

LA DENTINOGENÈSE

PLAN:

- ▶ I. Généralités
- ▶ II. La dentinogénèse
 - ▶ 1) Pré-odontoblaste
 - ▶ 2) Polarisation odontoblastique : odontoblaste
 - ▶ 3) Formation d'un prolongement au pôle apical
 - ▶ 4) Odontoblaste sécréteur
- ▶ III. La composition et maturation de la matrice dentinaire
- ▶ IV. La minéralisation de la matrice dentinaire
 - ▶ 1) Le transport du calcium à travers la couche odontoblastique
 - ▶ 2) La minéralisation de la prédentine entre les fibrilles d'ancrage
 - ▶ 3) La minéralisation de la prédentine entre les prolongements

I. Généralités

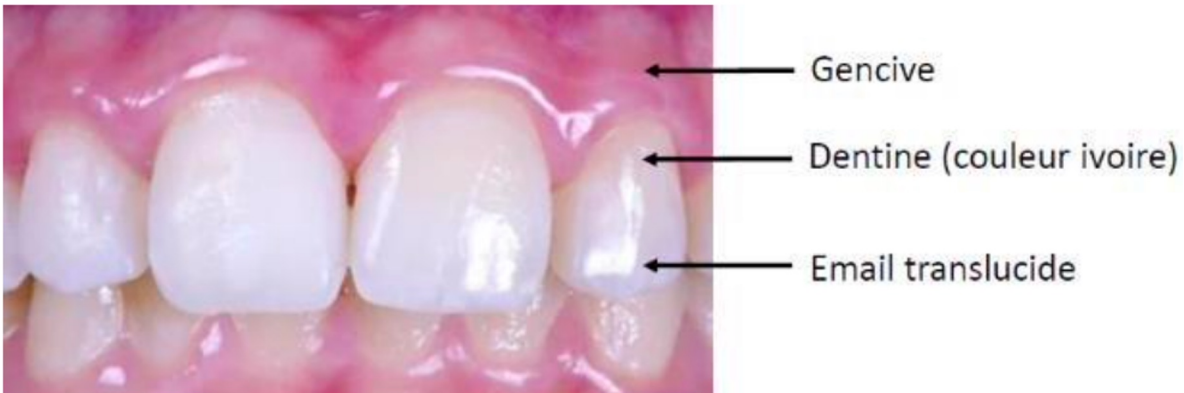
Dans la cavité buccale, la dentine est recouverte par de l'émail.

Émail → **translucide**

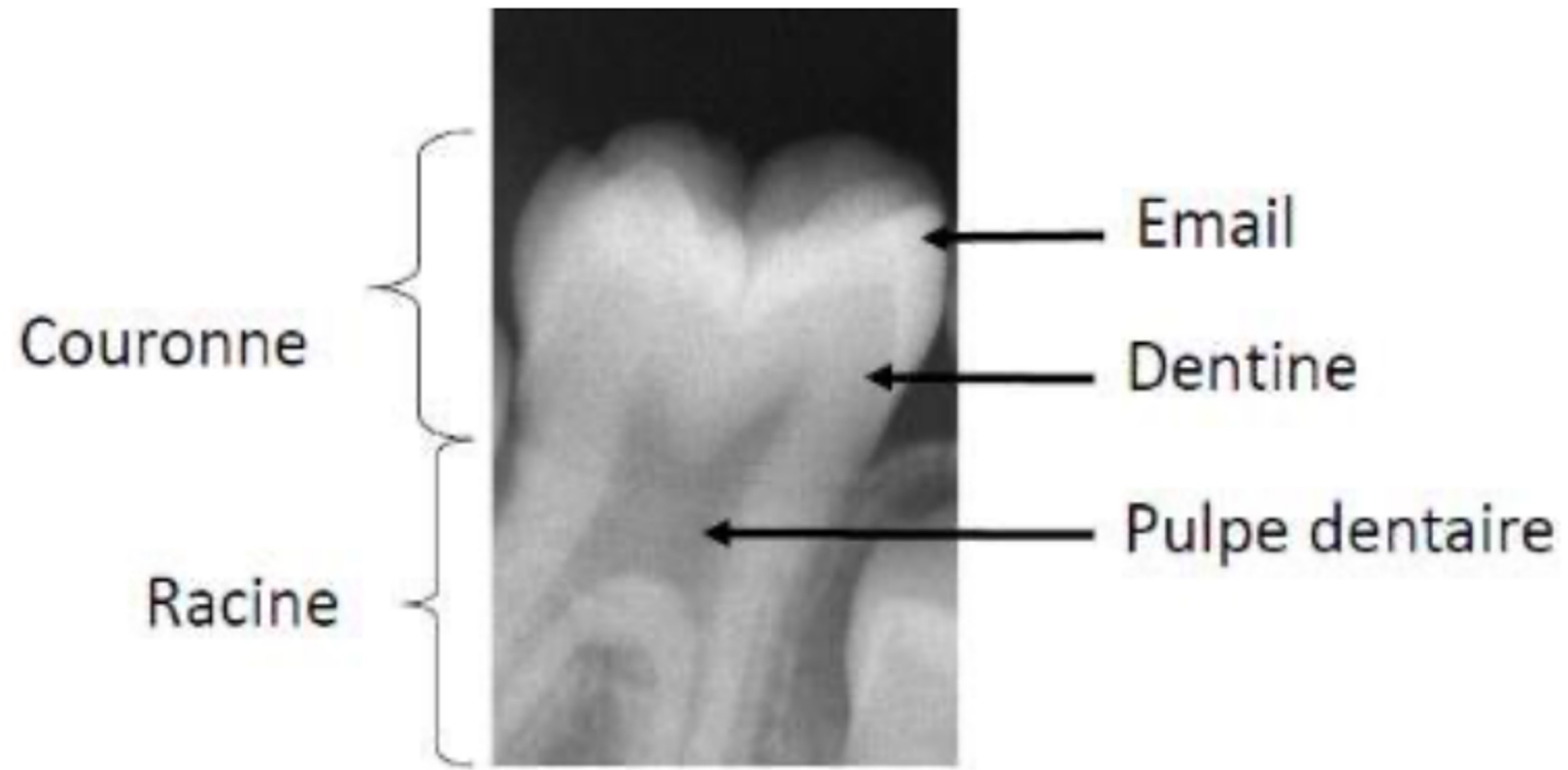
Dentine → **ivoire**, visible par transparence.

La dentine est composée de :

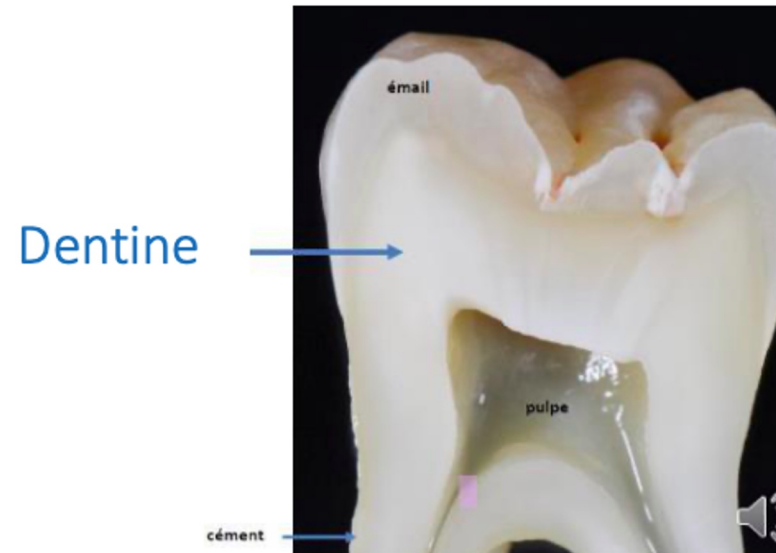
- **70%** de minéral : cristaux d'hydroxyapatite carbonatée
- **20%** de matière organique : collagène de type 1
- **10%** d'eau



