

# AMÉLOGÉNÈSE

# Plan:

- ▶ I. Généralités
- ▶ II. L'amélogénèse
  - ▶ 1) Améloblaste pré sécréteur
  - ▶ 2) Améloblaste sécréteur sans prolongement de Tomes
  - ▶ 3) Améloblaste sécréteur avec prolongement de Tomes
  - ▶ 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.

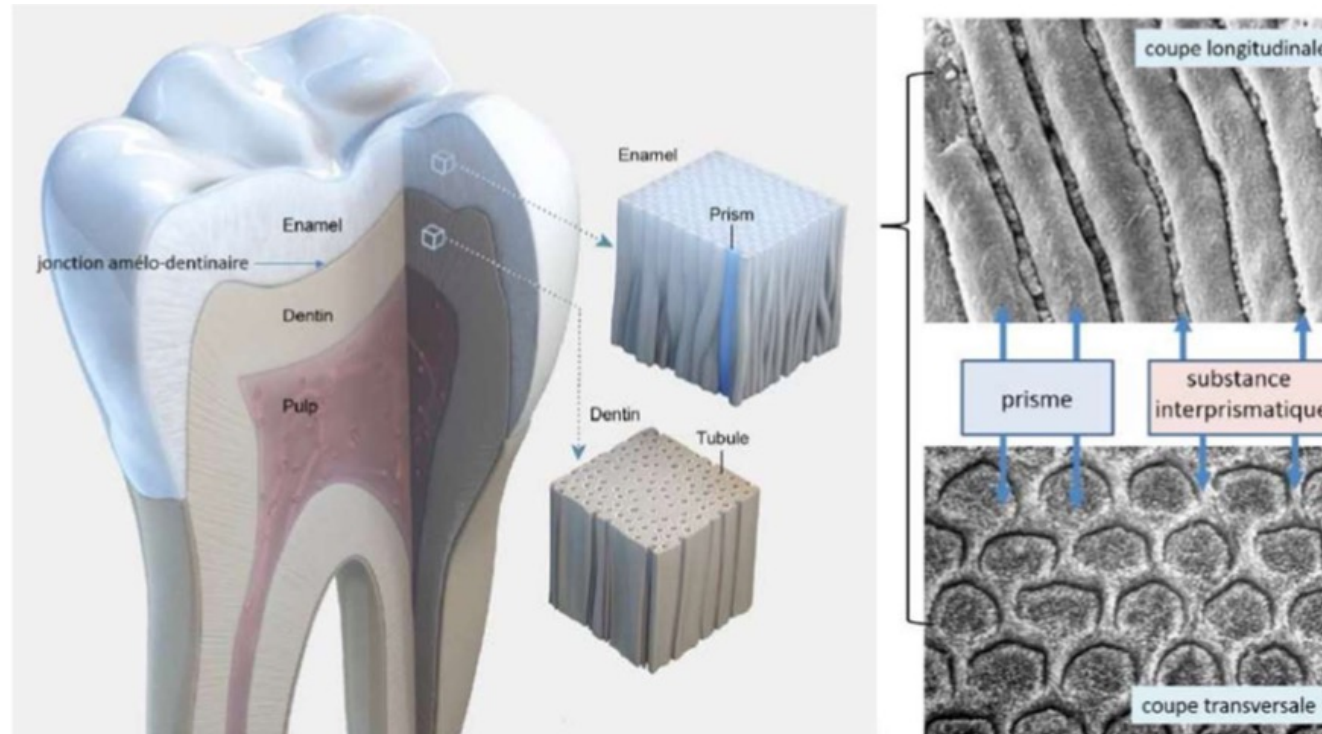
L'émail est la structure la plus minéralisée du corps :

- 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).

