

Cours de Parodontologie
2^{ème} année

Année universitaire 2017-2018
Dr I. LEBEZE

LES BIOFILMS DENTAIRES

(The dental biofilm)

Introduction

- I. Généralités sur l'écosystème buccal
- II. Flore buccale
 1. Composition
 2. Adhérence bactérienne
 3. Facteurs écologiques
- III. Biofilms dentaires
 1. Définitions
 2. Aspect clinique du biofilm dentaire
 3. Distribution des biofilms dentaires
 4. Composition
 - 4.1. Micro-organismes
 - 4.2. Matrice inter-cellulaire
 5. Formation
 - 5.1. Pellicule acquise exogène
 - 5.2. Colonisation
 - 5.3. Maturation
 - 5.4. Détachement
 6. Pouvoir pathogène du biofilm dentaire

Conclusion

Introduction

La bouche est un incubateur parfait soumis à des fluctuations : la température est de 35 à 36°C ; le pH oscille entre 6.25 et 7.25 ; et l'environnement salivaire procure une humidité propice au développement des micro-organismes. Cependant, la bouche est le site unique dans le corps humain où la présence des tissus durs permet le développement d'une flore particulière organisée en biofilm, appelé « biofilm dentaire ».

On comprend dès lors, pourquoi le milieu buccal est le siège de deux grandes pathologies d'origine bactérienne : les caries dentaires et les maladies parodontales.

I. Généralités sur l'écosystème buccal

L'écosystème buccal est une niche écologique où cohabitent plusieurs éléments : les muqueuses buccales qui délimitent cette niche, de la salive, les aliments, l'organe dentaire, et une flore buccale.

Il renferme une communauté microbienne vivante dans un habitat défini (la cavité buccale) et d'éléments abiotiques physiques, et biochimiques. Il est composé de micro-organismes buccaux et leur environnement. Au sein de cet écosystème, le développement de la communauté entraîne une succession de populations. Le processus commence avec la colonisation de l'habitat par des populations microbiennes pionnières, et comme le processus est continu, la diversité et la complexité de la communauté microbienne s'accroissent.

On retrouve donc :

- Des éléments de transit : L'air et les aliments ;
- Des éléments propres provisoires car, ils sont rapidement déglutis.
 - Élément propre provisoire constant : La salive.
 - Élément propre provisoire inconstant : Le fluide gingival car, il dépend de l'état inflammatoire.
- Une flore buccale spécifique :
 - Flore mobile : La flore microbienne saprophyte dans la cavité buccale (La flore buccale).
 - Flore fixée : La plaque dentaire.

II. Flore buccale

L'homme est constitué de 10^{13} cellules et abrite 10^{14} micro-organismes. La flore résidente contribue directement ou indirectement au développement normal de la physiologie, de la nutrition et du système de défense de l'hôte.

Les bactéries et l'hôte vivent en harmonie et la flore buccale dans cette situation est dite « commensale ». La flore commensale est une flore de barrière, elle s'oppose à l'arrivée d'éventuel pathogène exogène au développement de micro-organismes endogènes pathogènes opportunistes. La rupture de cet équilibre est à l'origine de maladies parodontales et de caries dentaires.

Les bactéries planctoniques nagent librement dans la bouche (non fixée) et les micro-organismes stagnants à la surface des dents et des tissus mous constituent la flore microbienne saprophyte ou normale qui existe en équilibre avec l'hôte. Elle est relativement inoffensive dans certaines circonstances.

La flore commensale peut rester stable dans le temps. Elle découle d'un équilibre dynamique relationnel entre l'espèce bactérienne et les interactions hôte-bactérie.

1. Composition

Chez l'homme, la flore buccale est très **complexe et diversifiée**. Elle est constituée de **parasites eucaryotes**, de **champignons**, de **levure**, de **mycoplasmes** et bactéries d'espèces différentes. La **coexistence** d'un si grand nombre de **micro-organismes** dans un même habitat dépend des relations entre eux et le milieu buccal.

Elle renferme plus de **50 milliards** de bactéries réparties sur plus de **500 espèces différentes** soit plus de 20 genres distincts (AFSSAPS, 2011). Ces différents groupes de bactéries colonisent les différentes surfaces buccales. Les bactéries représentent **20 mg** dans la bouche.