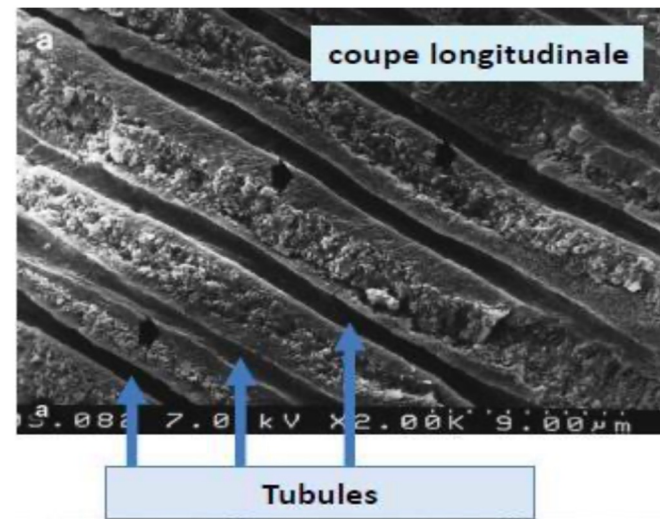
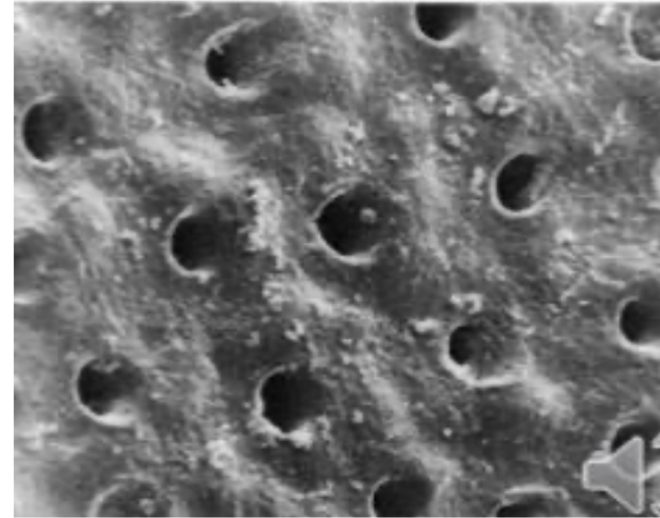
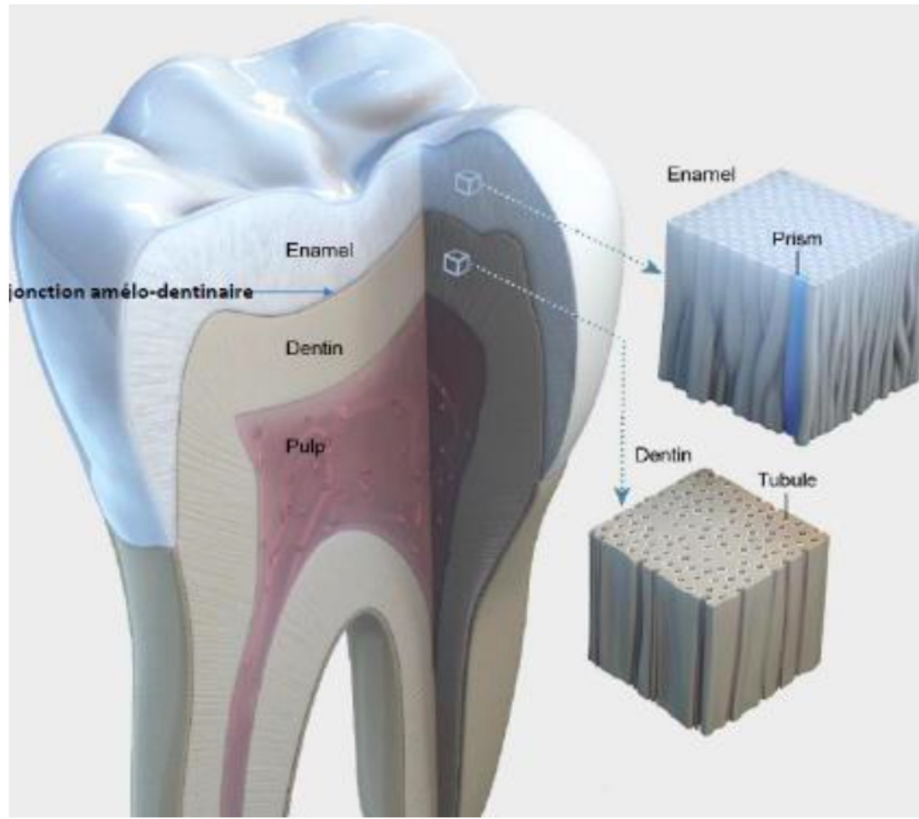
La dentine est un tissu MINÉRALISÉ

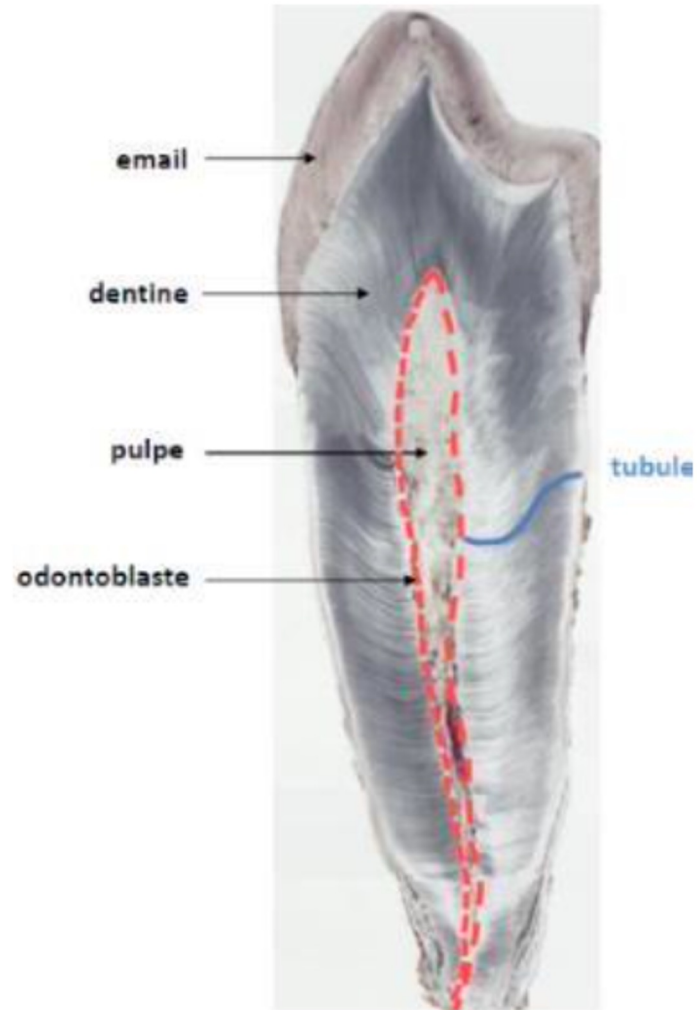
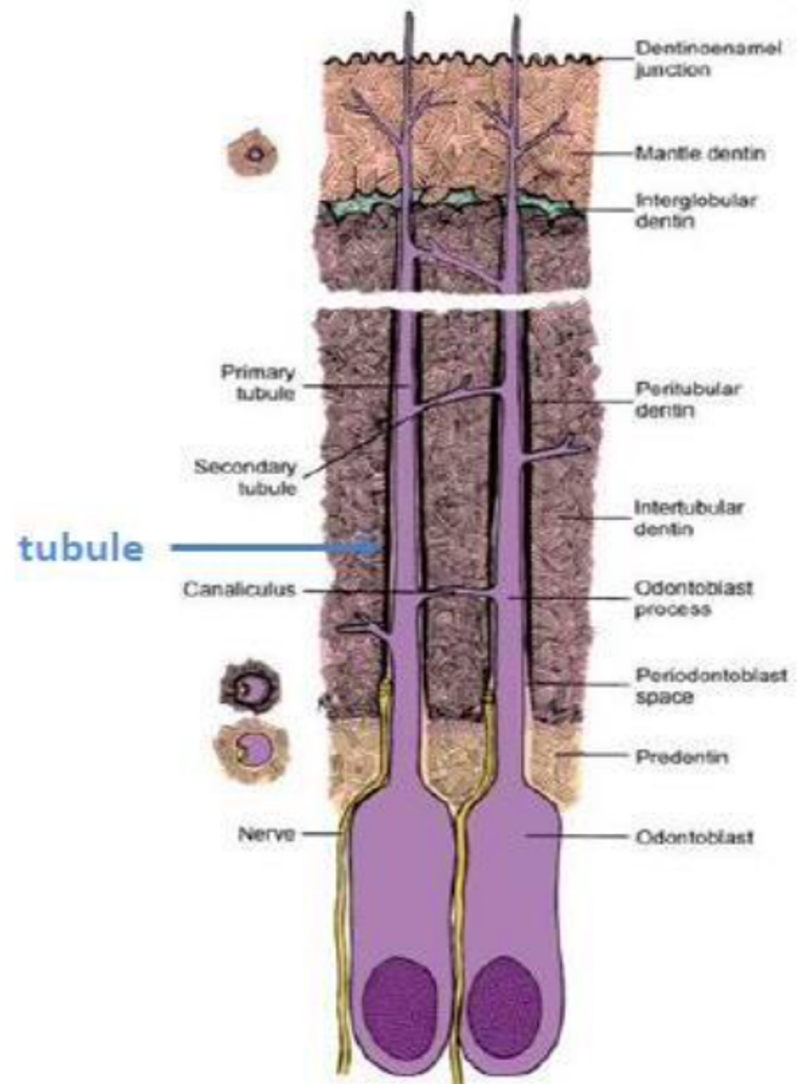


La **dentine** occupe le volume le plus important de la dent. Elle contient en périphérie des **odontoblastes** qui vont permettre la synthèse de la dentine.



