

# EDIFICATION RADICULAIRE ET MISE EN PLACE DES TISSUS PARODONTAUX

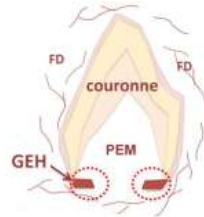
La **radiculogenèse** ou **rhizagenèse** est la formation des **racines** (organe pulpo-dentinaire radiculaire + cément).

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**.★

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

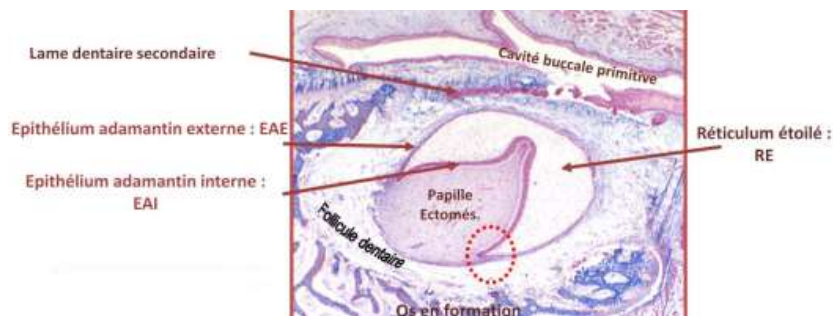
Le développement radiculaire se trouve sous la dépendance d'interactions cellule/matrice impliquant les composants de : la **GEH**, la **papille ectomésenchymateuse**, la **membrane basale**★ entourant la GEH, le **follicule dentaire** (= sac folliculaire).

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



## I) 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** 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**).

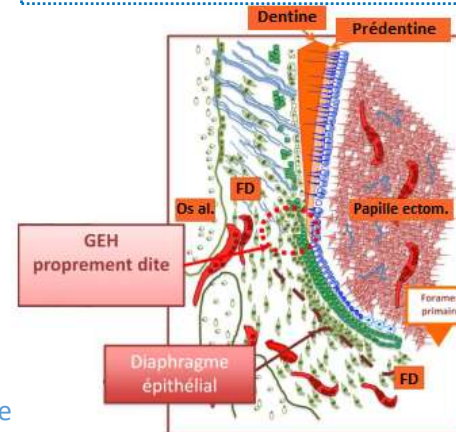
2) La **couche interne** du **follicule dentaire**

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

La **GEH**, lors de sa progression apicale, encerle **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** :

- 1) Le **diaphragme épithélial apical** qui délimite l'orifice primaire.
- 2) Une partie **droite** ou **gaine épithéliale** → Partie **cervicale** de la GEH.



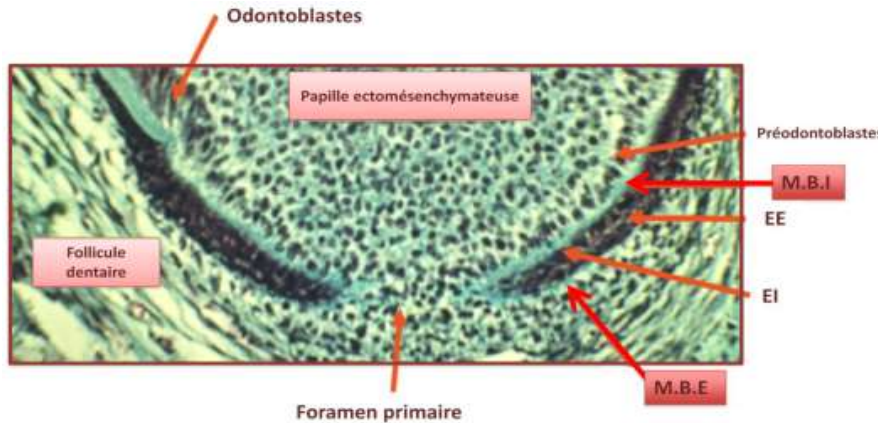
**GEH = EDE+EDI =  
Diaphragme + Gaine**

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

- Lamina **lucida** (côté **épithélial**)
- Lamina **densa**
- Lamina **fibro-reticularis** (côté **contropulpaire** ou **controfolliculaire**)