Jonction amélo-dentinaire → surface



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**

## II. Amélogénèse

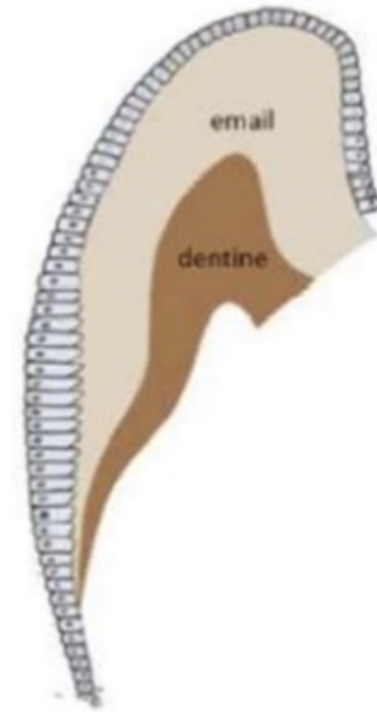
L'amélogénèse est la formation de l'émail par l'améloblaste.

Elle comprend :

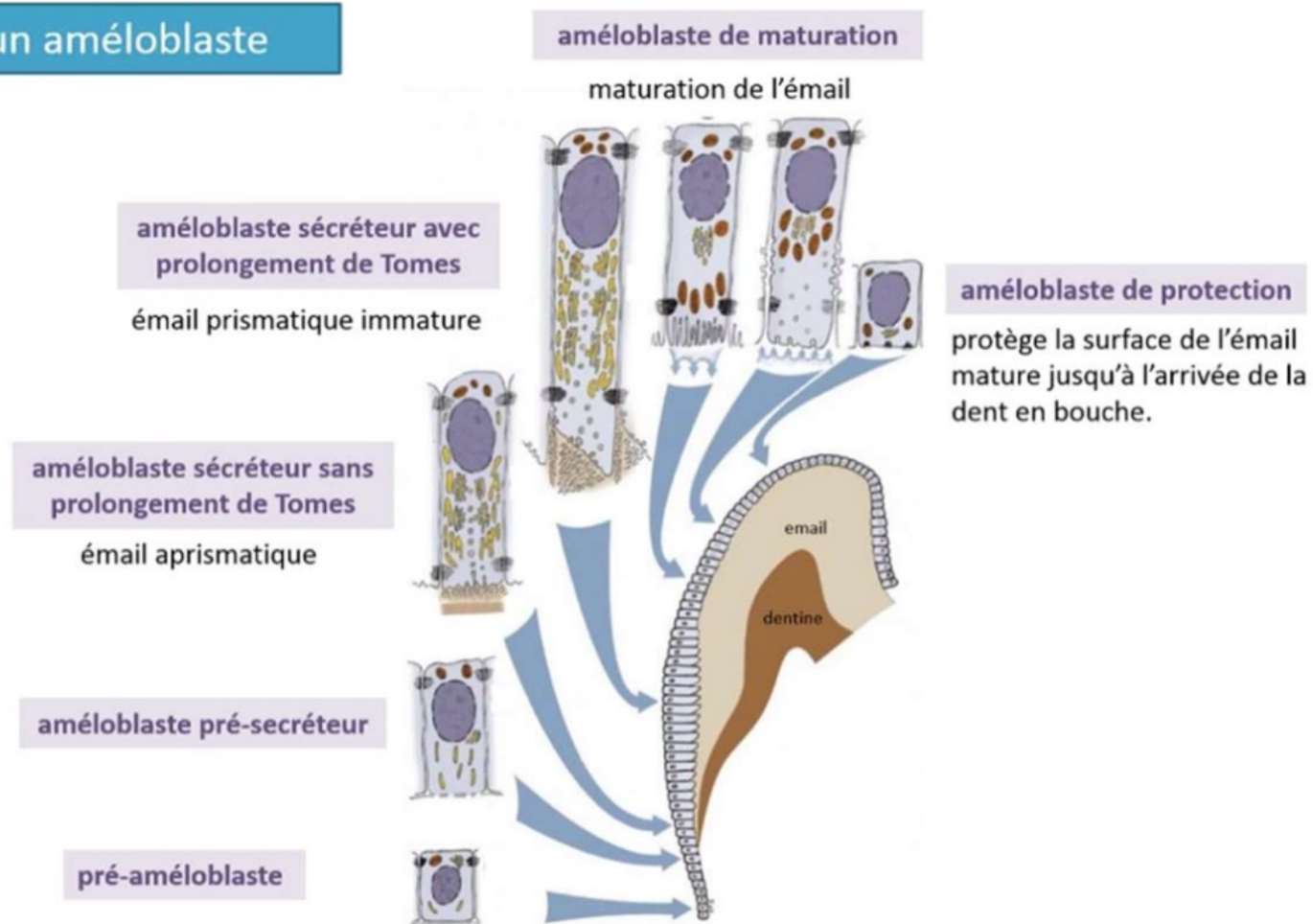
1. **Synthèse et la sécrétion** des molécules de la matrice de l'émail
2. **Minéralisation**
3. **Maturation** de l'émail.

