales**, dans l'**espace ligamentaire** ou **dento-alvéolaire**, subdivisées en : fibres **crestaales**, **horizontales**, **obliques**, **apicales** et **interradiculaires** en fonction du site.

Les fibres dites **interradiculaires** 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 zone de furcation radiculaire dentaire**.

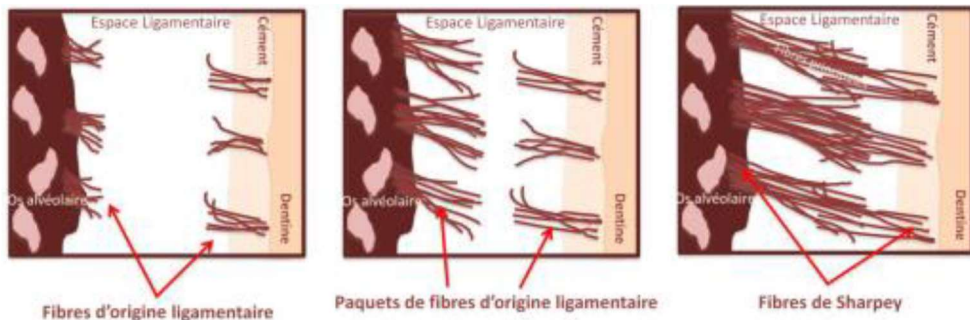
Initialement, ces fibres sont de **petites fibrilles de collagène** disposées en **brosse** qui émergent du **cément d'un côté** et de la **surface osseuse de l'autre**, et elles vont se projeter dans l'**espace ligamentaire**.

Les **fibres** insérées dans l'**os** et le **cément s'épaississent, s'allongent** en direction de l'**espace ligamentaire** en formation ; leurs extrémités se rejoignent et **s'arborisent**.

Elles sont **plus courtes** du côté **Cémentaire** que du côté **osseux**.

Quand la dent devient **fonctionnelle** (contact ou occlusion avec ses dents antagonistes), les **fibres dento-alvéolaires** sont organisées, et acquièrent une **orientation classique**.

Ces fibres sont **continues** de la paroi alvéolaire à la surface cémentaire.



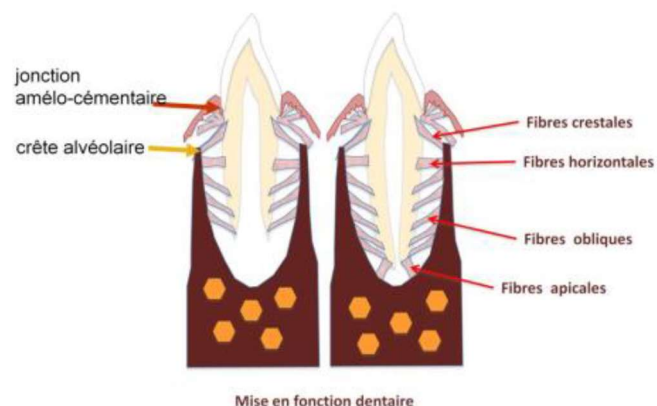
L'orientation des fibres collagéniques évolue en fonction de la **formation du ligament dento-alvéolaire**.

1) **Avant** que la dent fasse son éruption, la crête de l'os alvéolaire est située **au-dessus de la JAC** et les paquets de **fibres du ligament dento-alvéolaire** s'étirent tous **obliquement** de haut en bas, en direction du cément.