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

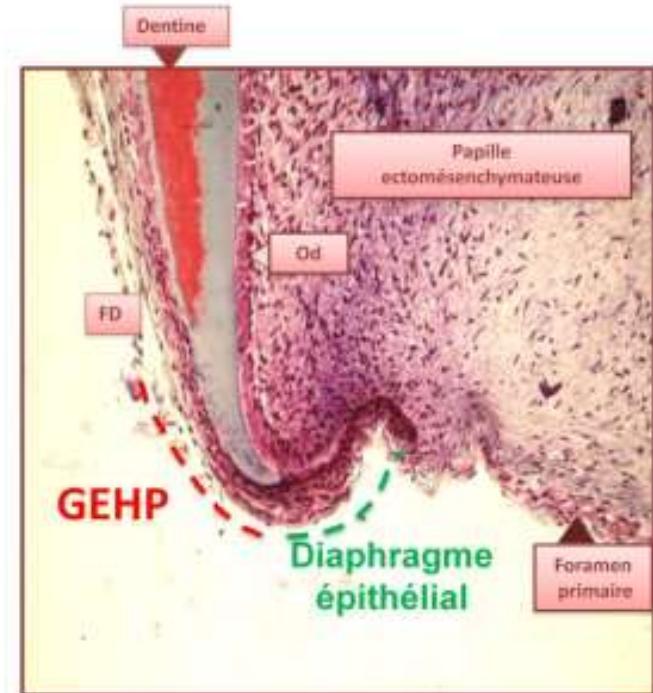


La **GEH** constitue une **couche irrégulière** de cellules reposant sur la **paroi externe** de la racine en formation. Elle débute au niveau de la **limite cervicale** du **diaphragme (= de l'orifice)**, où est observée une **matrice prédentinaire** constituée de collagène abondant.

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 **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** (on voit ça après)



\* Pour ceux qui comme moi ont eu du mal avec cette phrase : en gros ça veut dire que la couche épithéliale externe est plus longue que l'interne → sur une partie du diaphragme épithélial, il n'y a pas d'EI mais que de l'EDE (ça se voit sur la photo ci-dessus ☺)

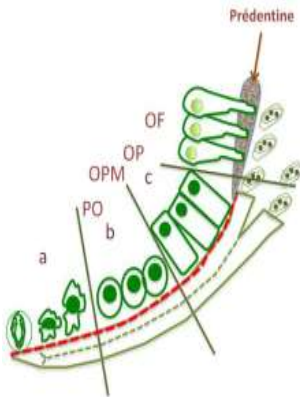
## II) Rôle de la GEH dans la dentinogenèse radriculaire

La **GEH** transmet les **informations** nécessaires à la **cytodifférenciation** des **odontoblastes**. 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 radriculaire, 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** radriculaire. 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, 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

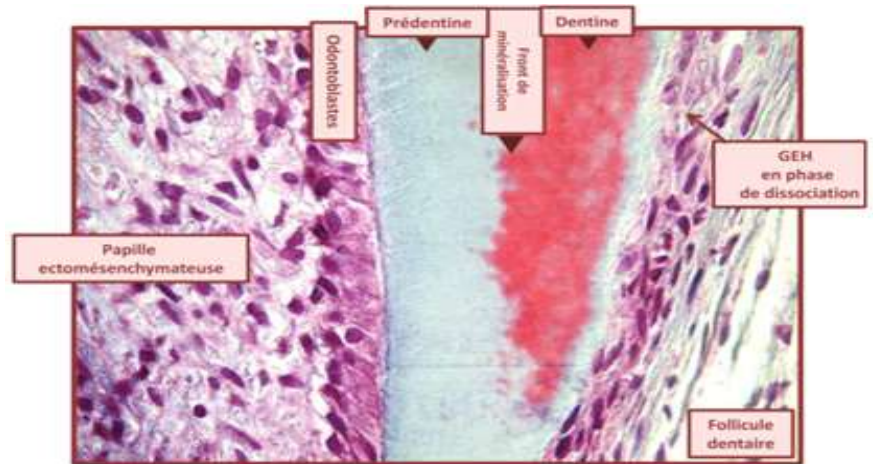


- **1/3 apical** : cellules pulpaire disposées **irrégulièrement**, à **distance de la MBI** et de forme **arrondie**.
- **1/3 moyen** : cellules **s'allongent** et **s'alignent contre la MBI**, premiers signes de **différenciation odontoblastique** et terminent leur cycle de division.
- **1/3 cervical** : **polarisation** des odontoblastes qui s'ordonnent le long de la **MBI** avant de devenir des odontoblastes fonctionnels sécrétant de la prédentine.