Au niveau d'une **gencive** cliniquement saine, on retrouve que la plupart des bactéries sont **anaérobies facultatives** et que les bactéries **anaérobies strictes** ne constituent qu'une faible proportion de la flore buccale.

Les bactéries peuvent adopter deux modes de vie radicalement différents, soit de l'état **planctonique** dans lequel les microorganismes **isolés flottent** dans le milieu buccal, soit dans un **biofilm**, où les bactéries **attachées** à une **surface dentaire** vivent **en communauté**.

2. Adhérence bactérienne

L'adhérence bactérienne implique des mécanismes **physico-chimiques spécifiques**, elle est influencée par les interactions entre les surfaces bactériennes et **les surfaces colonisées**.

L'adhérence est un déterminant **écologique primordial** pour que les bactéries buccales **persistent et survivent**.

La bouche est le site **unique** où la présence des **dents dures** permet le développement d'une flore particulière organisée en **biofilm dentaire**, alors que la **desquamation** des tissus **épithéliaux** favorise l'élimination bactérienne de la plupart des **muqueuses**.

Toutes les surfaces sont cependant recouvertes d'un film de **mucines** salivaires continu et fortement **hydrophile**. Cette mucine se présente sous forme d'un **gel hydraté** complexe composé de **glycoprotéines salivaires** appelé « la **pellicule acquise exogène** (PAE). Son rôle est la **lubrification** des **muqueuses**, l'**impermeabilisation** et la **protection** contre les **changements brusques de la pression osmotique**, mais elle participe également dans l'**adhérence bactérienne**.

Une caractéristique importante des bactéries est **constituée** par le fait que ces cellules portent à leur surface une charge électrique **globalement négative**, elles tendent donc à se repousser **électro-statiquement**. La surface de la dent est également chargée **négativement** et repousse les bactéries. Cependant, les bactéries sont également soumises à l'influence de force **électrodynamique** (**forces de van der Waals**) (Cf Fig 1 a). Ces forces **sont attractives** et leur rayon d'action est supérieur à celui des forces **électrostatiques répulsives**.

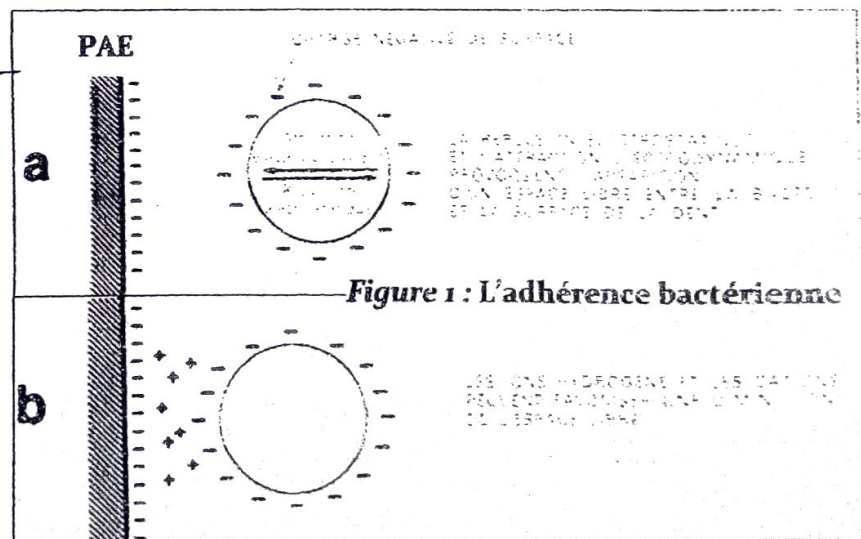
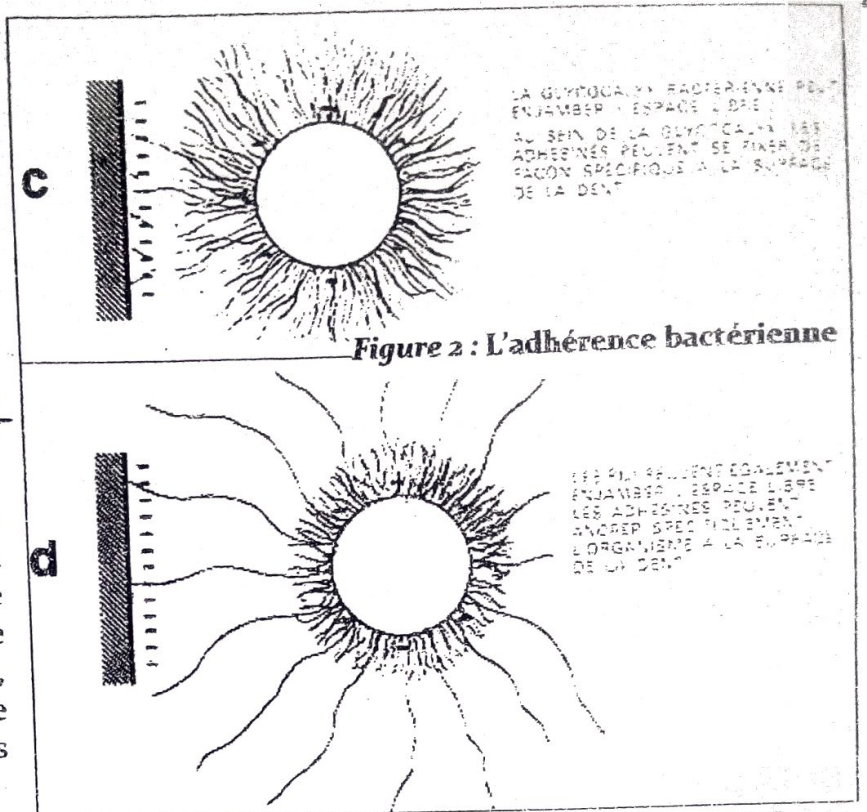


