

**SCOOBY-DOODONTO**

Vous présente

# L'AMÉLOGÉNÈSE

By Const'encéphale



## PLAN

### I. Généralités

### II. L'amélogénèse

- 1) Améloblaste pré sécréteur
- 2) Améloblaste sécréteur sans prolongement de Tomes
- 3) Améloblaste sécréteur avec prolongement de Tomes
  - a) Enaméline
  - b) Tuftéline
  - c) Améloblastine
  - d) Amélogénine
  - e) Protéases
- 4) Améloblaste de transition
- 5) Améloblaste de maturation
- 6) Améloblaste de protection

## I. Généralités

L'émail, qui recouvre la couronne des dents, est une **structure** (pas un tissu car acellulaire) avasculaire et non innervé.

L'émail est la structure la plus minéralisée du corps :

- 96% de minéraux - 3,2% d'eau
- 0,8% de protéines

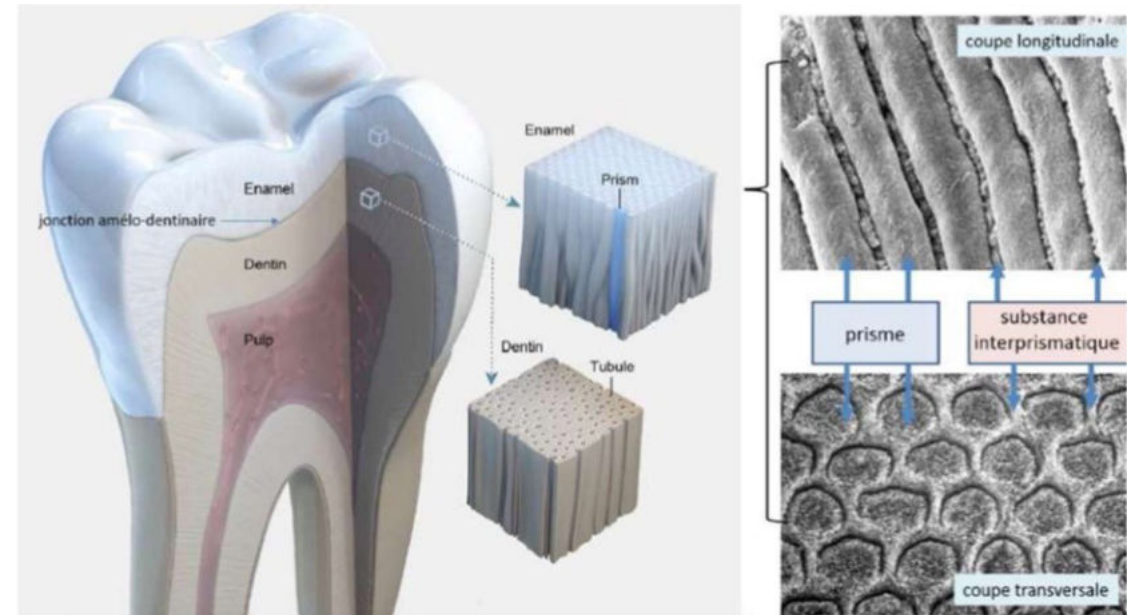


Au niveau microscopique, on observe que l'émail est organisé en **prismes** et **substance interprismatique** (SIP), qui sont tous les deux composés de cristaux ou cristallites apatites carbonatées formés d'**hydroxyapatites**.

Hydroxyapatite ->  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

Cependant, elle est souvent polysubstituée : le radical hydroxyle (OH) est remplacé par du **carbonate** ou des **ions fluor**.

Jonction amélo-dentinaire -> surface



## II. Amélogénèse

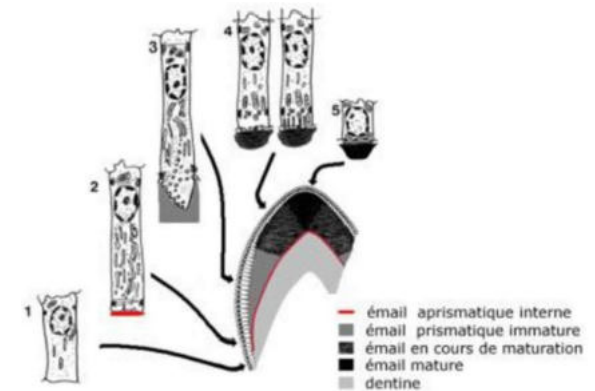
L'émail est d'origine **ectodermique**.

La première couche d'émail apparaît chez un embryon humain à la **14ème semaine in utéro** au niveau des germes des incisives centrales temporaires et peut aller jusqu'à **5 ans** pour certaines dents

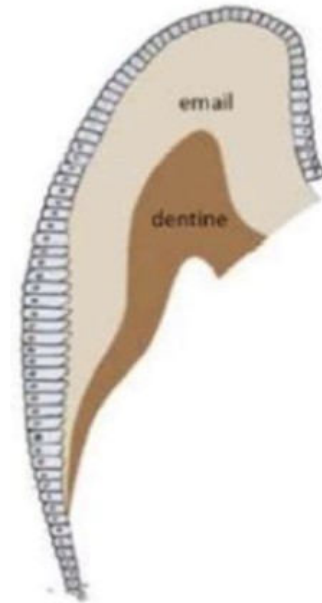
L'amélogénèse est la formation de l'émail par l'améloblaste.