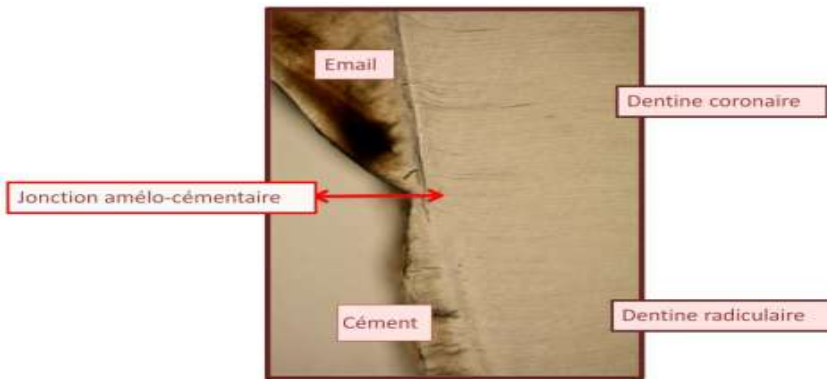
La différenciation des odontoblastes suit différentes étapes :  
**PréODB → OdB Post-Mitotique → OdB Polarisé → OdB Fonctionnel.**

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 radriculaire** s'agrègent à la **dentine coronaire sans discontinuité** visible : seule la **limite apicale** du dépôt de l'**émail** permet d'établir une séparation corono-radriculaire = **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  $\alpha 1/\alpha 2$  du **collagène I**. ★

- **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.

### 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 cellR 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**.

**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**.

Couches Péri folliculaires

- 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 ciment en sécrétant du **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 veut que le **ciment** soit dérivé du **FD**.

La différenciation des **cémentoblastes** 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**.

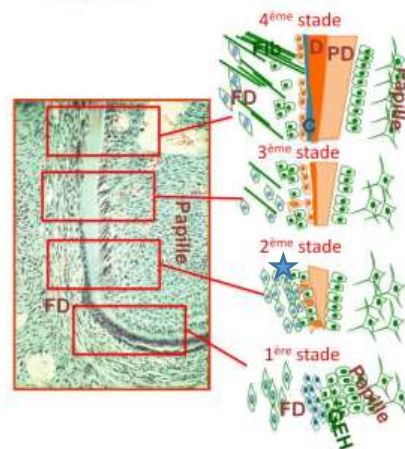
② Dès qu'apparaît une **fine couche** de **dentine minéralisée**, la **couche externe** de la **GEH** se **dissocie** au niveau **cervical**. Ce phénomène est consécutif à une **rupture localisée** de la **MBE** et une **pénétration** des **prolongements** des cellules du **FD** dans les **espaces cellulaires 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 radiculaire** (avant le dépôt de **cément**).

Au fur et à mesure de la **dentinogenèse radiculaire** 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 **MBE** permettant un **contact direct** des **cellules mésenchymateuses** sur la **dentine radiculaire** néoformée.

④ La **dentine radiculaire** 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 matricielle**. Ces cellules se différencient en **cémentoblastes**.



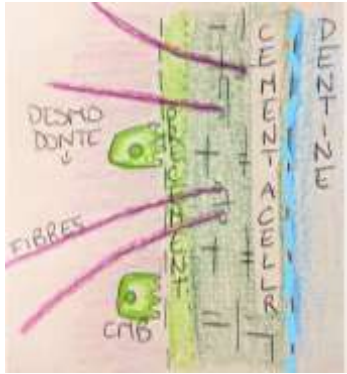
Certaines cellules de la **GEH**, en **position coronaire**, se **dissocient** et **dérivent dans le FD**, au sein du **ligament dento-alvéolaire** → **débris** ou **restes épithéliaux de Malassez**. ★★

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

**Cémentoblastes** : **Cuboïdes** avec de **finis 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 radiculaire 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 radiculaire.



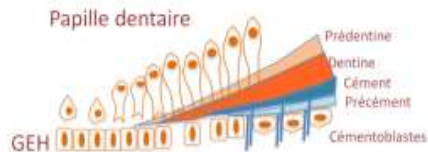
La **matrice cémentaire** contient aussi du **collagène** d'origine **fibroblastique (extrinsèque)** orienté **obliquement** ou **± perpendiculairement** à la surface radiculaire. Sa minéralisation se fait par dépôt de **cristaux d'hydroxyapatite**.