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

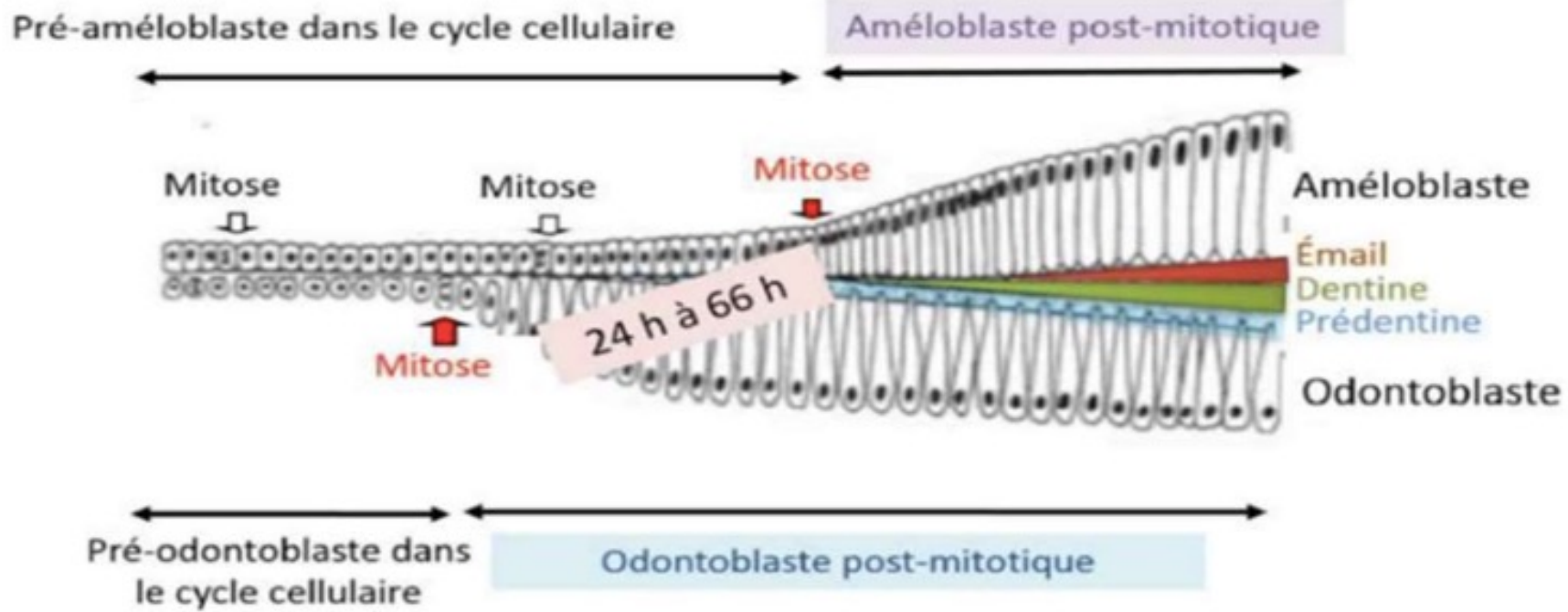




# 1) Améloblaste pré-sécréteur

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.