Elle comprend :

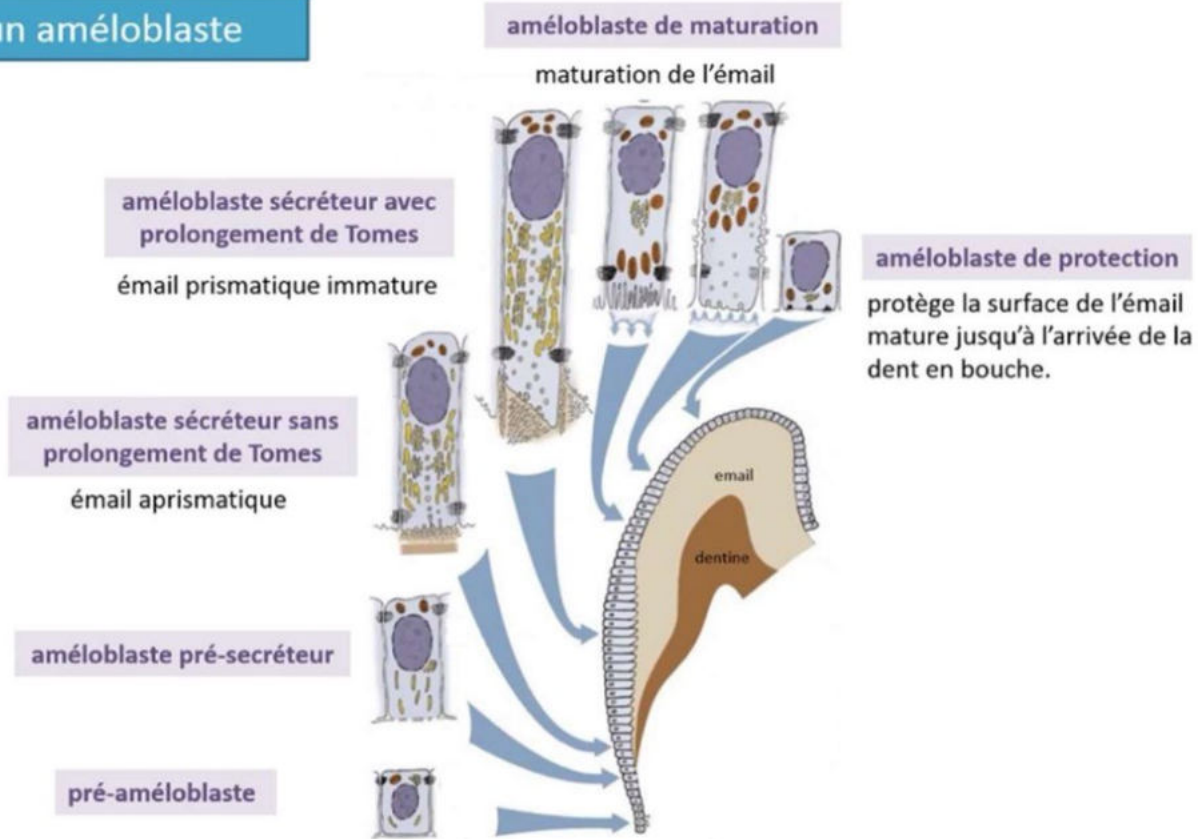
1. **Synthèse et la sécrétion** des molécules de la matrice de l'émail
2. **Minéralisation**
3. **Maturation** de l'émail.



La formation de la dent commence au niveau de la pointe d'une cuspide et se termine au collet de la dent. L'amélogénèse suit donc un **gradient temporo- spatial** de différenciation de la cuspide au collet de la dent (jonction entre la couronne et la racine).