LES TUBULES:





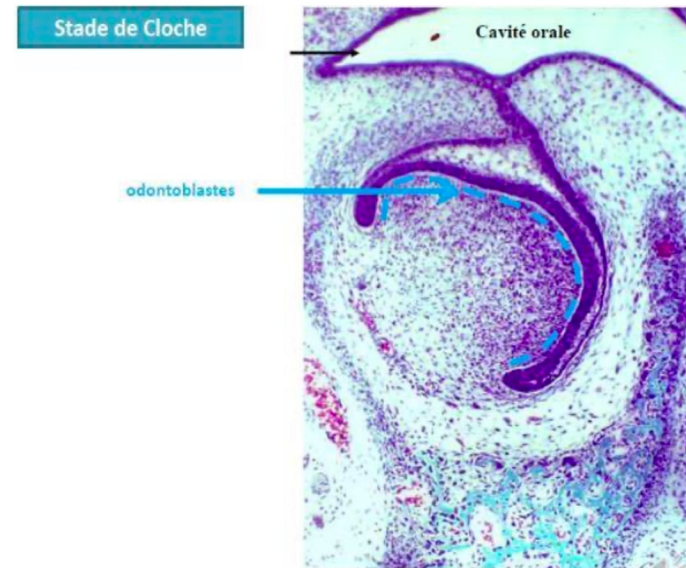
II. Dentinogénèse

La dentine a une origine **mésenchymateuse**. +++

La **dentinogénèse** est la formation de la dentine par les odontoblastes. Elle se fait en deux étapes :

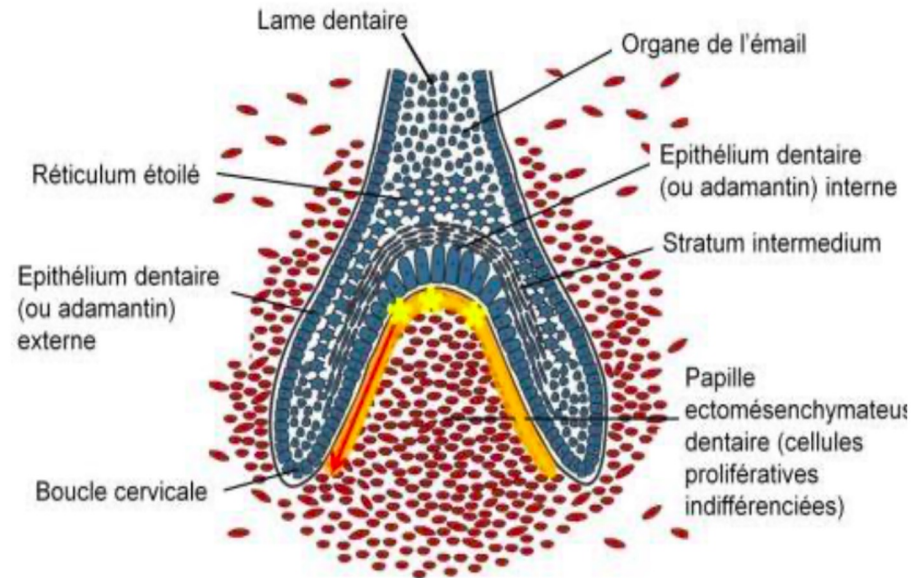
1. **synthèse et sécrétion** de la prédentine
2. **dépôt du minéral**

Contrairement à la formation de l'émail (limitée dans le temps), la formation de la dentine peut se faire **tout au long de la vie**.



La différenciation des odontoblastes:

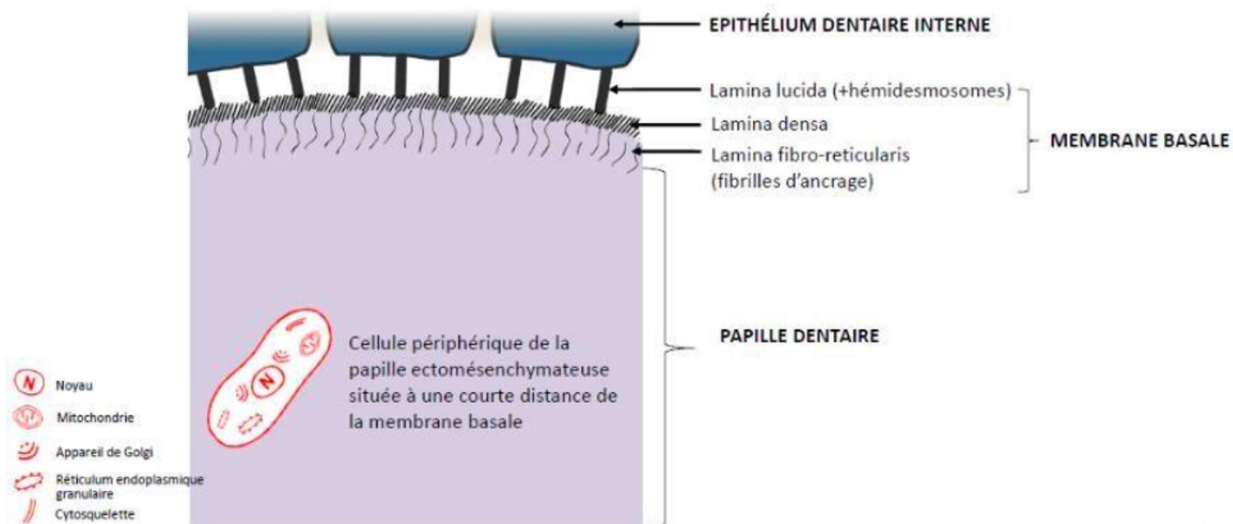
Elle commence au sommet de la cloche et va se diriger vers la zone cervicale (boucle cervicale) selon un schéma temporo-spatial précis.



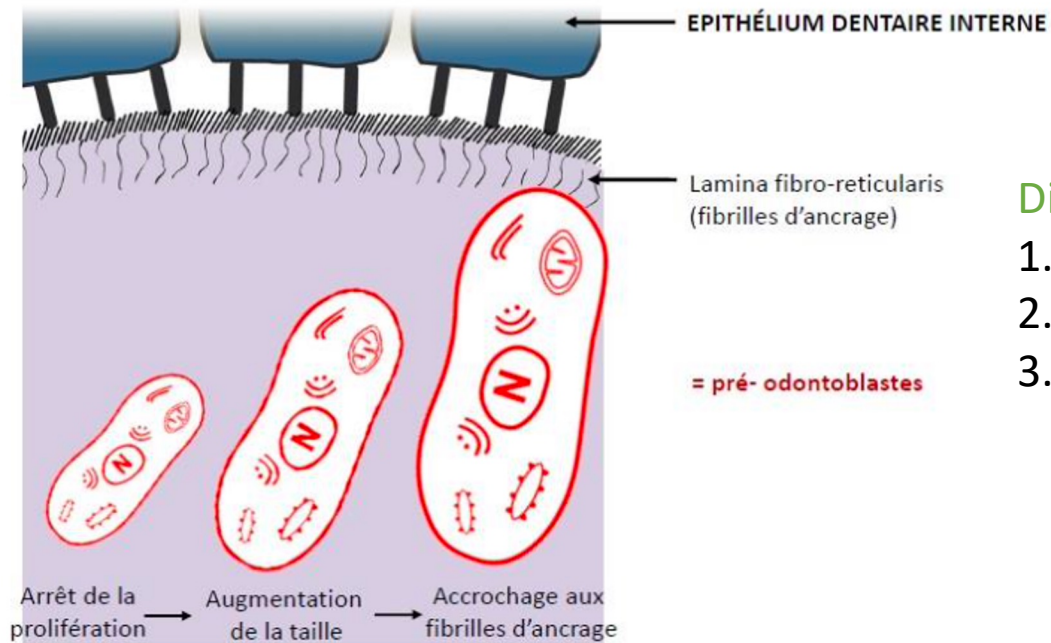
L'EDI est séparé de la PEM par la **membrane basale** dont la composition est :

- La **lamina lucida** : permet l'attachement de l'EDI à la lamina densa par de nombreux hémidesmosomes
- La **lamina densa** : constitue l'armature de cette MB
- La **lamina fibroreticularis** : assure l'attachement de la MB à la PEM par de nombreuses fibrilles d'ancrage

Ce sont les cellules périphériques de la PEM, situées à une courte distance de l'EDI et de la MB (quelques microns), qui vont se transformer en **odontoblastes**.