Figure 1 : L'adhérence bactérienne

Les forces attractives et répulsives favoriseront l'éloignement des bactéries à une distance bien définie de la surface dentaire. Cet éloignement est influencé par la présence d'ions. Un pH acide ou une concentration accrue de cations feront diminuer l'écartement. (Cf Fig 1 b)

L'importance de la glycocalyx pour l'adhérence bactérienne s'explique par le fait que la glycocalyx constitue un prolongement hydrophile qui s'étend au-delà de la surface fortement chargée de la cellule bactérienne pouvant ainsi, permettre le franchissement de l'intervalle séparant les bactéries de la surface dentaire (Cf Fig 1 c).

Lorsque la glycocalyx arrive au contact de la surface de la dent, d'autres forces attractives telles que des liaisons d'hydrogène peuvent s'établir. Les pili ou fimbriae sont habituellement assez longs pour s'avancer au-delà de la glycocalyx. Ils peuvent de ce fait faciliter le franchissement de l'intervalle et l'établissement d'un contact entre les bactéries et la surface dentaire (Cf Fig 1 d).



3. Facteurs écologiques

Différents facteurs influencent la croissance et la compétition bactérienne au sein de l'écosystème. Ces facteurs écologiques comportent :

- Des facteurs de l'environnement tel que l'alimentation, le pH, O₂, CO₂.
- Des facteurs de l'hôte : la salive, le fluide gingival et les moyens de défense immunitaire.
- Des facteurs liés aux interactions microbiennes, l'adhérence inter-bactérienne, et la compétition pour les substrats (Cf Fig 2).

L'écologie de la plaque microbienne est un reflet des écosystèmes dynamiques complexes dans lesquels, des forces sélectives patentes régulent la colonisation bactérienne. Les facteurs de virulence des bactéries englobent la capacité de coloniser des sites spécifiques, la possibilité d'esquiver les défenses de l'hôte et la capacité de léser les tissus.