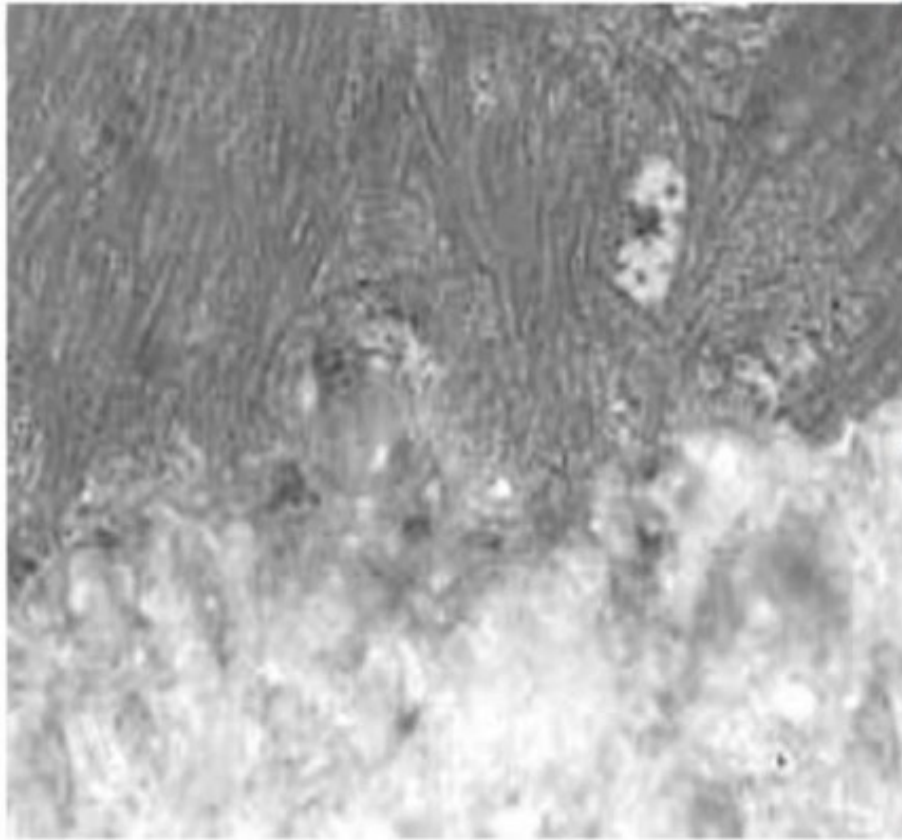


## 2) Améloblaste sécréteur sans prolongements de Tomes

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

Destruction de la MB → améloblastes pré-sécréteurs en contact avec manteau dentinaire → induction de l'amélogénèse.

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



Email aprismatique interne

Jonction émail/dentine

Manteau dentinaire

Jonction émail dentine observée en MET

### 3) Améloblaste sécréteur avec prolongement de Tomes

- Émail prismatique immature

Dès que l'émail aprismatique 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 :

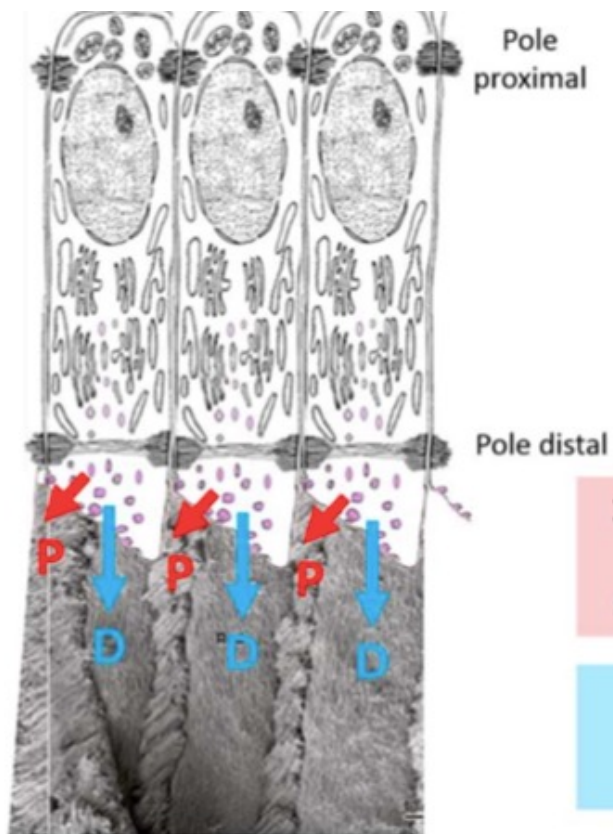
- Proximale : **Substance Inter Prismatique** (SIP)
- Distale : **Un prisme**