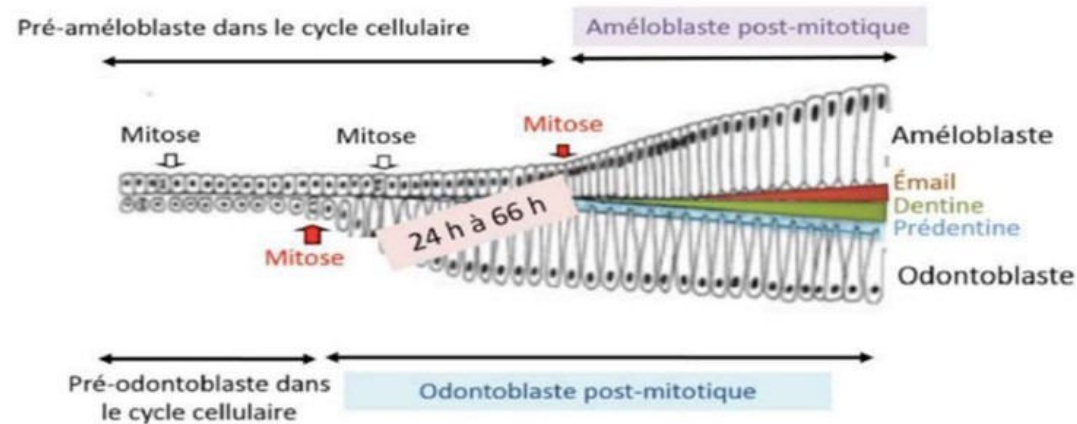
## Phases de la vie d'un améloblaste



## 1) Améloblaste pré-sécréteur

Les pré-améloblastes sont issus de l'épithélium dentaire interne (EDI), ils sont séparés des pré-odontoblastes par une membrane basale.

Le pré-améloblaste sort du cycle mitotique et évolue donc en une cellule post-mitotique (qui ne se divise plus). Cette sortie du cycle est couplée avec celle des odontoblastes avec un décalage dans le temps de 24-66h après les odontoblastes et devient alors un améloblaste pré-sécréteur.



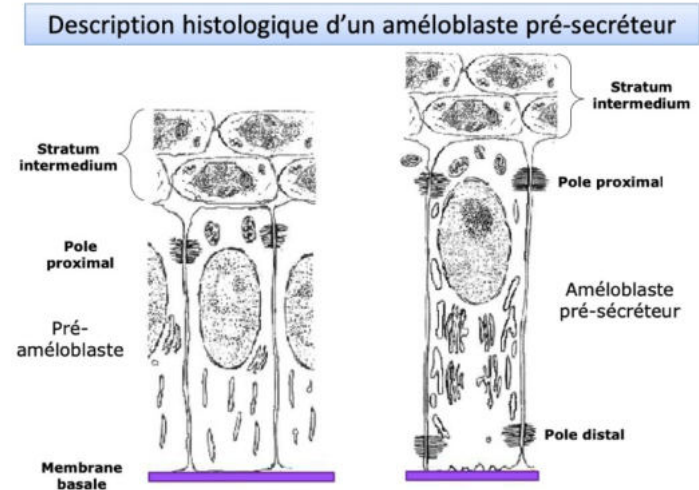


la différenciation des améloblastes débute à la **future jonction émail-dentine**, en face d'odontoblastes différenciés qui ont synthétisé la première couche de dentine. (différenciation des odontoblastes en retard sur les améloblastes)

Pendant sa différenciation:

- améloblaste pré-sécréteur s'allonge
- son noyau migre vers le pôle proximal
- la majorité des organites de synthèse s'accumulent au pôle distal
- formation d'un 2<sup>e</sup> complexe de jonction circulaire au pôle distal

Elle devient petit à petit une cellule **SÉCRÉTRICE**



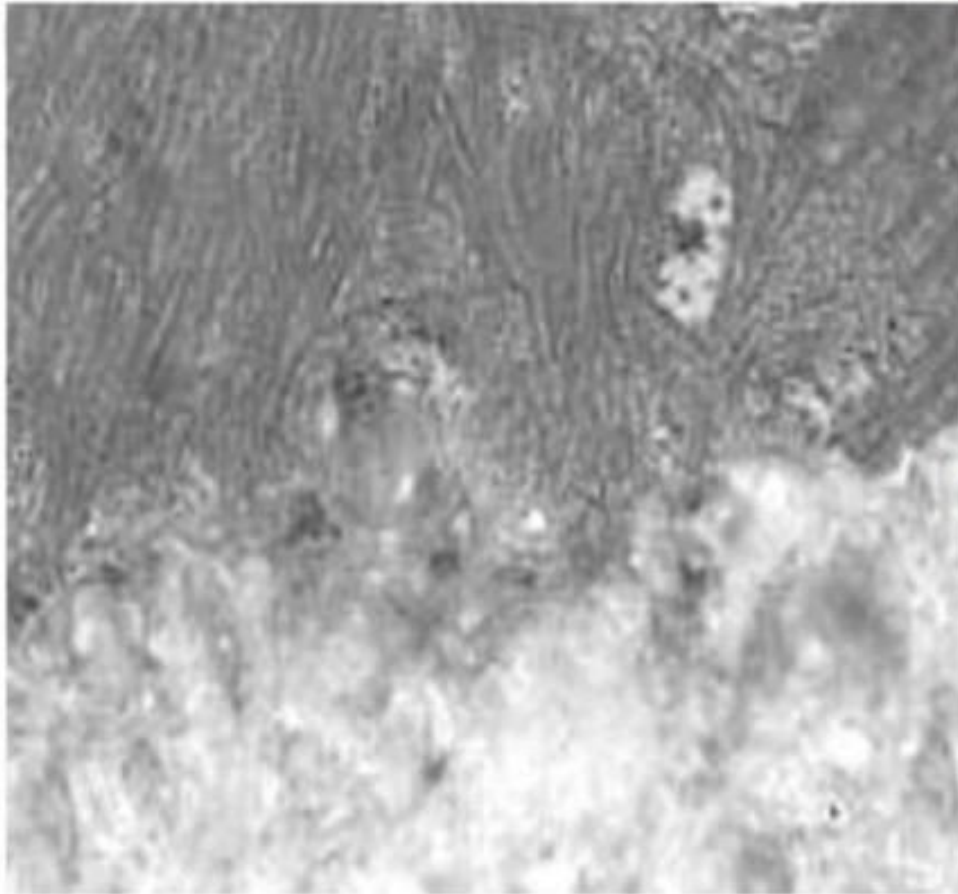
## 2) Améloblaste sécréteur sans prolongements de Tomes