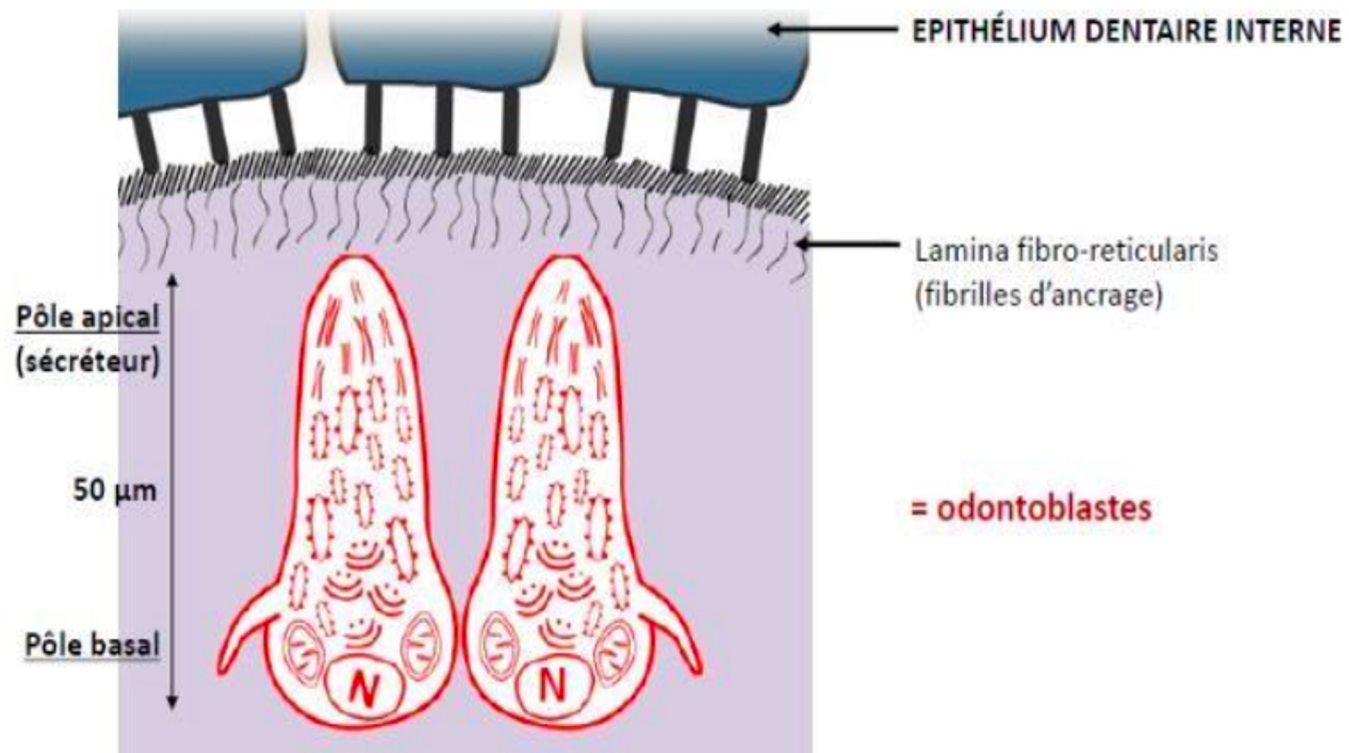
1) Pré-odontoblaste



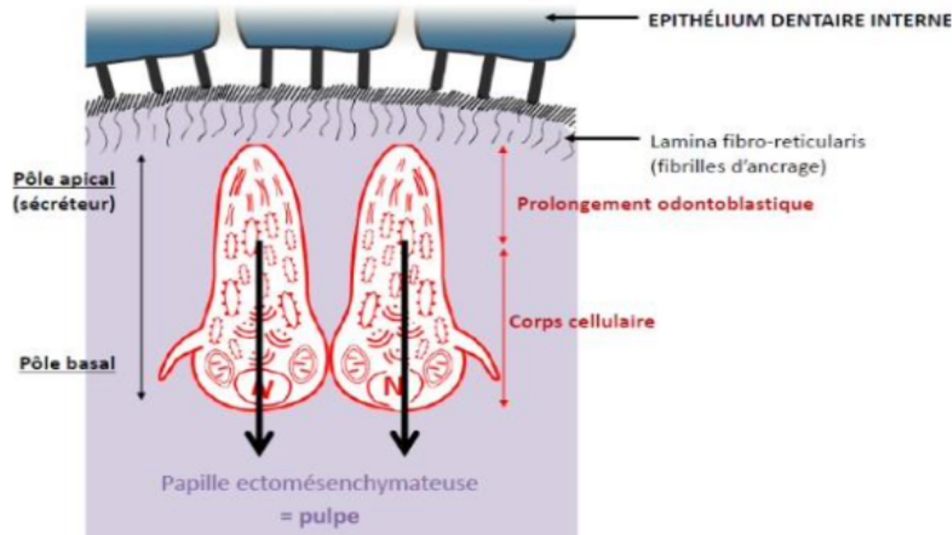
Différenciation odontoblastique +++ :

1. Arrêt de la prolifération cellulaire
2. Augmentation de la taille des cellules
3. Accrochage par leur membrane plasmique aux fibrilles d'ancrage → **pré-odontoblaste**

2) Polarisation odontoblastique → odontoblaste

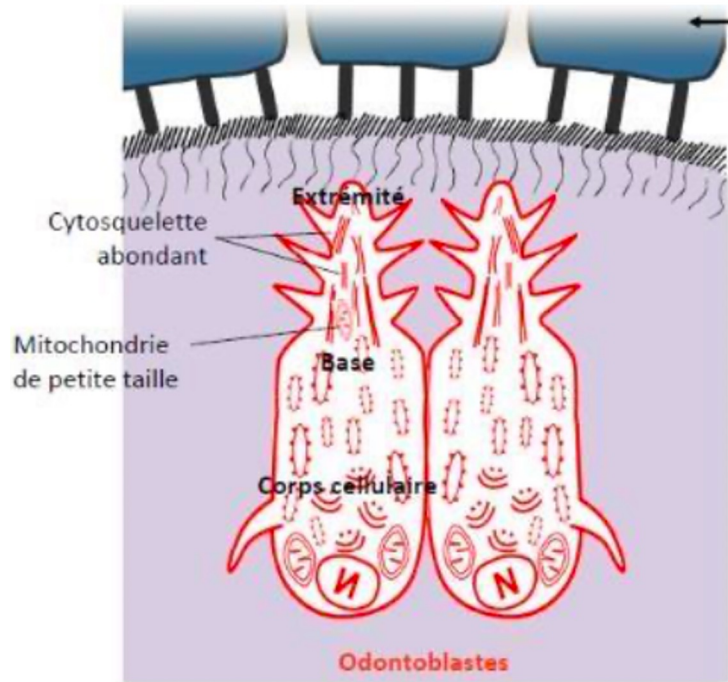


3) Formation d'un prolongement au pôle apical



Un **prolongement** se forme au pôle apical, au contact des fibrilles d'ancrage. Son allongement entraîne le recul des corps cellulaires odontoblastiques en direction du centre de la papille ectomésenchymateuse (PEM).

Dès la différenciation des premiers odontoblastes, la **PEM** prend le nom de **pulpe dentaire** +++



Le prolongement contient un cytosquelette abondant.

Il ne contient PAS d'organites de synthèse sauf quelques mitochondries de petite taille présentes à sa base, dans la région voisine du corps cellulaire.

Il contiendra plus tard, au moment de la production de la pré dentine, des vésicules de sécrétion renfermant les constituants de la pré dentine.

- ▶ À la limite entre le corps cellulaire et le prolongement odontoblastique, de nombreux **filaments d'actine** et de **vimentine** viennent se fixer sur la face interne de la membrane plasmique → **toile terminale**.
- ▶ La toile terminale fonctionne comme un filtre. Le passage des vésicules a lieu dans la partie centrale car la toile est plus lâche à ce niveau.
- ▶ A l'endroit de la membrane plasmique où s'accroche la toile terminale, on a un **complexe circulaire de jonctions intercellulaires**. Il relie l'odontoblaste aux odontoblastes voisins et est constitué de jonctions adhérentes et de quelques jonctions serrées. +++

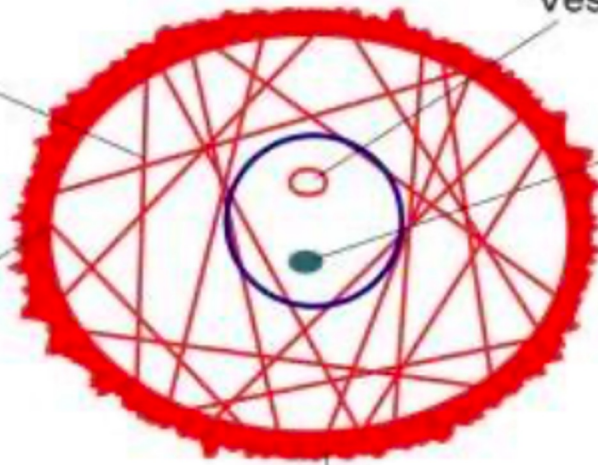
Filaments
intracytoplasmiques
d'actine et de vimentine

Membrane plasmique

Vésicule de sécrétion

Vésicule d'endocytose

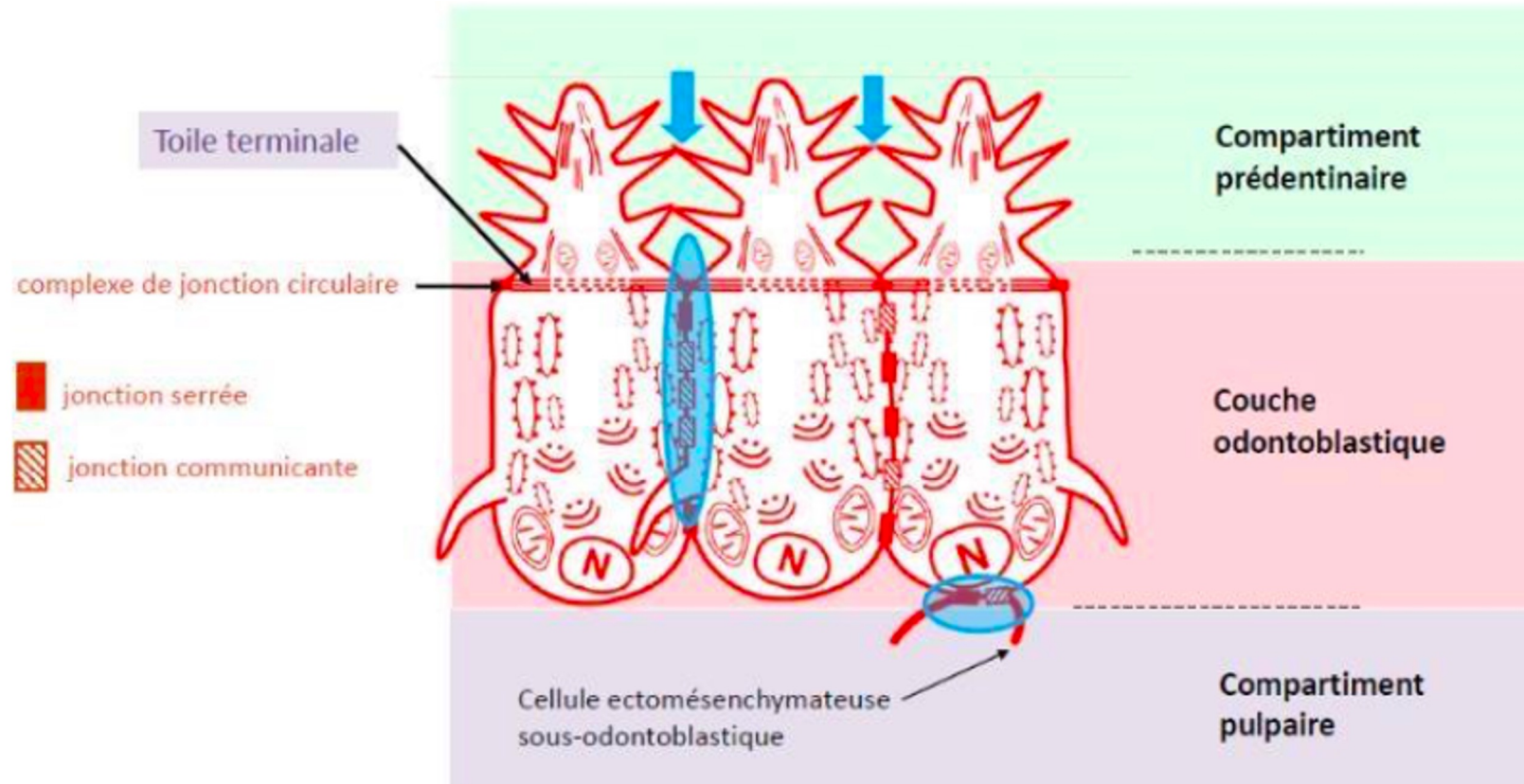
Complexe de jonction circulaire
(jonctions adhérentes et serrées)