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

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

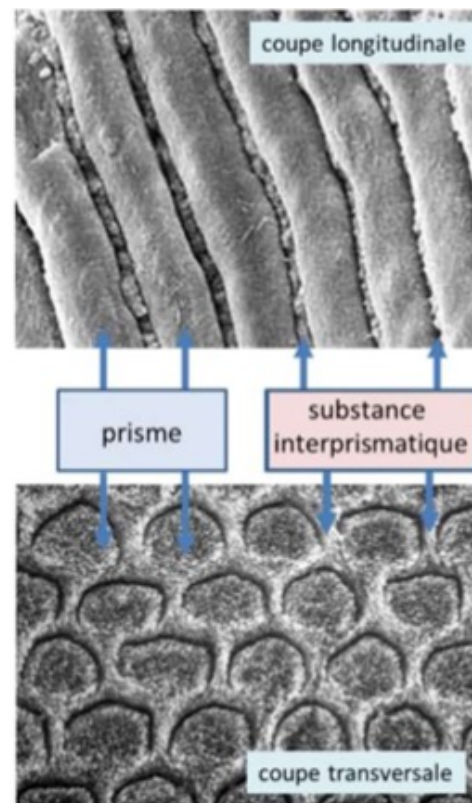
Cependant, chaque **prisme** est secrété par un **améloblaste unique** à partir de l'émail aprismatique interne au niveau de la jonction amélo-dentinaire jusqu'à la surface de l'émail. +++

Chaque prisme traverse donc **toute l'épaisseur** de l'émail.



1- site de sécrétion proximal  
↓  
substance interprismatique

2- site de sécrétion distal  
↓  
prisme

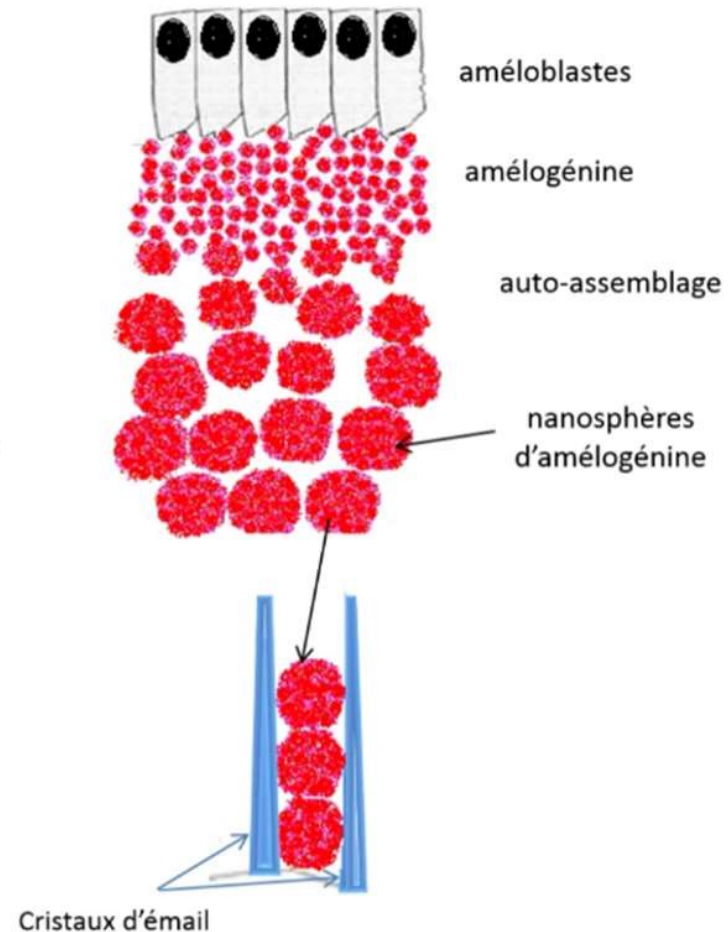




## Les amélogénines

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 cette croissance.