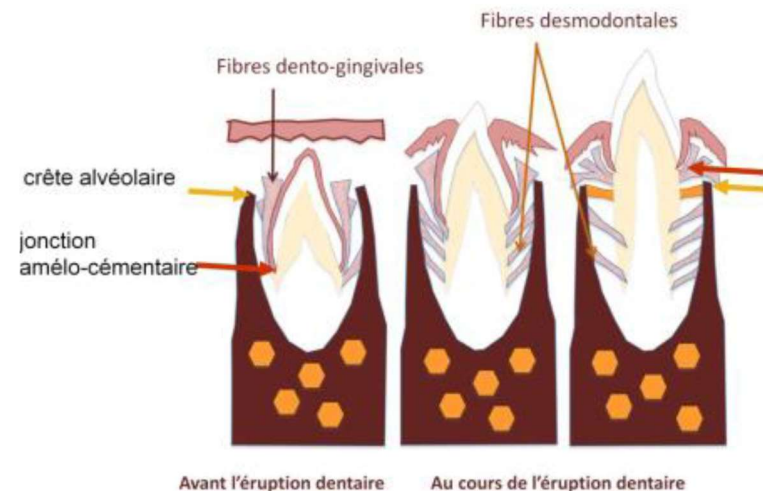
2) **Au cours de son éruption**, la dent se déplace dans sa loge osseuse ; le niveau de la **crête alvéolaire coïncide** ensuite avec la **jonction amélo-cémentaire**, et les fibres obliques deviennent **horizontales**.

3) Quand la **dent devient fonctionnelle**, en contact avec sa dent antagoniste, la **crête alvéolaire** est située en position **apicale** par rapport à la JAC à une distance de **1 à 1,5 mm**.

Les **fibres crestaux alvéolaires** deviennent de nouveau **obliques** mais de **bas en haut**, en direction du cément. La majorité des fibres principales (les **2/3**) s'orientent dans une **direction coronaire** du cément à l'**os alvéolaire**, formant le groupe des **fibres obliques**.



VI) Mise en place de l'os alvéolaire

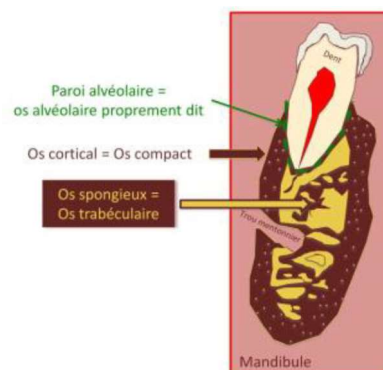


L'**os alvéolaire** est l'os qui entoure les dents, sa formation se fait **parallèlement à la formation du LDA**.

Le **maxillaire** et la **mandibule** peuvent être divisés en 2 compartiments ++ :

- 1) Le **procès alvéolaire** qui contient les **racines dentaires**.
- 2) Le **corps basal** qui **supporte** les **procès alvéolaires**.

Le **procès alvéolaire** constitue le support des dents temporaires puis permanentes. En effet, après la chute des dents temporaires, les dents suivantes se développent dans **leur propre alvéole**.



Le procès alvéolaire est constitué par :

- 1) **Os cortical = os compact**
- 2) **Os spongieux = os trabéculaire**
- 3) **Os alvéolaire** proprement dit, **fin**, qui forme la **paroi alvéolaire** osseuse en rapport avec la racine dentaire qui lui fait face.

L'ostéogenèse de l'os basal débute dès la 7^{ème} semaine de la vie IU.

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.

Au stade tardif du stade de cloche, les septa osseux commencent à se former et séparent les germes dentaires les uns des autres, les gardant individuellement séparés dans leur propre compartiment osseux.

La formation de l'os alvéolaire et du corps de la mandibule ou maxillaire résulte d'un processus d'ossification intra-membranaire ou membraneuse.

La formation de l'os alvéolaire (=procès alvéolaire)

Amorce de l'ossification intra-membranaire :

1) Mésoenchyme lâche, (1^{er} arc) → Densité cellulaire, fibrillaire et nombre de vaisseaux augmente.

2) Prolifération et différenciation en ostéoprécurseurs puis ostéoblastes.

3) Parallèlement, élaboration de la matrice ostéoïde avec les fibres de collagène → Support de la minéralisation.

Si l'os disparaît, la dent disparaît et inversement.

4) Chez l'embryon puis le fœtus → Premiers foyers de nucléation avec les vésicules matricielles issues des prolongements ostéoblastiques et concentrent le calcium sous forme cristalline.

5) Les vésicules sont rompues libérant les cristaux qui se joignent les uns aux autres pour former une masse minéralisée.