**Le ciment a donc une double origine :  
Cémentoblastes et Fibroblastes  
ligamentaires.**

## B) Formation du ciment acellulaire et cellulaire

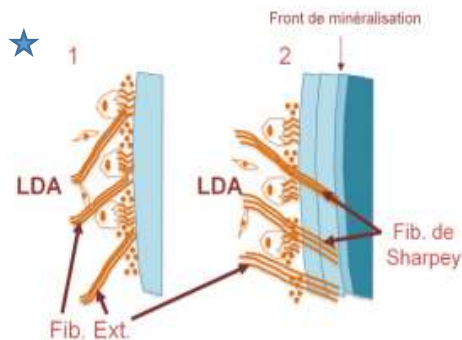
La limite entre **dentine** et **précément/cément** est très **imprécise**.

Les **centres initiaux** de **calcification** au sein du précément apparaissent à partir des **cristaux** de la **dentine adjacente**.



### ① Le Cément Acellulaire Fibrillaire Extrinsèque (CAFE).

Au cours des **premières étapes de la cémentogenèse**, processus excessivement **LENT 4**, 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 ciment 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 ciment déposées constituent le **cément secondaire, post éruptif** visible dès la **moitié apicale** de la racine. Ce ciment est **cellulaire** car le processus est **plus rapide** que la formation de ciment 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**.

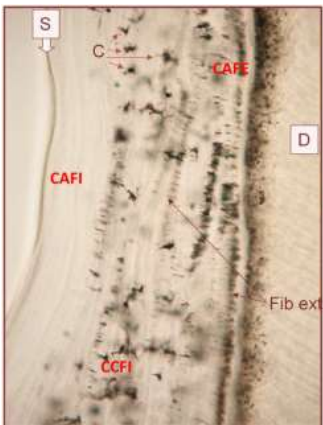
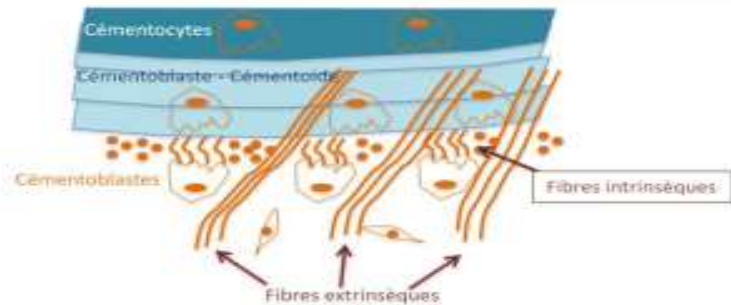
Une fois son environnement **minéralisé**, il est circonscrit par une **lacune** et devient un **cémentocyte** séparé d'une paroi cémentaire calcifiée par un **espace péri-cémentocytaire**.

Le **pourcentage** de **fibres extrinsèques** incluses dans ce ciment cellulaire sera **moins important** que dans le ciment 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 ciment.



### ③ Le Cément Mixte Cellulaire Stratifié (CMCS).

Au niveau des **zones 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 ciment se répartissant de **façon imprévisible** :

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

Sa formation est **rapide**.



### 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.

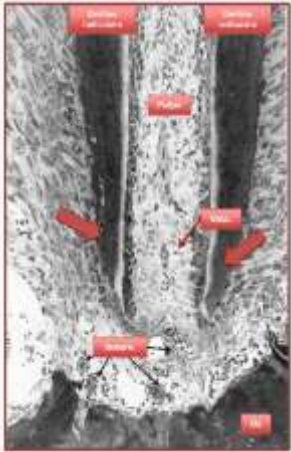
Il se forme **après** la fin de la **maturation pré-éruptive** de l'émail et éventuellement **pendant** l'**éruption** de la **dent**. Il ne contient **ni fibrilles collagéniques ni cellules**.

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

## IV) Apexogenèse

L'**édification de l'apex** **parachève le développement de la racine**★★ (ex : **1<sup>ère</sup> 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 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 **cément cellulaire** alternant avec de **fin**es couches de **cément 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 **remodèlent** 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.