Élément déclencheur : dégradation de la MB par les odontoblastes qui produisent la 1ère couche de dentine = manteau dentinaire.

Destruction de la MB par les métalloprotéases -> améloblastes pré-sécréteurs entrent en contact avec manteau dentinaire -> induction de l'amélogénèse.

L'améloblaste sécréteur sans prolongement de Tomes sécrète de l'**émail aprisma7que** : la première couche de matrice directement au contact du manteau dentinaire est l'émail aprisma7que interne (**10um**).

Émail APRISMATIQUE = les cristaux n'ont pas d'orientation particulière



Email aprismatique interne

Jonction émail/dentine

Manteau dentinaire

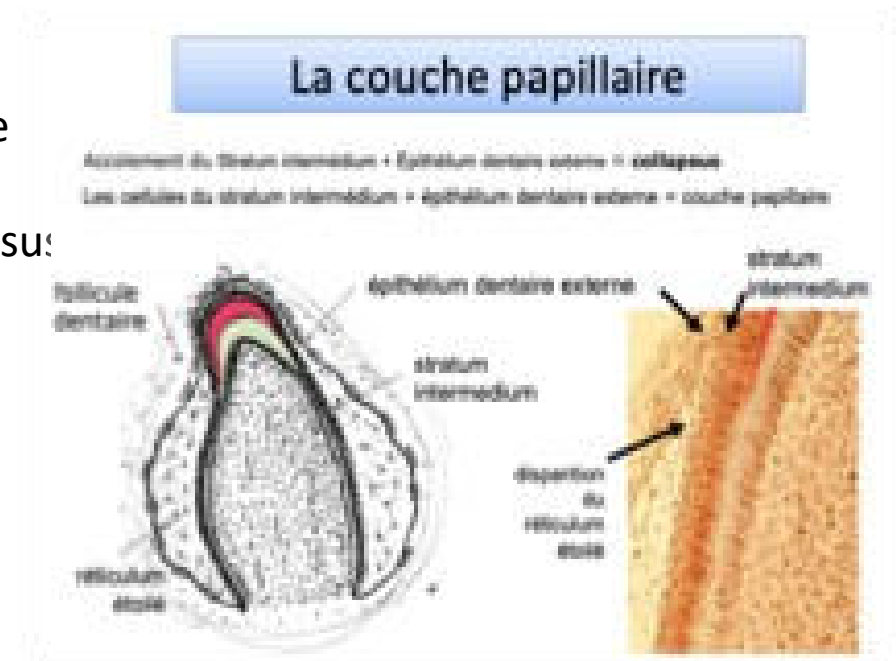
Jonction émail dentine observée en MET

## La couche papillaire

En regard de cette couche d'émail aprismatique: apoptose  
cellules du réticulum étoilé ce qui entraine:

- ➔ Accolement entre EDE et stratum intermedium : collapsus
- ➔ Leurs cellules vont former la couche papillaire

Étape indispensable pour les besoins nutritionnels des  
améloblastes sécréteurs (vaisseaux)



### 3) Améloblaste sécréteur avec prolongement de Tomes

#### Émail prisma7que immature

Dès que l'émail aprisma7que interne est déposé, les améloblastes forment à leur **pôle distal** un prolongement de forme conique, le prolongement de tomes comportant 2 sites de sécrétion distincts :