En marge de la **toile terminale**, des jonctions communicantes et jonctions serrées apparaissent entre :

- les odontoblastes voisins
- les odontoblastes et les cellules sous-odontoblastiques
- les ramifications des prolongements odontoblastiques avec les ramifications des prolongements adjacents

Ceci va permettre de créer un **réseau tridimensionnel** à l'intérieur de la dentine pour que les odontoblastes puissent échanger des informations sur les modifications de leur environnement dentinaire.



4) Odontoblaste sécréteur

Une fois la couche odontoblastique formée, les odontoblastes vont se différencier sur le plan fonctionnel et synthétiser les constituants de la prédentine, qui seront secrétés :

- entre les **fibrilles d'ancrage** de la MB
- autour des **prolongements odontoblastiques**

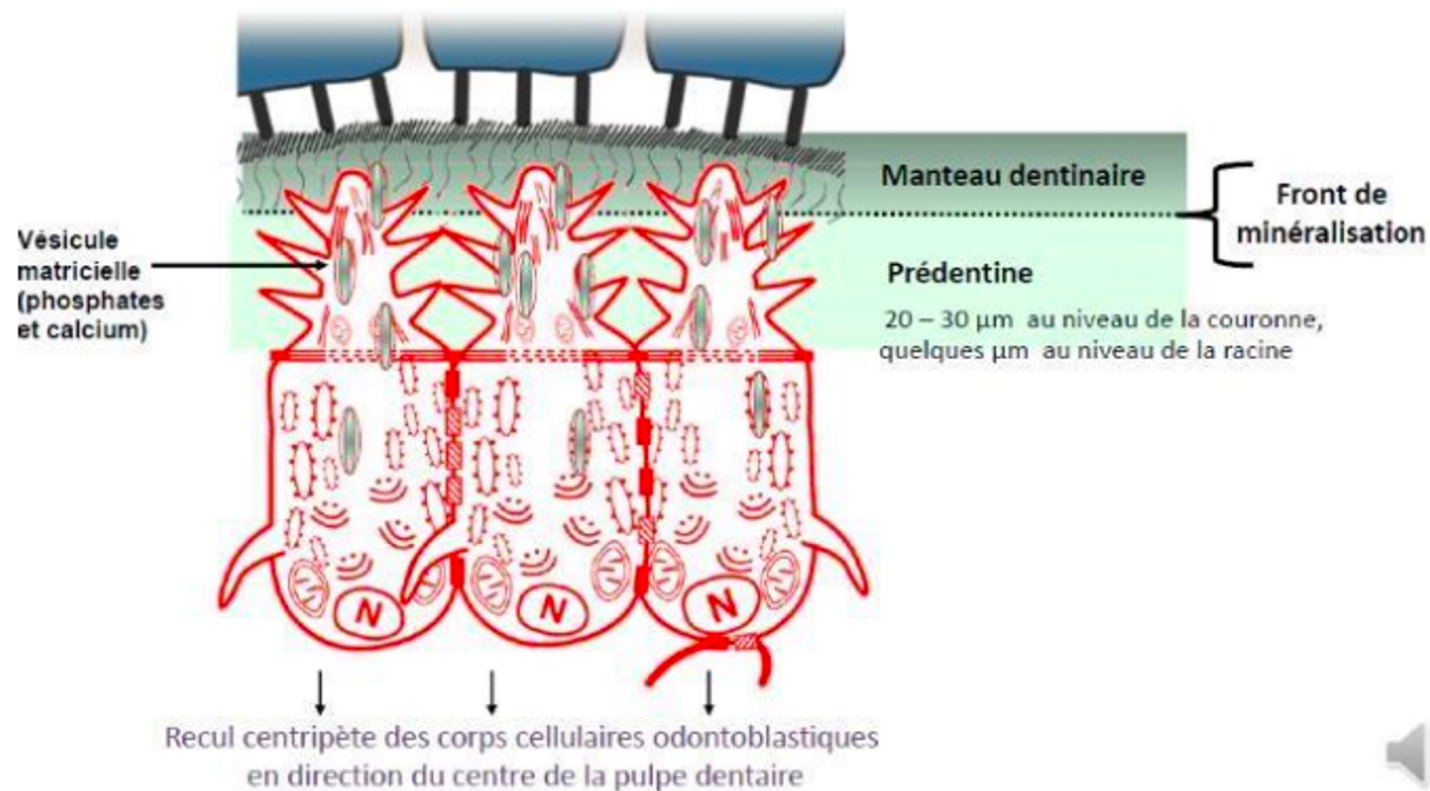
Sécrétion prédentine → Maturation → Minéralisation → DENTINE

Cette première couche de dentine est appelée **manteau dentinaire**.

Les **ions phosphate et calcium** nécessaires à la minéralisation sont apportés par des vésicules matricielles issues du prolongement odontoblastique.

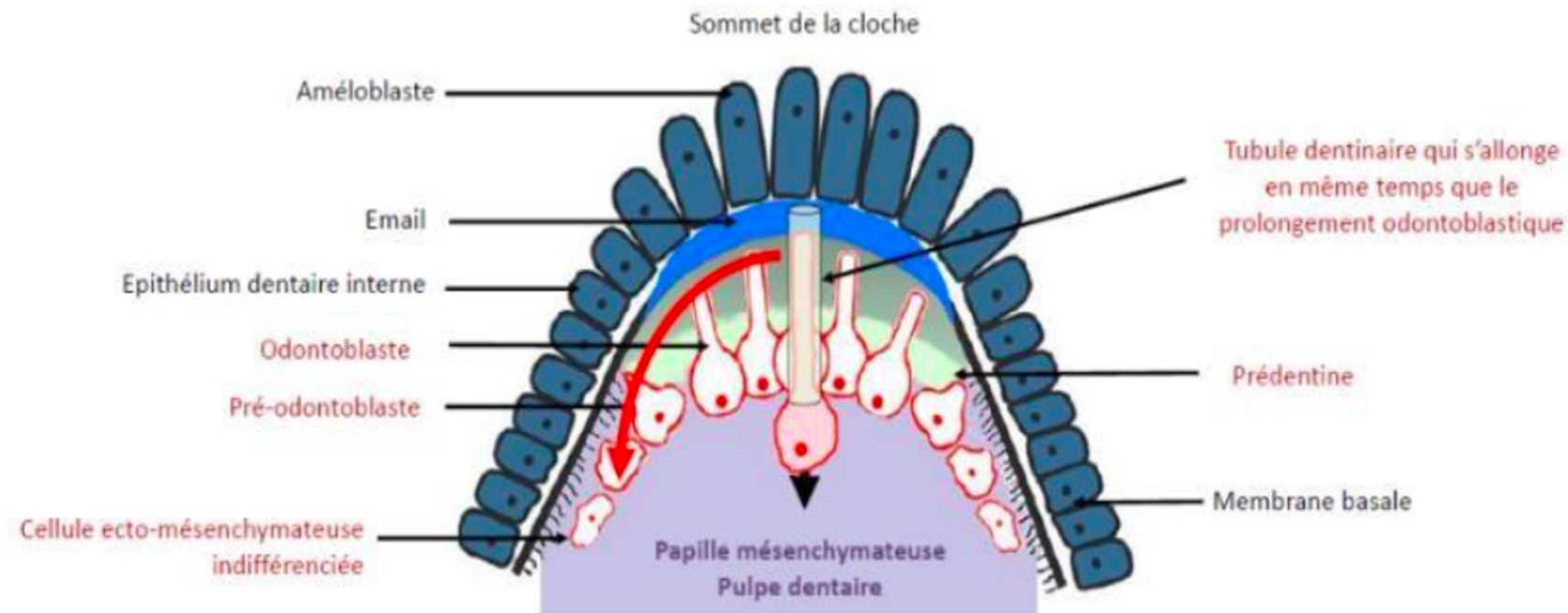
Minéralisation : épaisseur prédentine **20-30 μm** (couronne) et quelques microns (racine).

L'interface entre la prédentine non minéralisée et la dentine minéralisée est appelée le **front de minéralisation**.