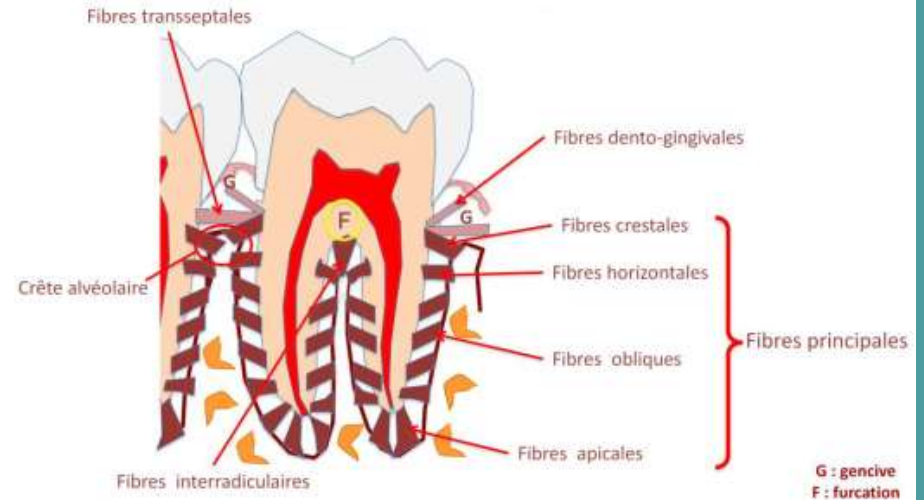
Ces fibres naissantes sont **regroupées** sous l'action des **cémentoblastes**, au cours du développement initial du **cément fibrillaire extrinsèque acellulaire (CAFE)**. Un tel processus est également observé du **côté osseux** lié à la présence de **fibroblastes ligamentaires** au niveau de la **paroi 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 **crestales**, **horizontales**, **obliques**, **apicales** et **interadicaulaires** en fonction du site.

Les fibres dites **interadicaulaires** s'étirent entre le **septum interadicaulaire** de l'**os** (sommets osseux situés entre deux alvéoles osseuses contenant les racines d'une même dent) et la zone de **furcation radiculaire** dentaire. ★

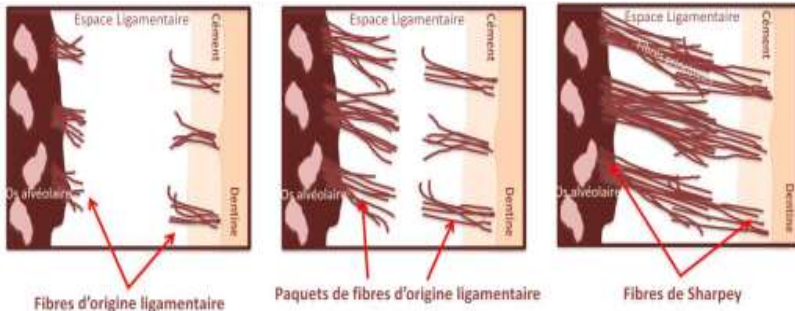


Initialement, ces fibres sont de **petites fibrilles de collagène** disposées en **brosse** qui émergent du **cément d'un côté** et de la **surface osseuse de l'autre**, et elles vont se projeter dans l'**espace ligamentaire**.

→ 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'arborescent**.

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**.

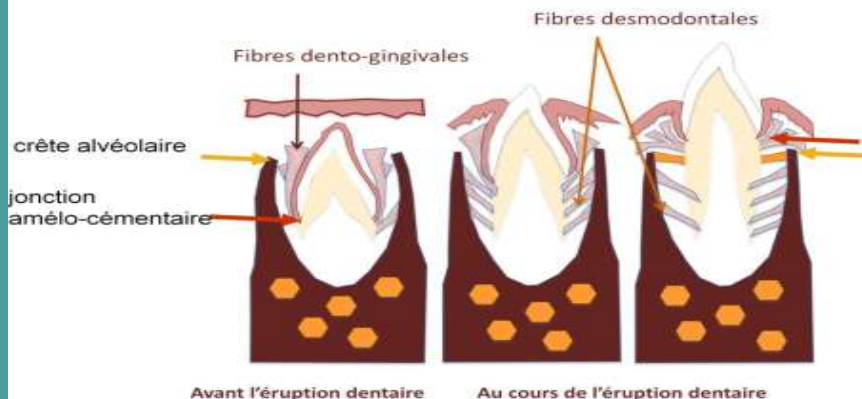


L'orientation des fibres collagéniques évolue en fonction de la formation du ligament dento-alvéolaire.