Les **améloblastes de maturation** 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 jonctions entre les améloblastes.

#### ♥ Aspect plissé :

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

#### ♥ Aspect lisse :

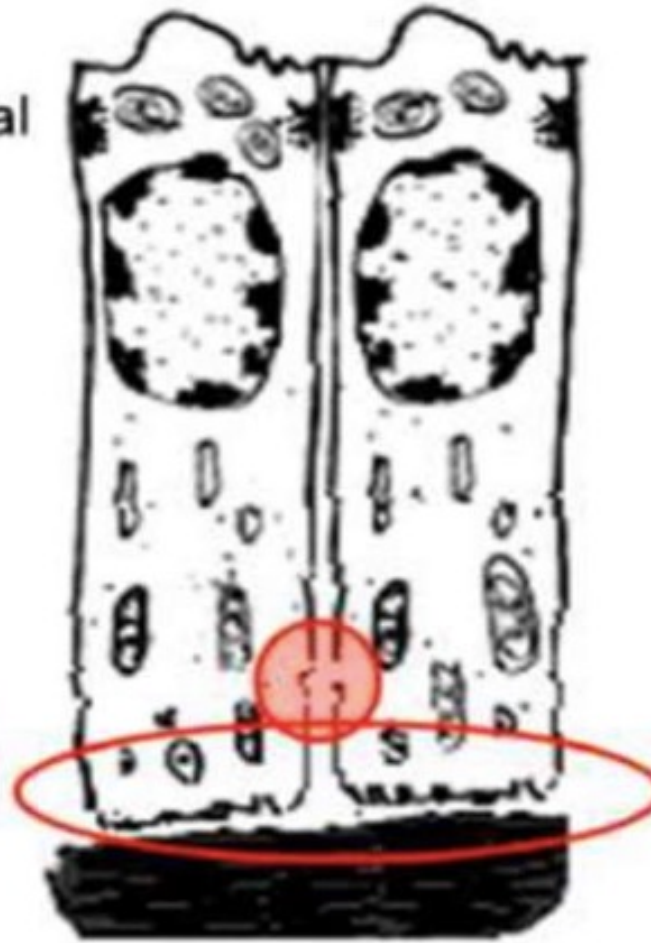
- Systèmes de jonction **distaux lâches** (perméables)
- Systèmes de jonction **proximaux serrés** (étanches)



Pole  
proximal

Pole  
distal

Bordure plissée



Bordure lisse

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

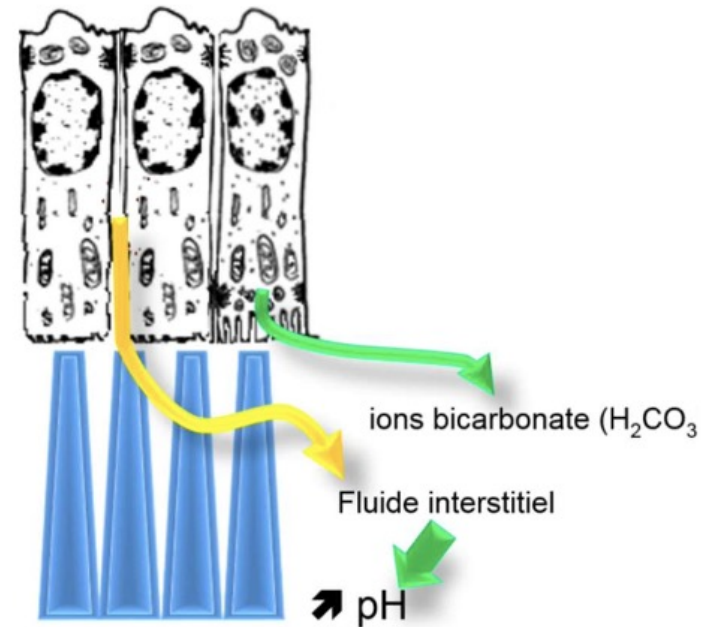
- ▶ Bordure plissée: résorbées activement par **endocytose**
- ▶ Bordure lisse: passent entre les cellules et sont résorbés **sur les côtés**
- ▶ Les **lysosomes** présents à l'intérieur des améloblastes dégradent les nanosphères.