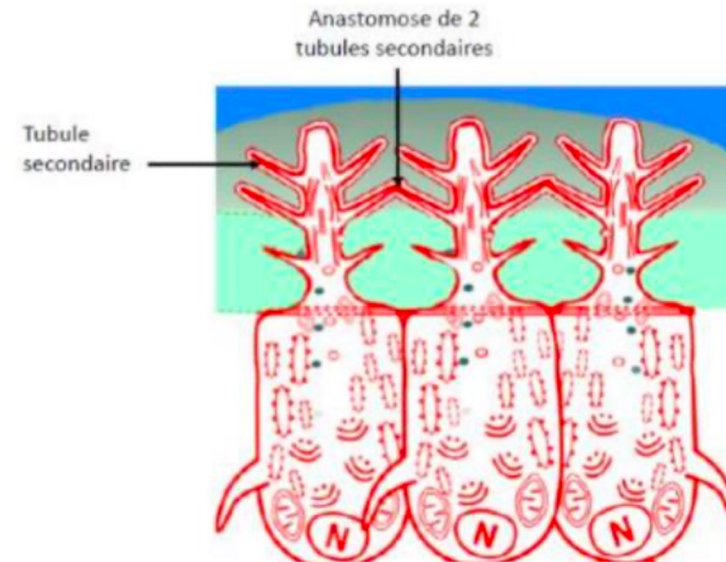
La croissance en épaisseur de la dentine, entraîne le recul **centripète** du corps cellulaire odontoblastique en direction du centre de la pulpe dentaire.

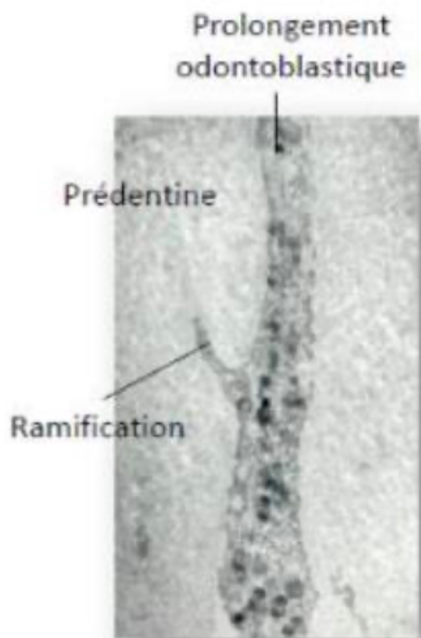
La production de dentine commence au sommet des cuspidés, pour se poursuivre en direction du collet des dents.



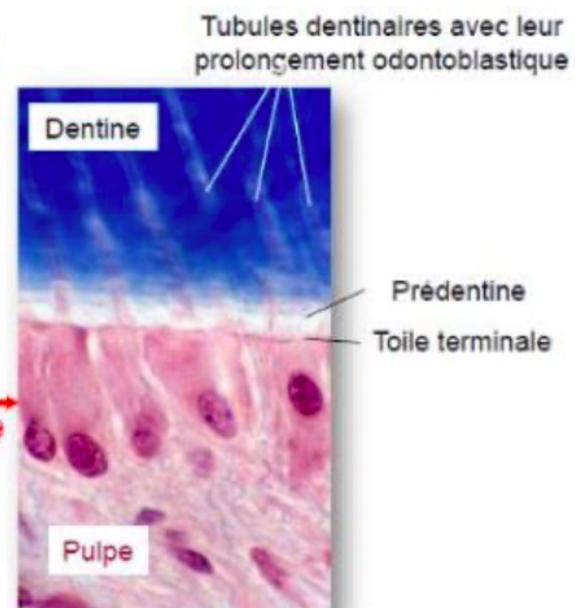
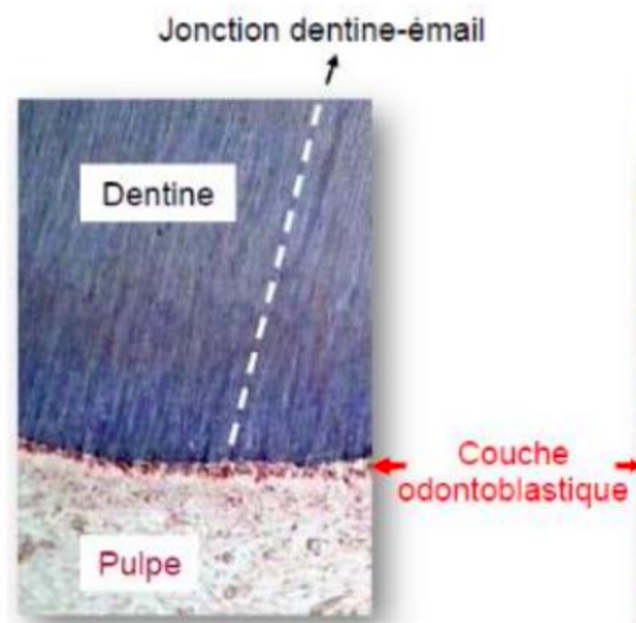
Ce phénomène s'accroît progressivement et on a une augmentation de la taille du prolongement ainsi que du **tubule dentinaire** dans lequel il se trouve.

Aux tubules s'ajoutent des **tubules secondaires** autour des ramifications des prolongements principaux. La plupart des tubules sont anastomosés avec les tubules voisins.





Prolongement odontoblastique traversant la prédentine. Microscopie électronique à transmission.

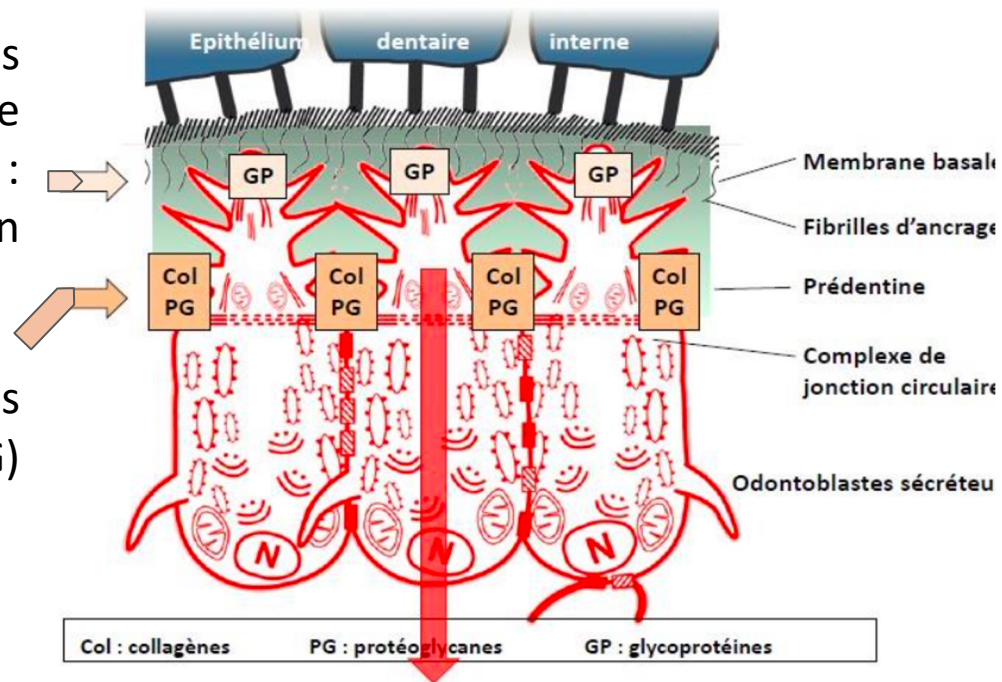


III. Composition et maturation de la matrice dentinaire

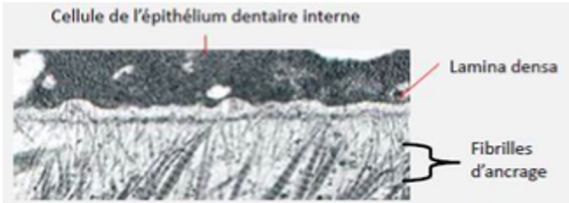

La matrice dentinaire contient essentiellement du **collagène 1**, mais aussi en quantité relativement importante des **glycoprotéines non-collagéniques** impliquées dans la minéralisation et en plus faible quantité d'autres types de collagène, **protéoglycanes**, **métalloprotéases matricielles**, **facteurs de croissance** et divers composants (protéines de l'émail, protéines sériques et phospholipides).

Sites principaux de sécrétion

- À l'extrémité du prolongement à proximité des fibrilles d'ancrage entre lesquelles la première couche de minéral va être déposée : **glycoprotéines** (GP) qui régulent la minéralisation de la prédentine
- À la base du prolongement à proximité du corps cellulaire : **collagène** (Col) + **protéoglycanes** (PG)

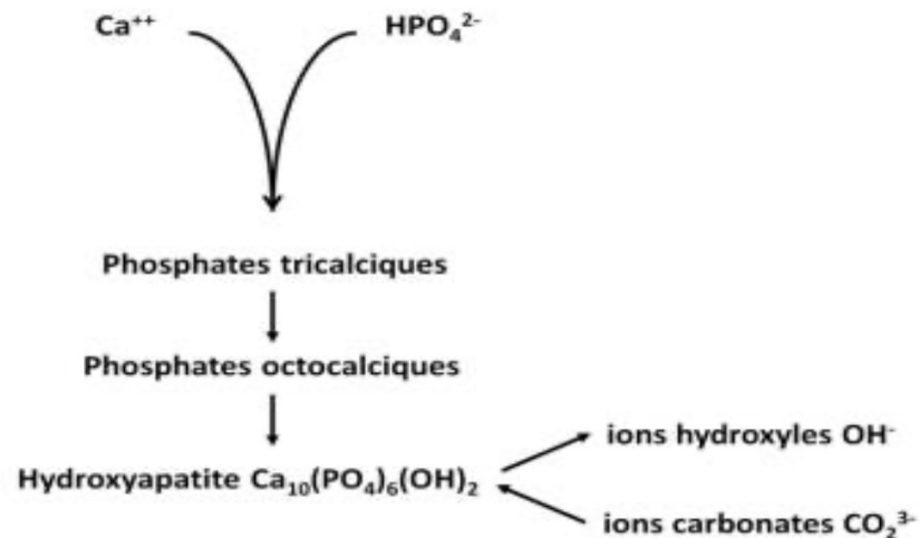


Le collagène

	Prédentine entre les fibrilles d'ancrage (première couche)	Prédentine autour des prolongements
Taille des fibres de collagène	petites	grosses
Orientation par rapport aux fibrilles d'ancrage	parallèles	perpendiculaires
Rôle	<p>Renforcent la cohésion entre la dentine et la 1^{ère} couche d'émail qui sera déposée sur le manteau dentinaire.</p> 	<p>Confèrent au tissu une certaine élasticité qui lui permet d'amortir les chocs que subit la dentine lors de la mastication.</p> 

IV. Minéralisation de la matrice dentinaire

- ▶ **70%** de minéral sous forme d'**hydroxyapatite**
- ▶ **$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$**
- ▶ Souvent hydroxyapatite carbonatée



1) Transport du calcium à travers la couche odontoblastique

Au cours de la dentinogénèse, une quantité importante de calcium est transportée à travers la couche odontoblastique depuis les **capillaires sanguins sous-odontoblastiques** jusqu'à la **prédentine**.