Indirectement, les ostéoblastes participent également à la minéralisation de la matrice ostéoïde : Synthèse d'enzymes comme la phosphatase alcaline osseuse, qui contrôle la phosphorylation de phosphoprotéines, libère du phosphate inorganique participant à la minéralisation matricielle.

Les vésicules matricielles constituent le support des premiers nodules calcifiés → La croissance minérale progresse ensuite sans faire appel au processus vésiculaire mais à une croissance cristalline.

Le premier tissu osseux formé chez l'embryon est qualifié de primaire = tissé = non lamellaire :

- Espaces interfibrillaires larges, occupés par de nombreux vaisseaux et des cellules mésenchymateuses indifférenciées rondes ou ovalaires qui donneront des cellules ostéoprogénitrices.

- Faiblement structuré, collagène de diamètre irrégulier et sans orientation précise.

- Se met en place autour du germe dentaire et entre les germes dentaires adjacents, une couche d'os constitué de fines trabécules de tissu osseux embryonnaire délimitant des espaces occupés par des vaisseaux et des cellules mésenchymateuses.

Dès l'apparition de contraintes fonctionnelles successives s'exerçant sur l'os et liées à la croissance du germe par exemple, l'os tissé est rapidement et progressivement remplacé. Il participe comme support à la mise en place d'un os plus mature dit lamellaire.

A partir de l'âge adulte et puis au cours de l'existence, ce tissu osseux tissé peut persister mais de façon très réduite. Cet os pourra réapparaître au cours d'une réparation osseuse et dans certaines conditions pathologiques (ex : ostéogenèse imparfaite).

L'os lamellaire = os secondaire : Apparaît au cours de l'ossification secondaire liée à l'existence de différentes contraintes fonctionnelles s'exerçant sur l'os (au cours de l'édification de la racine, la croissance du germe et les mouvements éruptifs de celui-ci) et est associée étroitement à un processus de remodelage osseux :

- Couplage entre une résorption ostéoclastique et une apposition ostéoblastique du tissu osseux.

- Formation d'une ligne cémentante au fond de la lacune formée après la résorption osseuse : délimite l'os ancien de l'os nouvellement synthétisé.

Les remaniements amorcés au cours de l'ossification secondaire se poursuivent tout au long de la croissance. Ils coexistent avec le processus d'ossification primaire pendant une grande partie du développement → Os de transition ou immature.

Cette **transition** est **rapide** pendant les étapes tardives du développement foetal et les 5 premières années. Puis elle se ralentit chez le jeune adulte. Pendant toute la vie le tissu osseux continuera de subir des **remaniements physiologiques** qui lui permettront de **s'adapter aux conditions mécaniques** liées au **maintien**, à la **maturation** de la **structure osseuse** et au **métabolisme calcique**.

L'**os lamellaire** possède une **structure complexe**, à haute différenciation fonctionnelle, caractérisée par des **couches matricielles successives de fibrilles collagéniques** disposé **parallèlement** les uns aux autres et constituant des **lamelles**. Les fibrilles collagéniques sont **parallèles les unes aux autres à l'intérieur d'une même lamelle** mais disposées dans des **directions différentes à celles des autres lamelles adjacentes**. Une **unité lamellaire** possède une épaisseur d'**environ 3-5 µm**. Cet os lamellaire est soit **compact** soit **spongieux**.

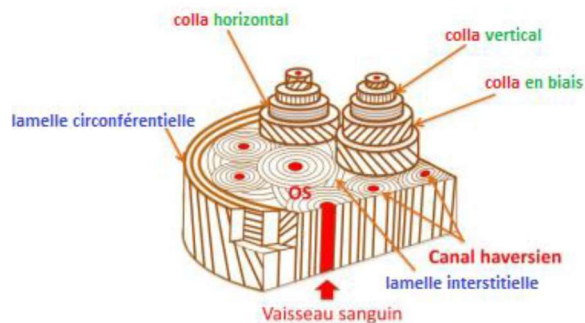
L'os lamellaire constitue, au niveau du **procès alvéolaire** :

- La **corticale externe** (vestibulaire, linguale & palatine) : **os compact**
- L'**os spongieux central**
- La **paroi alvéolaire** (os bordant l'alvéole osseuse) : **os compact**.