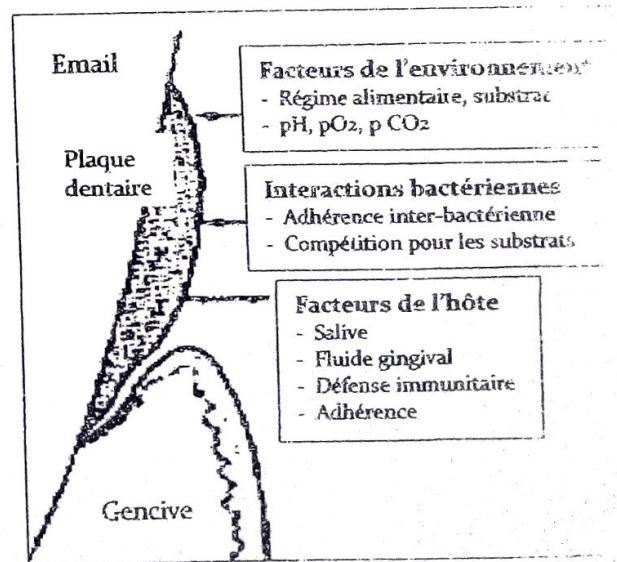


Figure 2 : Les facteurs déterminants de la croissance bactérienne

1. Définitions

Le terme de la plaque dentaire a été utilisé pour la première fois dans le contexte de la dentisterie en 1898 par GV Black (couche gélatineuse de microorganismes), jusqu'au 1969 la plaque dentaire été définie comme un dépôt transparent organisé, composé principalement de bactéries et de leur produits.

Selon Glickman en 1974 : La plaque dentaire est un dépôt granuleux, mou, amorphe qui s'accumule sur les faces des dents, sur les restaurations dentaires et sur le tartre.

Selon Costerton en 1994 : Une association de bactéries (d'une même espèce ou de plusieurs espèces), adhérant à une surface, au sein d'une matrice d'exopolymères sécrétée par les bactéries elles-mêmes, parcourue par des canaux aqueux ouverts, contenant différents nutriments.

Il faut distinguer la plaque dentaire de la matéria alba. La matéria alba est un matériau blanc, crémeux et mou constitué d'agrégat bactérien, de leucocytes, de cellules épithéliales desquamées, et des débris alimentaires. Il s'accumule à la surface de la plaque ou, sur des dents dans une bouche mal propre (OMS 1961).

La différence repose sur l'importance de l'adhérence du dépôt. Si il s'enlève par l'action mécanique d'un spray d'eau puissant le matériau est appelé « matéria alba », et si il résiste au spray d'eau, il sera appelé « plaque dentaire ».

2. Aspect clinique du biofilm dentaire

La plaque dentaire n'est pas cliniquement détectable que, lorsqu'elle atteint une certaine épaisseur. Elle apparaît alors comme un enduit blanc jaunâtre, gris ou même gris jaunâtre.

On peut s'assurer de sa présence en raclant la surface dentaire avec la pointe d'une sonde parodontale ou, en utilisant une solution révélatrice.

Elle est difficilement mise en évidence, si elle est présente en petite quantité.

La plaque dentaire est organisée en biofilm dentaire d'épaisseur dépassant 1 mm. Il a une structure en forme d'un champignon (Cf Fig 3), aérée et ouverte grâce à des canaux aqueux qui traverse l'ensemble du biofilm.

Une quantité appréciable de la plaque peut se former dès six heures après un nettoyage complet des dents avec un maximum d'accumulation atteint en 30 jours.

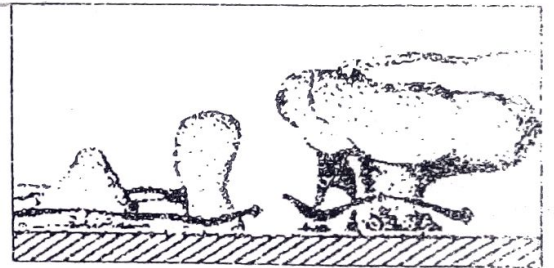


Figure 3 : La structure tridimensionnelle du biofilm dentaire

30

3. Distribution des biofilms dentaires

La plaque dentaire se forme n'importe où, sur les structures solides de la cavité buccale, lorsque le site n'est pas soumis à l'action mécanique de l'auto-nettoyage normale de la langue, des joues, et des lèvres.

Les dépôts de la plaque dentaire sont donc, régulièrement présents dans les fissures, des faces occlusales, dans les puits et les irrégularités, même sur les surfaces dentaires lisses, sur les obturations et les couronnes prothétiques (surtout les restaurations mal ajustées), sur les bagues orthodontiques et les prothèses amovibles. La plaque dentaire peut être arbitrairement classée en plaque sus gingivale qui se dépose sur la couronne clinique et en plaque sous gingivale qui se situe dans le sulcus ou la poche parodontale.

4. Composition

L'examen de la plaque dentaire en microscope photonique à transmission/révélera la présence d'une multitude de bactéries de type morphologique différent.