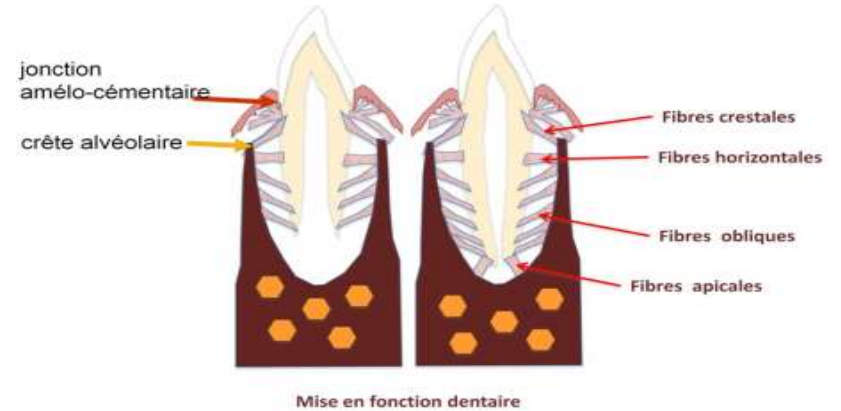
1) Avant que la dent fasse son éruption, la crête de l'os alvéolaire est située au-dessus de la JAC et les paquets de fibres du ligament dento-alvéolaire s'étirent tous obliquement de haut en bas, en direction du cément.

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.

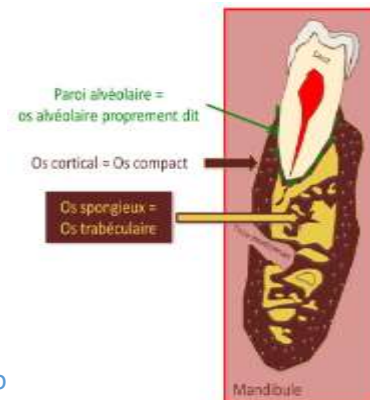


Les fibres crestaes alvéolaires deviennent de nouveau obliques mais de bas en haut, en direction du cément. La majorité des fibres principales (les 2/3) s'orientent dans une direction coronaire du cément à l'os alvéolaire, formant le groupe des fibres obliques.★



## VI) Mise en place de l'os alvéolaire

Parallèlement à la formation du LDA se développe l'os alvéolaire. 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 2) Os spongieux 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<sup>ème</sup> semaine 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 radriculaire**.

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**.★

*Amorce de l'ossification intra-membranaire : Elle passe à l'oral cette partie mais toujours sur le diapo donc lisez le quand même*

- 1) **Mésenchyme lâche**, (1<sup>er</sup> 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.**
- 4) Chez l'**embryon** puis le **foetus** → **Premiers foyers de nucléation** avec les **vésicules matricielles** issues des **prolongements ostéoblastiques** et concentrent le **calcium** sous forme **crystalline**.
- 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 **ovales** 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**.
- **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** : 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 **osition 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 fœtal** 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 **collagène** disposé **parallèlement** les uns aux autres et constituants 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**.

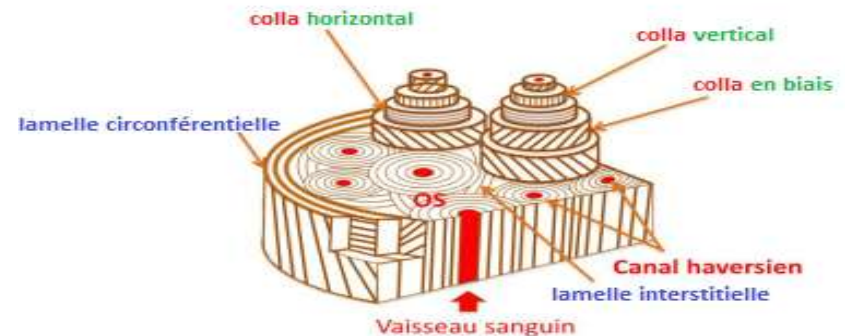
L'os lamellaire constitue, au niveau du **procès alvéolaire** :

- 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**.