Le **tissu osseux compact** ou **cortical** est constitué principalement d'**ostéons** ou de **systèmes de Havers** contenant des **vaisseaux sanguins**, des **filets nerveux** et des cellules **ostéoprogénitrices**.

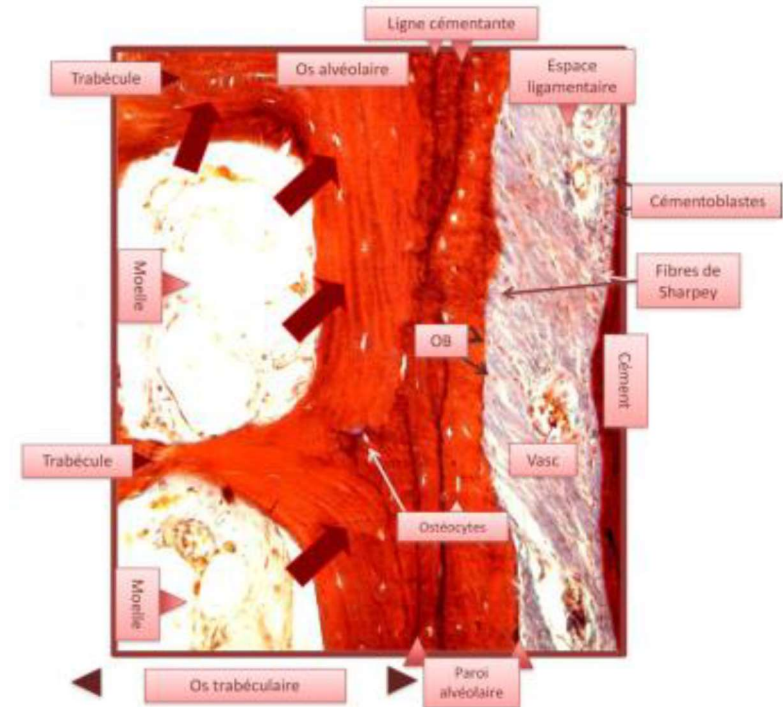
Ces canaux sont bordés par **4-20 lamelles osseuses concentriques**.

Rappel : Avec l'apparition de contraintes fonctionnelles, la matrice de l'os lamellaire peut contenir du collagène présentant des orientations différentes entre chaque lamelle osseuse mais identiques dans une même lamelle.



Le tissu osseux **spongieux** ou **trabéculaire**, lorsqu'il est présent, est situé **entre la corticale et l'os alvéolaire** proprement dit. Il est constitué d'un **réseau tridimensionnel** de **trabécules osseuses lamellaires, ramifiées et anastomosées** délimitant des **espaces intercommunicants**.

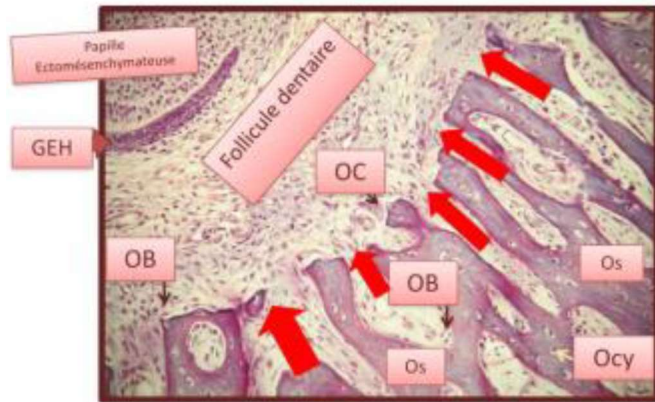
Les **espaces intertrabéculaires** sont occupés par la **moelle jaune** (adipocytes) mais aussi par de la **moelle rouge** (hématopoétique).



Au début du développement de l'**os alvéolaire** proprement dit, les **trabécules osseuses** ne sont **pas clairement délimitées** sur leur **face folliculaire**.