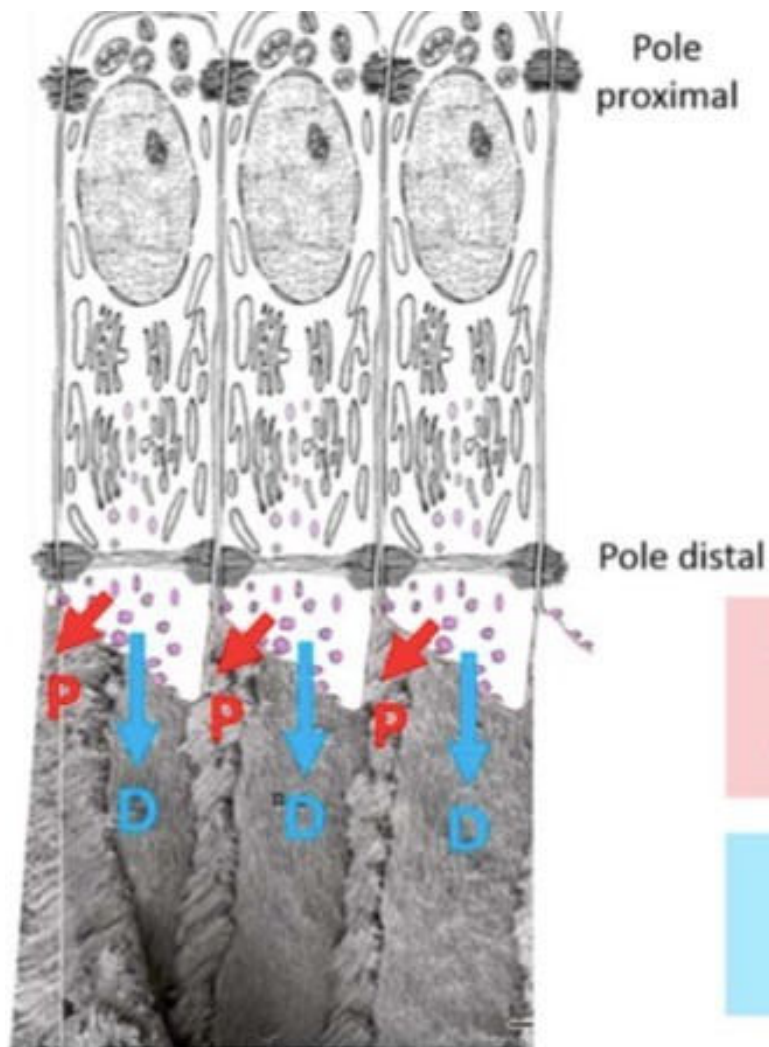
- Proximale : **Substance Inter Prisma7que** (SIP) - Distale : **Un prisme**

Les 2 sites de sécrétion sécrètent les **mêmes protéines** +++

Les améloblastes forment un tapis cellulaire :  
plusieurs améloblastes sont responsables de la  
synthèse de la SIP.

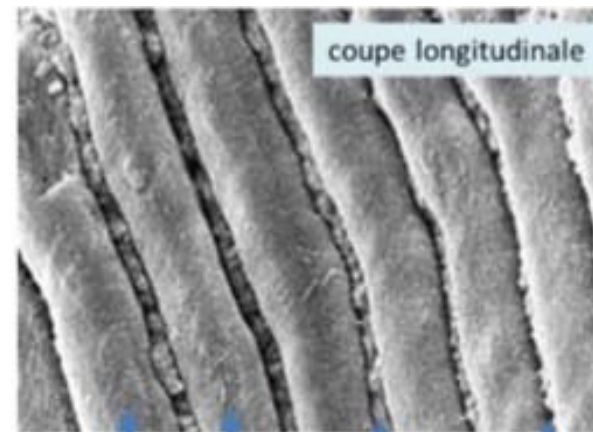
Cependant, chaque **prisme** est secrété par un  
**améloblaste unique** à partir de l'email à prisme que  
interne au niveau de la jonction amélo-dentinaire  
jusqu'à la surface de l'email. +++

Chaque prisme traverse donc **toute l'épaisseur** de  
l'email



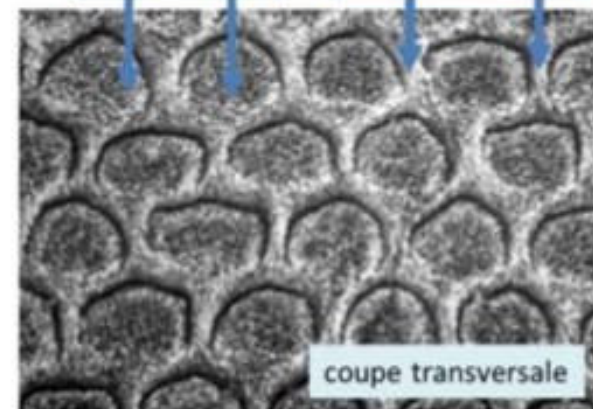
1- site de sécrétion proximal  
 ↓  
 substance interprismatique