La plaque dentaire est composée d'une communauté microbienne riche en bactéries aérobies et anaérobies, enrobée dans une matrice intercellulaire de polymère d'origine microbienne.

Elle peut contenir des micro-organismes autres que les bactéries, on décrit des levures, des protozoaires et des mycoplasmes. Quelques cellules de hôte seront également présentes ce seront de cellules épithéliales desquamées et des cellules sanguines (PMN).

Sa composition variera selon sa localisation (supra ou sous gingivale), l'hygiène bucco-dentaire du patient, les différents facteurs de risque associés (génétique, tabac, stress, certaines pathologie générale, ...).

Les matériaux solides organiques et inorganiques constituant la plaque dentaire forment environ 20% de la plaque bactérienne; l'eau forme le reste. Les bactéries constituent environ 70% de la matière solide; et le reste est formé par la matrice intercellulaire.

4.1. Micro-organismes

Ils sont représentés par des bactéries, des cellules épithéliales, des leucocytes et des macrophages.

4.2. Matrice inter-cellulaire

La matrice constitue 30% de la masse totale du biofilm, elle se compose d'éléments organiques et inorganiques provenant de la salive, du fluide gingival et des différents produits bactériens.

a. **Le contenu organique** : La matrice organique est constituée par un complexe de protéines et de polysaccharides dont, les principaux composants sont les hydrates de carbone et les protéines, qui forment chacun à peu près 30% du total, ainsi que par des lipides, environ 15% du total. La nature du restant n'étant pas clairement déterminée, mais on retrouve les produits extracellulaires de la plaque bactérienne, les résidus cytoplasmiques de leur membrane cellulaire, les aliments ingérés, les dérivés des glycoprotéines salivaires, les cellules épithéliales de la muqueuse buccale, et des leucocytes.

b. **Le contenu inorganique** : Les principaux composants de la matrice de la plaque sont le calcium et le phosphore ainsi qu'une petite quantité de magnésium, de potassium et du sodium.

5. Formation

L'élaboration de la plaque dépend préalablement de la capacité des bactéries de pouvoir s'adhérer aux surfaces dentaires.

Cette colonisation se fait par l'intermédiaire d'un film organique d'origine salivaire recouvrant les surfaces dentaires : la pellicule acquise exogène (PAE), elle se forme spontanément quelques minutes après un nettoyage prophylactique des dents.

La PAE est principalement composée de glycoprotéines et de protéines salivaires qui, se lient aux hydroxyapatites de l'émail.

Quatre étapes sont décrites lors de la formation du biofilm dentaire (Cf Fig 4) :

a. d'abord, l'attachement des bactéries à la surface dentaire par une fixation initiale

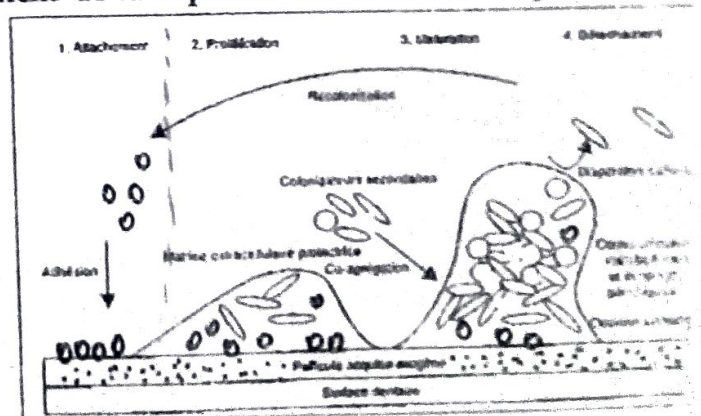


Figure 4 : Les quatre étapes de la formation du biofilm dentaire

réversible qui devient par la suite irréversible via des systèmes classiques d'attache (pili, fimbriae,...);

- ensuite, la prolifération et le développement d'une architecture du biofilm (micro-colonie et canalisation d'eau);
- puis, la maturation de la structure;
- enfin, une dégradation du biofilm avec un détachement cellulaire massif (dispersion d'agrégat bactérien).

5.1. Pellicule acquise exogène

La PAE est le préliminaire indispensable à la fixation des bactéries pionnières. Elle se présente sous forme d'un film translucide, incolore, mou répartie de façon diffuse sur les couronnes en quantité un peu élevée près de la gencive. Elle se forme quelques minutes sur la surface dentaire nettoyée.

