

Vie et mort du biofilm

Alain Bizzini

Institut de microbiologie

Centre hospitalier universitaire vaudois, Lausanne, Suisse



Plan

- 1. Quelques généralités**
- 2. Etapes de développement**
- 3. Détecter (Vie)**
- 4. Traiter (Mort)**

Plan

- 1. Quelques généralités**
- 2. Etapes de développement**
- 3. Détecter (Vie)**
- 4. Traiter (Mort)**

Définitions

Un biofilm est une **communauté** de micro-organismes (bactéries, champignons,...) présente sur une **surface**, incluse dans une **matrice** extracellulaire.

Toute surface organique ou synthétique (ou presque) peut être le support d'un biofilm.

Les biofilms peuvent être **mono ou polymicrobiens** (plaque dentaire : des centaines d'espèces).

Les bactéries y ont un **mode de vie** distinct de la forme planctonique.

Définitions

Presque toutes les espèces bactériennes sont capables de produire un biofilm.

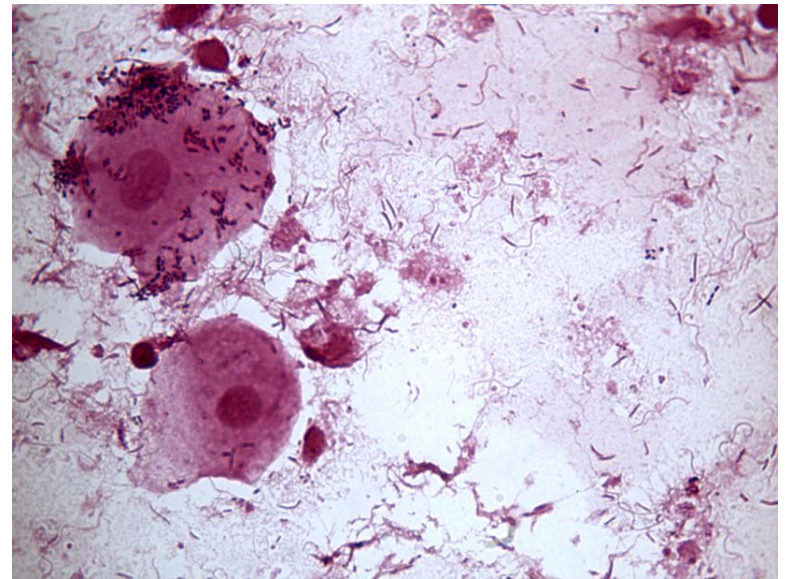
Au sein d'une même espèce, la variabilité entre les souches peut être importante.

Gram +

Gram -

Mycobactéries

Exception : intracellulaires



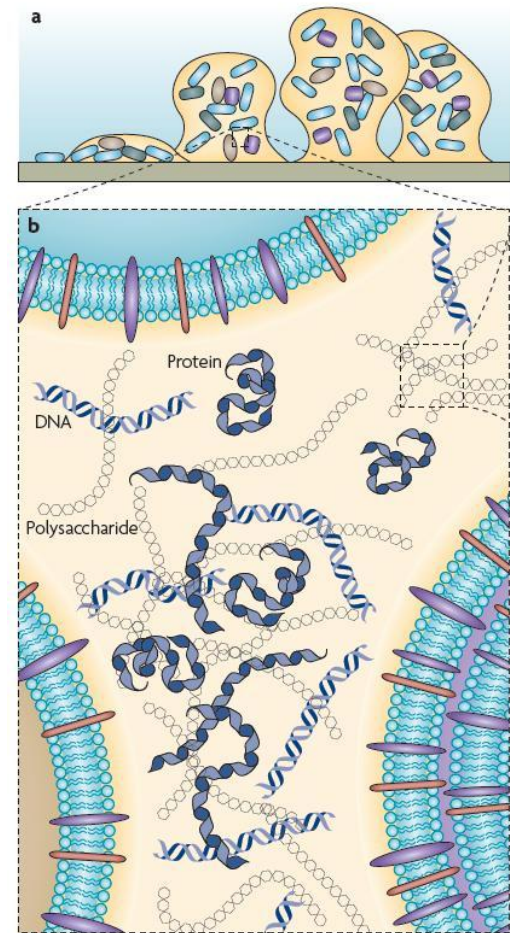
Définitions

La **matrice** est une substance extracellulaire hydratée principalement composée de :

- Polysaccharides**
- Protéines**
- Acides nucléiques**

Rôles principaux :

Cohésion, Protection, Hydratation, Diffusion.