2- site de sécrétion distal  
 ↓  
 prisme



prisme

substance interprismatique



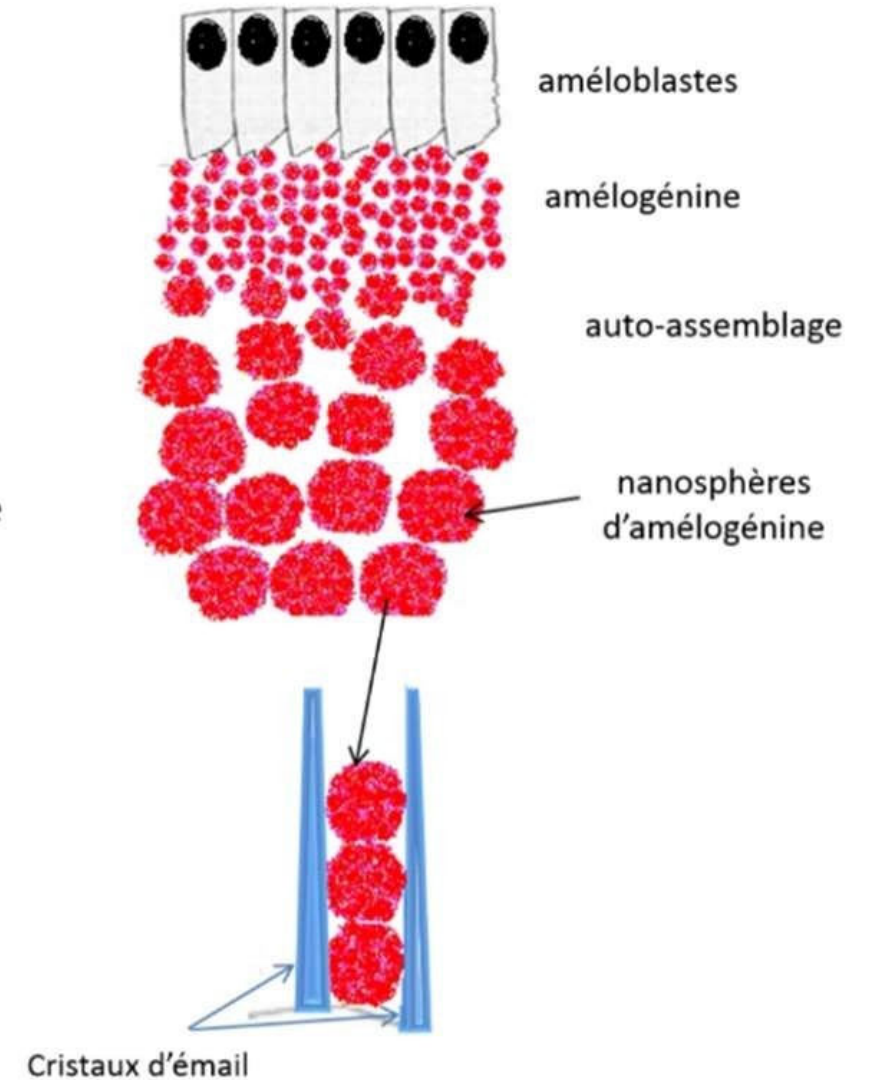
coupe transversale



## Les amélogénines

Les amélogénines s'auto-assemblent pour former des agrégats sphériques de 15-20 nanomètres de diamètre comportant de 100 à 200 molécules d'amélogénines = **nanosphères d'amélogénine**.

- se lie à l'hydroxyapatite
- espace entre deux cristaux ~ 20 nm = au diamètre d'une nanosphère
- les nanosphères contrôlent l'orientation des cristaux
- les nanosphères empêchent une fusion latérale des cristaux, les maintiennent à une distance uniforme et leur confèrent une disposition régulière dans l'émail





#### 4) Améloblaste de transition

À la fin du stade de sécrétion, l'améloblaste a sécrété une épaisseur suffisante d'émail immature et 25% des améloblastes vont disparaître par apoptose. Les améloblastes restants ne synthétisent alors plus de protéines de la matrice de l'émail, mais synthétiseront une sorte de lame basale adhérente à la surface de l'émail immature.

## 5) Améloblaste de maturation

C'est la phase de **croissance** en épaisseur et en largeur des cristaux d'émail.

Deux processus s'effectuent **simultanément** :

- L'élimination des **nanosphères d'amélogénine** qui limitaient la croissance en épaisseur et en largeur des cristaux.
- L'arrivée massive de **calcium** et de **phosphate** dans l'émail pour permettre la croissance.