Les odontoblastes étant reliés par des jonctions serrées peu perméables au calcium, la majeure partie de cet ion transite par le **cytoplasme odontoblastique**.

Entrée et transport

- ▶ Les **vésicules d'endocytose** capables de se déplacer jusqu'au pôle apical
- ▶ Les **canaux calciques** de la membrane cellulaire : l'ion se déplace ensuite en liant :
 - Des **protéines de liaison** → calcium binding proteins (CaBP) comme les **calbindines-D** (9-28 kDa) dans le **cytoplasme**.
 - Des **protéines acides de la membrane** → les **annexines** lient fortement le calcium et les phospholipides membranaires et se déplacent le long du **feuillet interne** de la **membrane plasmique**.

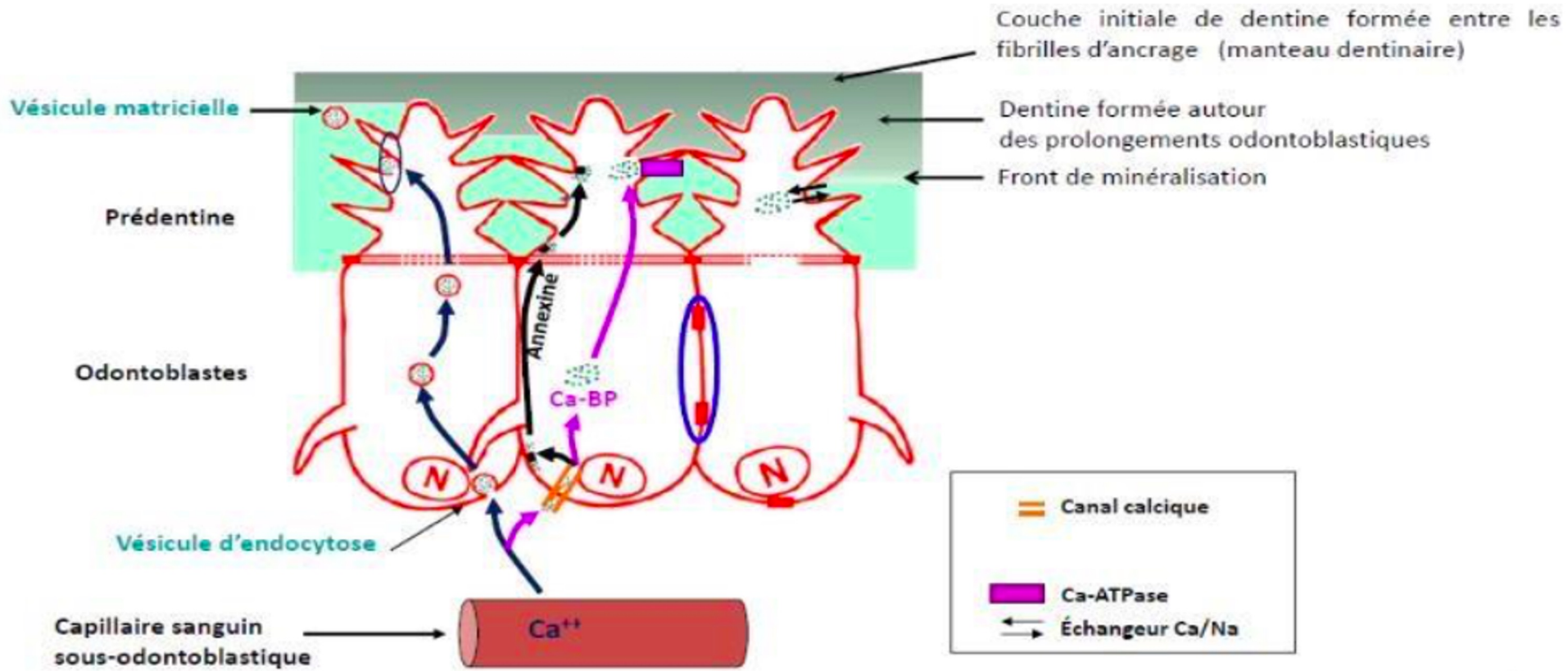
Sortie

► Entre les fibrilles d'ancrage :

Le calcium est stocké dans des **vésicules matricielles** qui bourgeonnent à partir de la membrane plasmique du prolongement odontoblastique. À l'intérieur de ces vésicules a lieu la formation des **cristaux d'hydroxyapatite**. +++

► Autour des prolongements odontoblastiques :

Il n'y a PAS de formation de vésicule matricielle et le calcium sort directement de la cellule dans la matrice pré-dentinaire. Le calcium sort par **Ca-ATPases** ou des **échangeurs sodium/calcium** situés dans la membrane du prolongement odontoblastique à proximité du front de minéralisation.



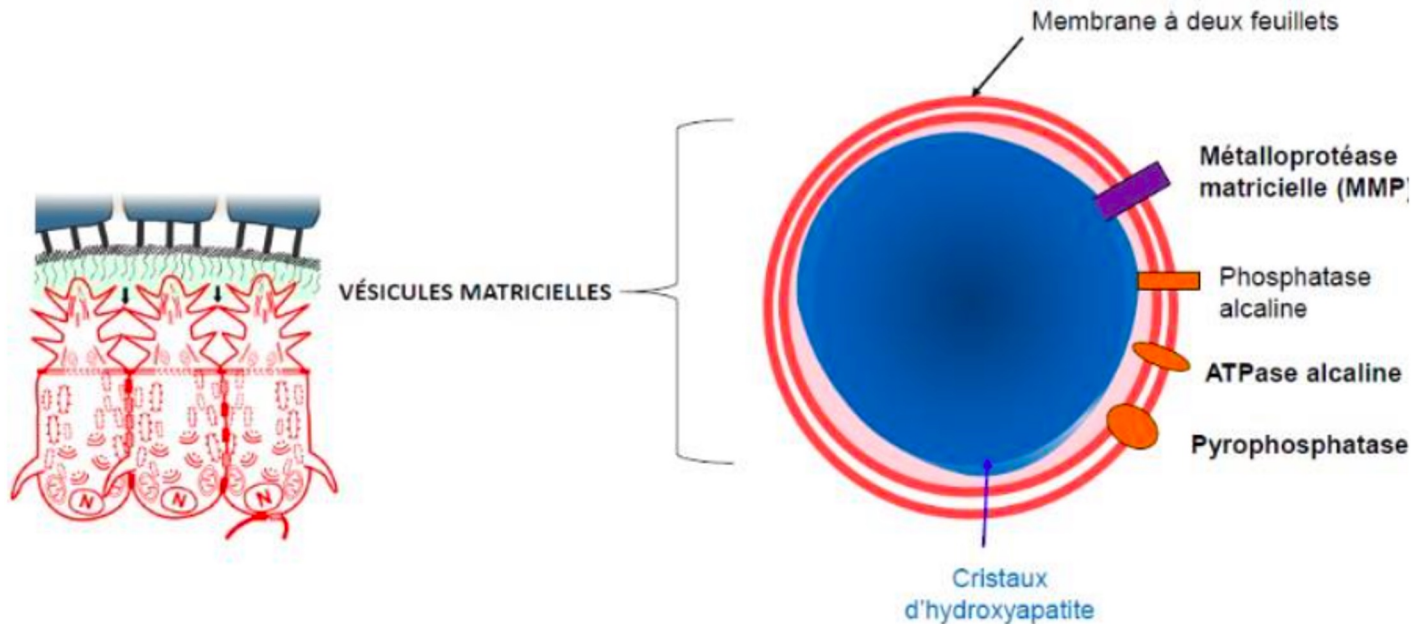
2) Minéralisation de la prédentine entre les fibrilles d'ancrage