Il n'existe pas encore de paroi osseuse alvéolaire :

L'alvéole est constituée de **tissu immature** qui **ouvre ses espaces médullaires face au germe dentaire** et **directement dans le FD**, futur espace ligamentaire.



La formation de la **paroi alvéolaire** est dépendante du **FD** qui investit le germe dentaire pendant sa formation.

Au cours de l'**éruption dentaire**, certaines cellules issues de ce **FD** se **différencient** en **ostéoblastes** et élaborent du tissu osseux qui se dispose sur les travées d'os spongieux. Ils insèrent des **éléments fibreux d'origine ligamentaire**, ce sont les futures **fibres de Sharpey**. Ces éléments fibreux confèrent à la paroi alvéolaire nouvellement constituée, l'aspect histologique **d'os fasciculé** ou **os fibrillaire** et participent au **système d'attache** de la dent à son alvéole osseuse.

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 LDA. La paroi alvéolaire est encore appelée **lame cribliforme** (à cause des ouvertures). L'**os alvéolaire** proprement dit et la **corticale** se rejoignent **coronairement** au niveau de la **crête de l'os alvéolaire**.

L'architecture de l'os alvéolaire est constamment remaniée au cours de la croissance alvéolaire **jusqu'à l'édification radiculaire complète** et est étroitement liée à la formation du LDA et du ciment.

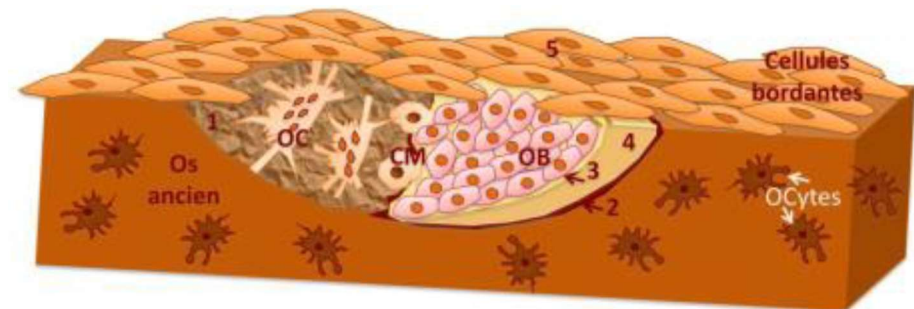
La **taille, forme, localisation** et la **fonction** des dents détermineront la **structure globale** de l'os alvéolaire proprement dit.

Tout au long de la vie, l'os alvéolaire subira un **remodelage permanent** lui permettant de **maintenir ses propriétés fonctionnelles** en relation avec les fonctions masticatrices.

Le **remodelage** à la surface de l'**os trabéculaire** survient à travers une **activité coopérative** de cellules variées formant un compartiment fonctionnel temporaire appelé **unité multicellulaire basique** ou **unité de remodelage osseux**.

• **Le cycle de remodelage :**

1. **Activation** des **ostéoclastes** (*OC sur le schéma ci-dessous*)
2. **Résorption** → **Lacune de résorption/Howship** (1 sur le schéma)
3. **Inversion**, les **cellules mononuclées** (*CM*) (proches des macrophages ou précurseurs ostéoblastiques) déposent la **ligne cémentante** (= **ligne d'inversion**) (2)
4. **Formation** : les ostéoblastes (*OB*) sécrètent la **matrice ostéoïde** (3) qui se minéralise formant un nouvel os (4).
5. **Quiescence**, les ostéoblastes deviennent des **cellules bordantes** ou meurent par **apoptose** ou deviennent des **ostéocytes emmurés** dans l'os minéralisé. Les cellules bordantes pourraient persister sous forme d'écran au-dessus de la lacune de résorption pendant le cycle de remodelage osseux.



Conclusion :

La **GEH** constitue l'élément central à l'**édification radiculaire** : **Dentinogénèse radiculaire + Cémentogénèse**.

Le **FD** constitue l'élément central à la mise en place des **tissus parodontaux** : **cément, LDA, os alvéolaire**.

(Le **cément**, le **LDA** et l'**os alvéolaire** se forment en même temps)

FIN !