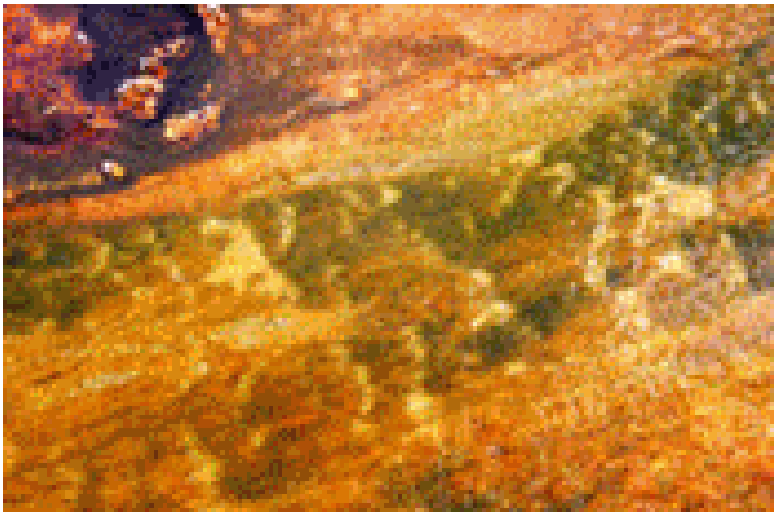
Flemming and Wingender, Nat rev microbiol 2010.

Localisation

On trouve des biofilms partout.

Environnement

(rivières, sources hydrothermales,...)



Localisation

On trouve des biofilms partout.

Industrie

(canalisations, réservoirs, membranes, systèmes de transfert de chaleur...)

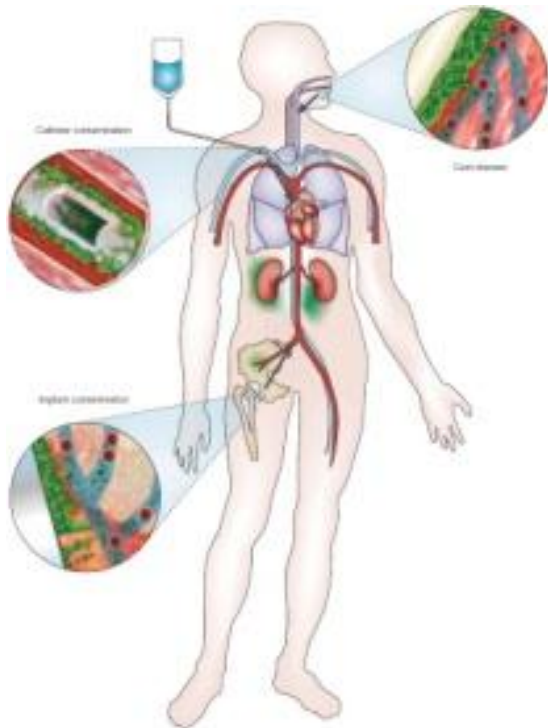


Localisation

On trouve des biofilms partout.

Humain

(infections de matériel prothétique, de cathéter, endocardite, plaies chroniques, mucoviscidose,...)