Elle mesure 0.05 à 0.8 micron d'épaisseur, et adhère fermement à la dent et continue avec les prismes d'émail.

5.2. Colonisation

Elle commence par :

A. une fixation initiale réversible : Elle peut s'établir entre la PAE et les bactéries grâce à des interactions physico-chimiques non spécifiques (forces de Van Der Waals et les forces répulsives électriques). Les micro-organismes sont alors facilement détachables par rinçage (Cf Fig 5).

B. Ensuite l'ancrage irréversible : Une liaison se fait par des interactions de plus courte distance (liaison ionique covalence, ou des ponts d'hydrogène et surtout par la connaissance des molécules spécifiques). Les bactéries (les colonisateurs primaires) viennent s'ancrer via des systèmes classiques d'attache (les flagelles, les pili, ..). Ces bactéries sont appelées pionnières (Cf Fig 6).

C. Le développement (Cf Fig 7) : Une fois fixées sur la PAE,

les bactéries pionnières contribuent rapidement à la croissance de la plaque dentaire par multiplication cellulaire. C'est la phase de la prolifération bactérienne. Les bactéries s'organisent en micro-colonie dont la différenciation mène à l'élaboration du biofilm dentaire.

Les bactéries pionnières vont ensuite permettre l'agrégation de nouvelles bactéries qui n'étaient pas capables de se fixer à la PAE. Pendant la phase de colonisation du biofilm dentaire, les bactéries adhérentes synthétisent des polymères extracellulaires qui contribuent à l'intégrité structurale du biofilm.

Le biofilm dentaire se développe grâce à :

- l'apparition de nouvelles bactéries;

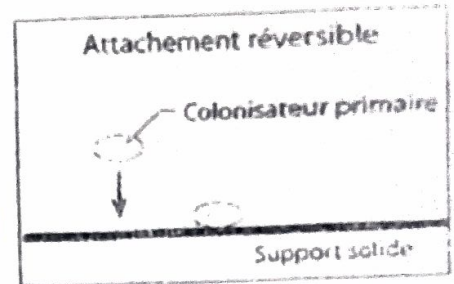


Figure 5 : L'attachement réversible de la bactérie sur la surface dentaire

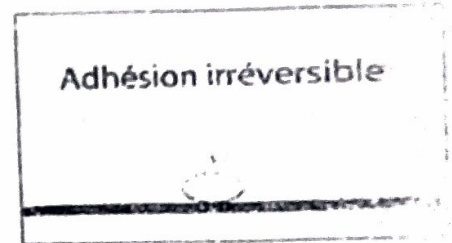


Figure 6 : L'attachement irréversible de la bactérie sur la surface dentaire

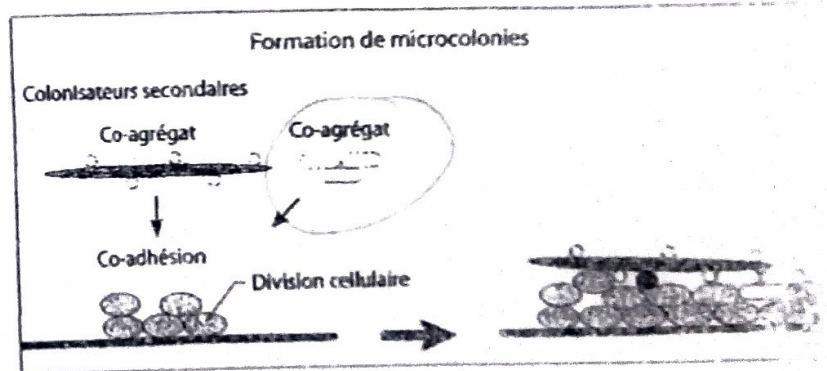


Figure 7 : La prolifération et le développement des bactéries

Pendant la phase de colonisation du biofilm dentaire, les bactéries adhérentes synthétisent des polymères extracellulaires qui contribuent à l'intégrité structurale du biofilm.

- la multiplication des bactéries ;
- l'accumulation de produits bactériens.

5.3. Maturation

Lors de cette phase, on observe une modification importante de la taille de la structure résultant de nombreuses multiplications bactériennes (Cf Fig 8).