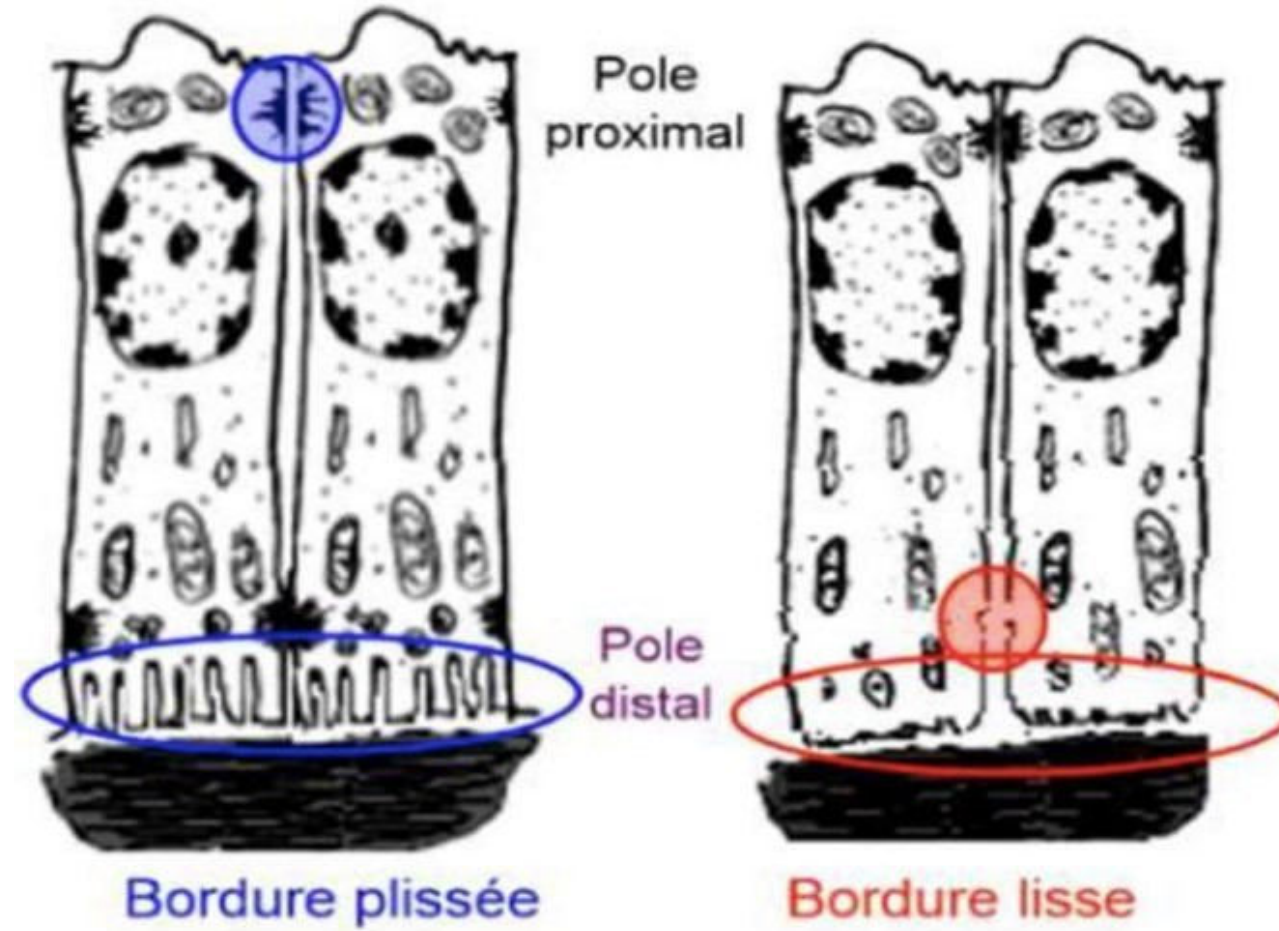
Les **améloblastes de matura7on** vont présenter à leur **pôle distal** deux aspects morphologiques différents : lisse ou plissé. Il y a un couplage entre l'aspect du pôle distal et les systèmes de jonc7ons entre les améloblastes.

**Aspect plissé :**

- Systèmes de jonc7on **distaux serrés** (étanches)
- Systèmes de jonc7on **proximaux lâches** (perméables)

**•Aspect lisse :**

- Systèmes de jonc7on **distaux lâches** (perméables)
- Systèmes de jonc7on **proximaux serrés** (étanches)



Les **améloblastes de maturation** sont modulables : ils alternent de façon cyclique entre une bordure plissée puis lisse à leur pôle distal. Pendant la phase de maturation, la bordure de chaque améloblaste changera **5 à 7** fois mais sera 80% du temps à l'état plissé (20% à l'état lisse).

*Pourquoi acidifier le milieu alors que les cristaux se dissolvent dans un milieu acide ?*

Acidification du milieu:

- Activation MMP20
- Élimination des nanosphères d'amélogénine
- Croissance des cristaux
- ► Les améloblastes:
  - Sécrètent MMP20
  - Sécrètent Sérine-protéase-17
  - Anhydrase carbonique de type II (qui acidifie le milieu)