Les 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.



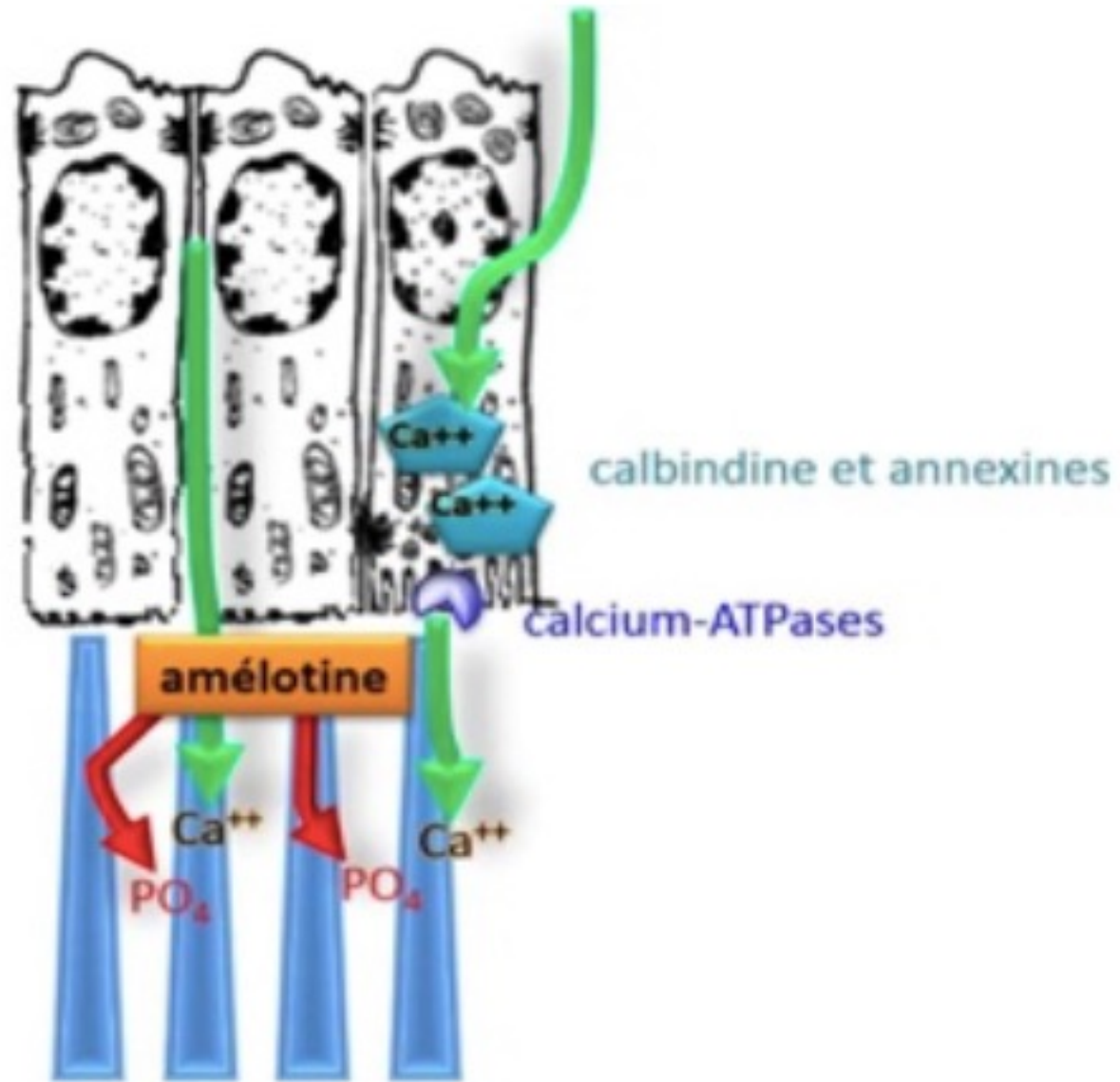


# CALCIUM

- ▶ 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 **sortir** 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'amélotine (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**.



FIN