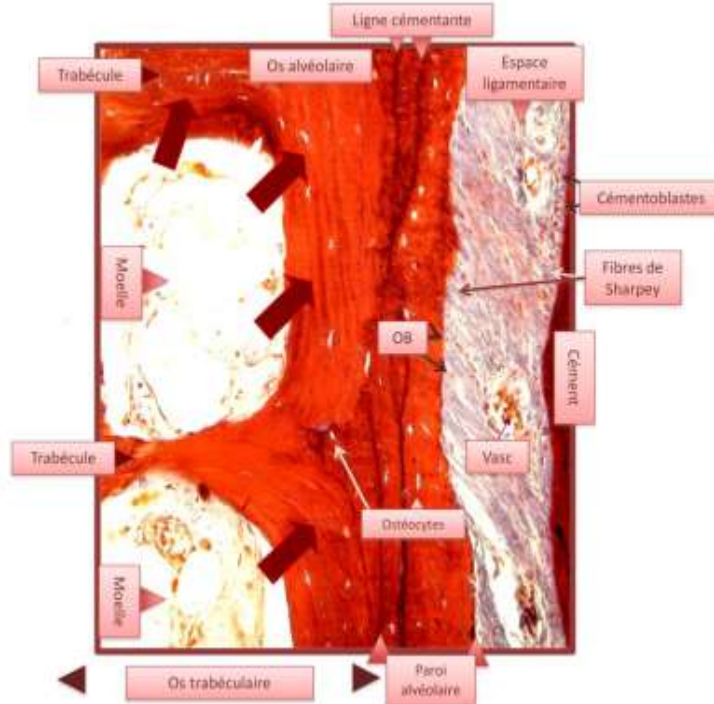
Ces canaux sont bordés par **4-20 lamelles osseuses concentriques**.

*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**.

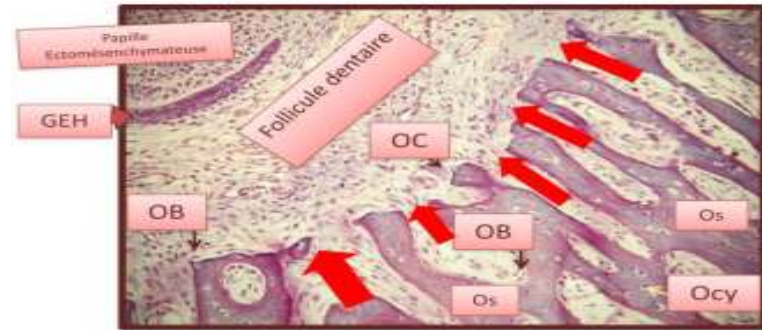
Les **espaces intertrabéculaires** sont occupés par la **moelle jaune (adipocytes)** mais aussi par de la **moelle rouge (hématopoétitique)**.



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

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** +++ 4 ★ 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 **cément**.

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.

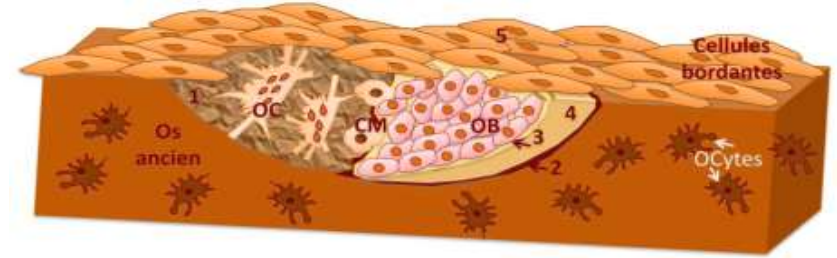
Le **remodelage** à la surface de l'**os trabéculaire** survient à travers une **activité coopérative** de cellules variées formant un compartiment fonctionnel temporaire appelé **unité multicellulaire basique** ou **unité de remodelage osseux**.

- **Le cycle de remodelage :**

- **Activation des ostéoclastes (multinucléés)**

- ① **Résorption** (→ **Lacune de résorption/Howship**).
- ② **Inversion**, les **cellules mononucléées** (proches des macrophages ou précurseurs ostéoblastiques) déposent la **ligne cémentante**. ★
- ③ **Formation** : les **ostéoblastes** sécrètent la **matrice ostéoïde**.
- ④ **Minéralisation**.
- ⑤ **Quiescence**, les **ostéoblastes** deviennent des **cellules bordantes** ou meurent par **apoptose** ou deviennent des **ostéocytes emmurés** dans l'os.

*Les cellules bordantes pourraient persister sous forme d'écran au-dessus de la lacune de résorption pendant le cycle de remodelage osseux. (osef je pense)*



**Conclusion (pas trop tôt..) :**

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**.