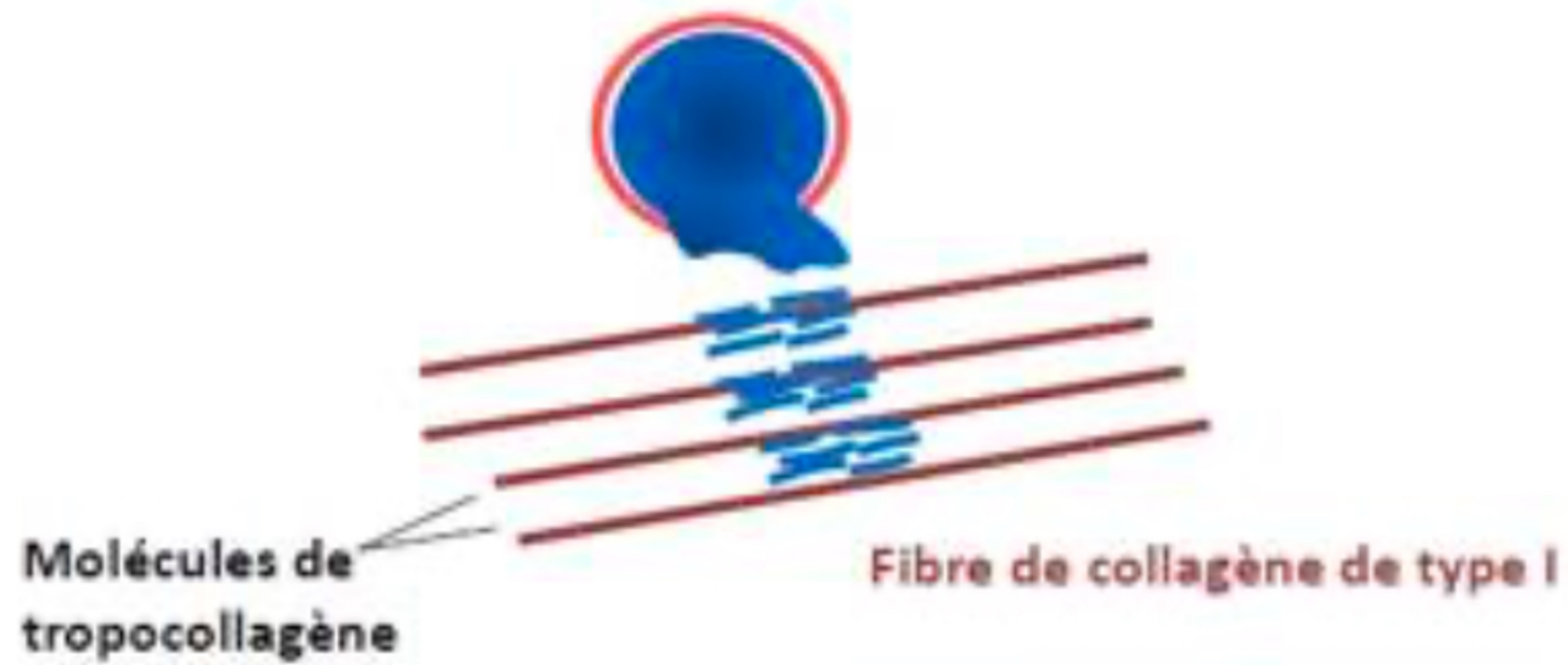
La minéralisation entre les fibrilles d'ancrage dépend de la formation de cristaux d'HA, à partir d'ions calcium et phosphate contenus à l'intérieur de **vésicules matricielles**.

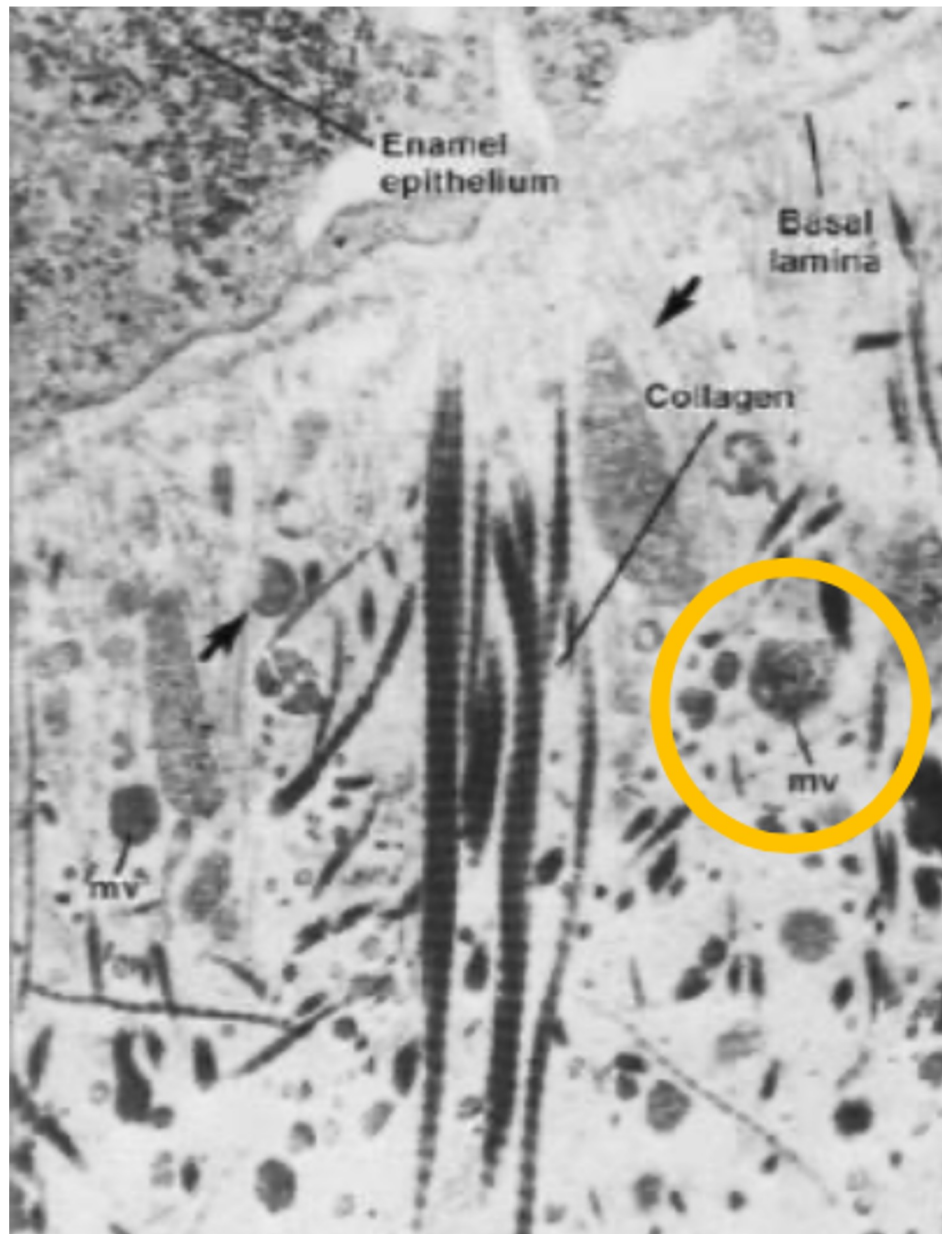
Phosphates de calcium → **hydroxyapatite**

Les cristaux d'hydroxyapatite sont d'abord formés :

- À proximité du feuillet interne de la membrane vésiculaire, en relation avec les **phospholipides membranaires**
- Au centre des vésicules, en relation avec des molécules qui lient le calcium comme les **calbindines**



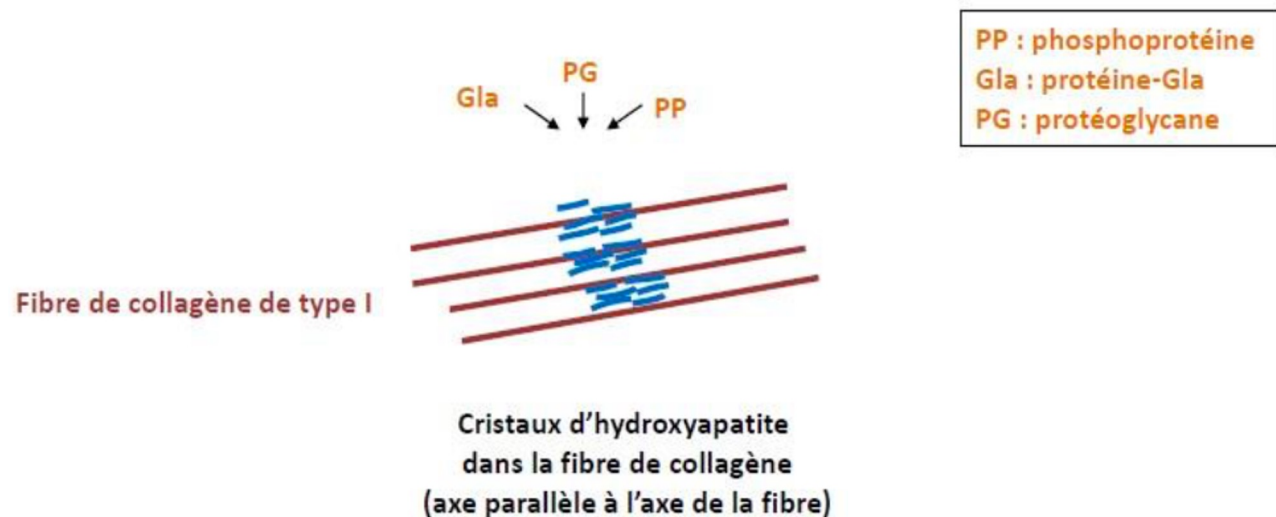




3) Minéralisation de la prédentine autour des prolongements odontoblastiques

La minéralisation autour des prolongements odontoblastiques a lieu directement dans la **matrice** car il n'y a pas de vésicules matricielles dans la prédentine à ce niveau.

Les cristaux d'**hydroxyapatite** se forment directement à l'intérieur des fibres de collagène 1.



Fin