La matrice extracellulaire augmente en épaisseur avec modification des gradients d'oxygène de substrat, et du pH.

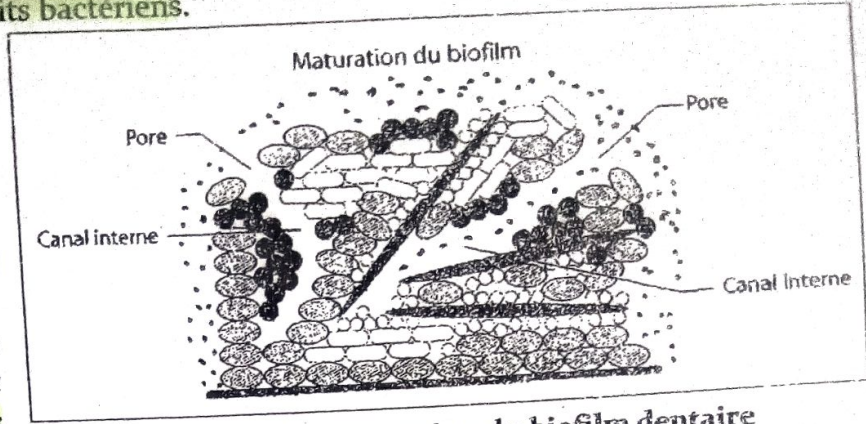


Figure 8 : La maturation du biofilm dentaire

5.4. Détachement

Les bactéries sont aussi informées de la densité cellulaire et des interactions cellulaires dans leur environnement. Elles produisent des molécules de signal, lorsqu'elles sont atteintes leur concentration critique. Ce concept est dit le « quorum sensing ».

Le nombre croissant des bactéries induit une profonde carence alimentaire au sein de l'entité. L'appauvrissement nutritionnel au sein de la structure favorise le détachement des bactéries, pour pouvoir coloniser d'autres sites (Cf Fig 9).

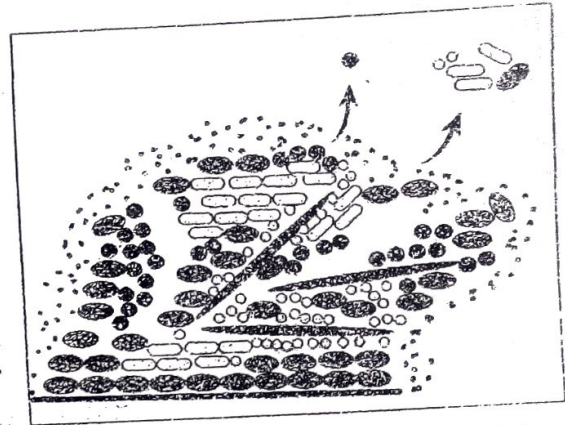


Figure 9 : Le détachement de bactéries

6. Pouvoir pathogène du biofilm dentaire

Les micro-organismes colonisant la cavité buccale constituent une menace constante pour les tissus de l'hôte. Dans une bouche saine, les mécanismes de défense de l'hôte s'opposent aux attaques des micro-organismes, mais dès que les micro-organismes triomphent de cette défense et ceci quel qu'en soit l'endroit, une infection entraînant des dégâts tissulaire se développe. Les bactéries qui se développent au sein de tissus peuvent créer des lésions des tissus en libérant des toxines, des enzymes et des déchets métaboliques.

Conclusion

La santé dentaire et parodontale peut être considérée comme un état d'équilibre dans lequel la population bactérienne coexiste avec l'hôte et, où aucun dommage irréparable n'apparaît dans les tissus de ce dernier. Toutefois, la maladie peut apparaître quand la composition et les activités métaboliques des communautés du biofilm sont perturbées. Ce changement écologique résulte d'une augmentation des proportions de micro-organismes pathogènes qui, possèdent des déterminants enzymatiques et structuraux pouvant, les rendre plus virulents que ceux associés à la santé de l'hôte. C'est alors, que différents groupes de bactéries pathogènes coopèrent et entraînent la maladie, tandis que, seules, ces bactéries sont incapables de nuire.

Le seul moyen simple et efficace pour maintenir la santé parodontale et dentaire reste les soins d'hygiène bucco-dentaire convenable.