## Le devenir des nanosphères d'amélogénine

Bordure plissée: résorbées  
activement par **endocytose**

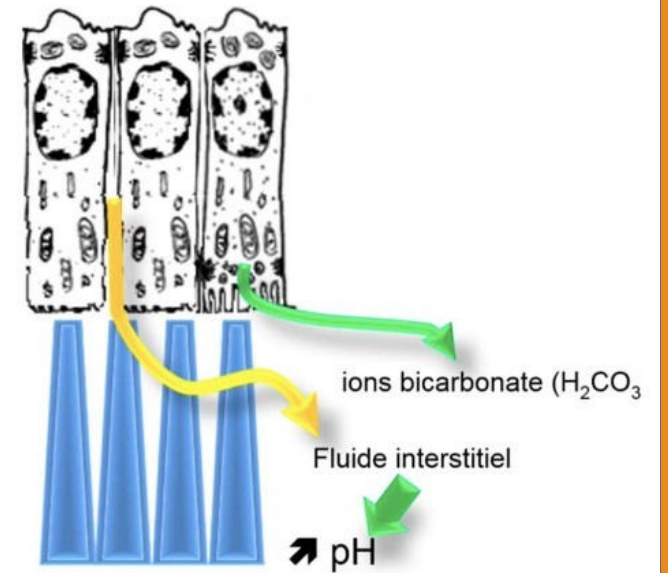
► Bordure lisse: passent entre les  
cellules et sont  
résorbés **sur les côtés**

► Les **lysosomes** présents à  
l'intérieur des améloblastes  
dégradent les nanosphères.

es cristaux ne pourront croître en épaisseur et en largeur que lorsque le Ph sera neutralisé.

La neutralisation du pH est aussi due aux améloblastes de maturation :

- Bordure plissée : sécrétion d'ions bicarbonate ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).
- Bordure lisse : passage des fluides interstitiels vers l'émail.





## CALCIUM

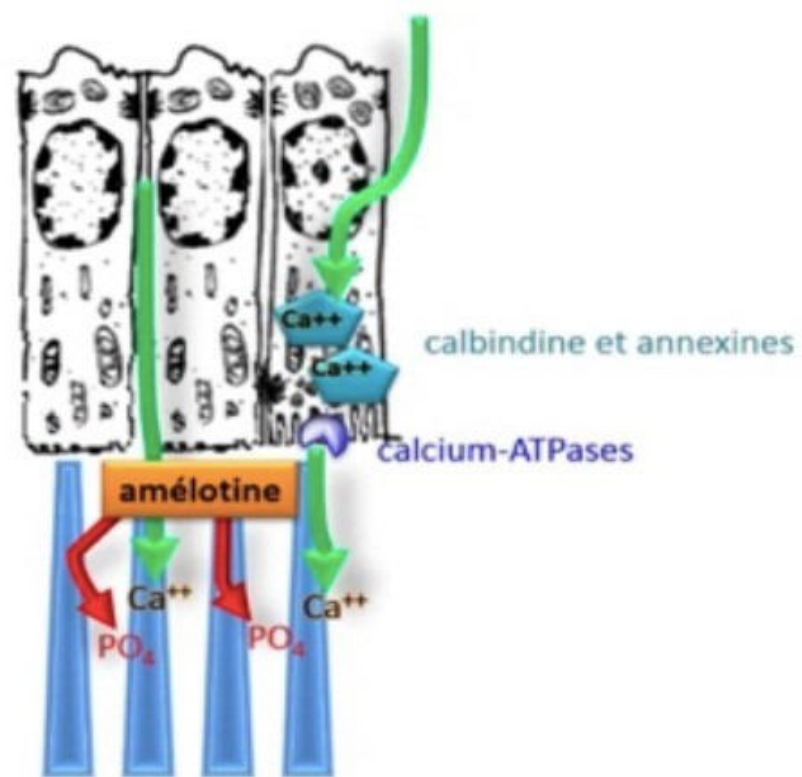
Le **calcium** passe passivement entre les cellules à bordure **lisse** (jonctions distales lâches/perméables → transport passif).

► Les améloblastes à bordure **plissée** participent activement au transport du **calcium** malgré leur bordure imperméable, car ils possèdent des protéines qui fixent le calcium dans la cellule : **calbindine** et **annexine**. Grâce aux **calcium-ATPases membranaires**, les ions calcium vont **sor=**r de la cellule et être incorporés dans la matrice de l'émail en cours de maturation.

## PHOSPHATE

Pour permettre la croissance des cristaux, les **ions calcium** doivent s'associer dans le compartiment extracellulaire avec les **ions phosphate**.

- ▶ Ces ions sont libérés à partir de phosphoprotéines : l'**amélogénine** (synthétisée par l'améloblaste spécifiquement au stade de maturation).
- ▶ Les **ions phosphate** sont libérés grâce à la présence de **phosphatases** dans la matrice de l'émail.



La maturation permet la croissance des cristaux :

- épaisseur : 3,1nm @ 29nm

- largeur : 25nm @ 65nm

► L'émail mature ne contient presque plus de protéines, ni d'eau (réabsorbée par les améloblastes à bordure lisse) : 96% de cristaux, 3,2% d'eau et 0,8% de matière organique.

## 6) Améloblaste de protection

Rôle: protéger la surface de l'émail mature jusqu'à l'arrivée de la dent en bouche.

► L'améloblaste est une cellule exceptionnelle, mais elle est aussi très susceptible aux changements de son environnement.

► Par exemple, un excès de fluor pendant l'amélogénèse provoque des perturbations de la fonction des améloblastes qui forment un émail altéré ® fluorose.