Pourquoi le biofilm

Défense

(stabilité physique, phagocytose, résistance aux antibiotiques, aux détergents)

Fixe l'accès aux ressources

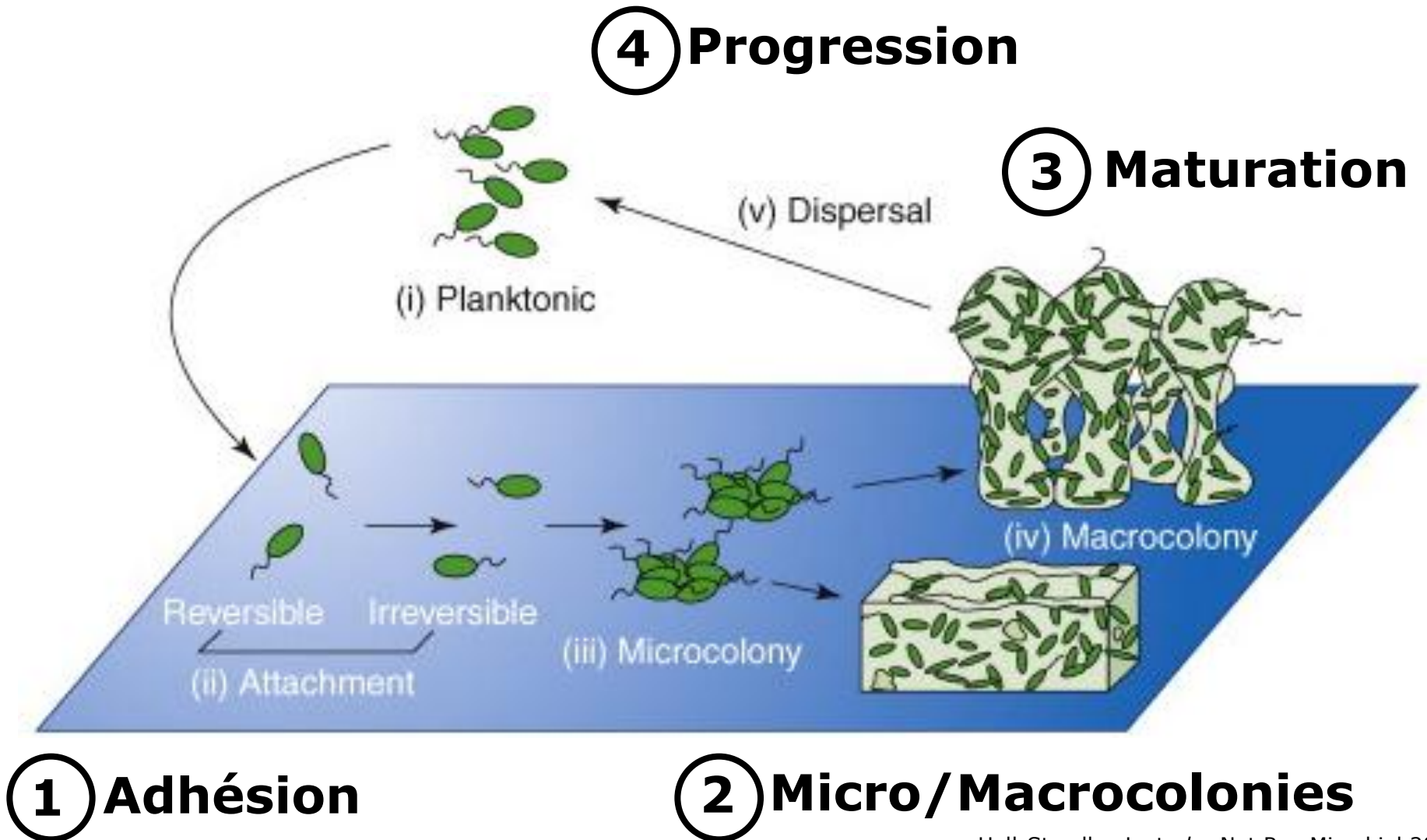
(rester où les nutriments se trouvent)

Echange de matériel génétique et d'information

Plan

1. Quelques généralités
- 2. Etapes de développement**
3. Détecter (Vie)
4. Traiter (Mort)

Etapes de développement



Étapes de développement

1) **Adhésion et attachement**

secondes → minutes

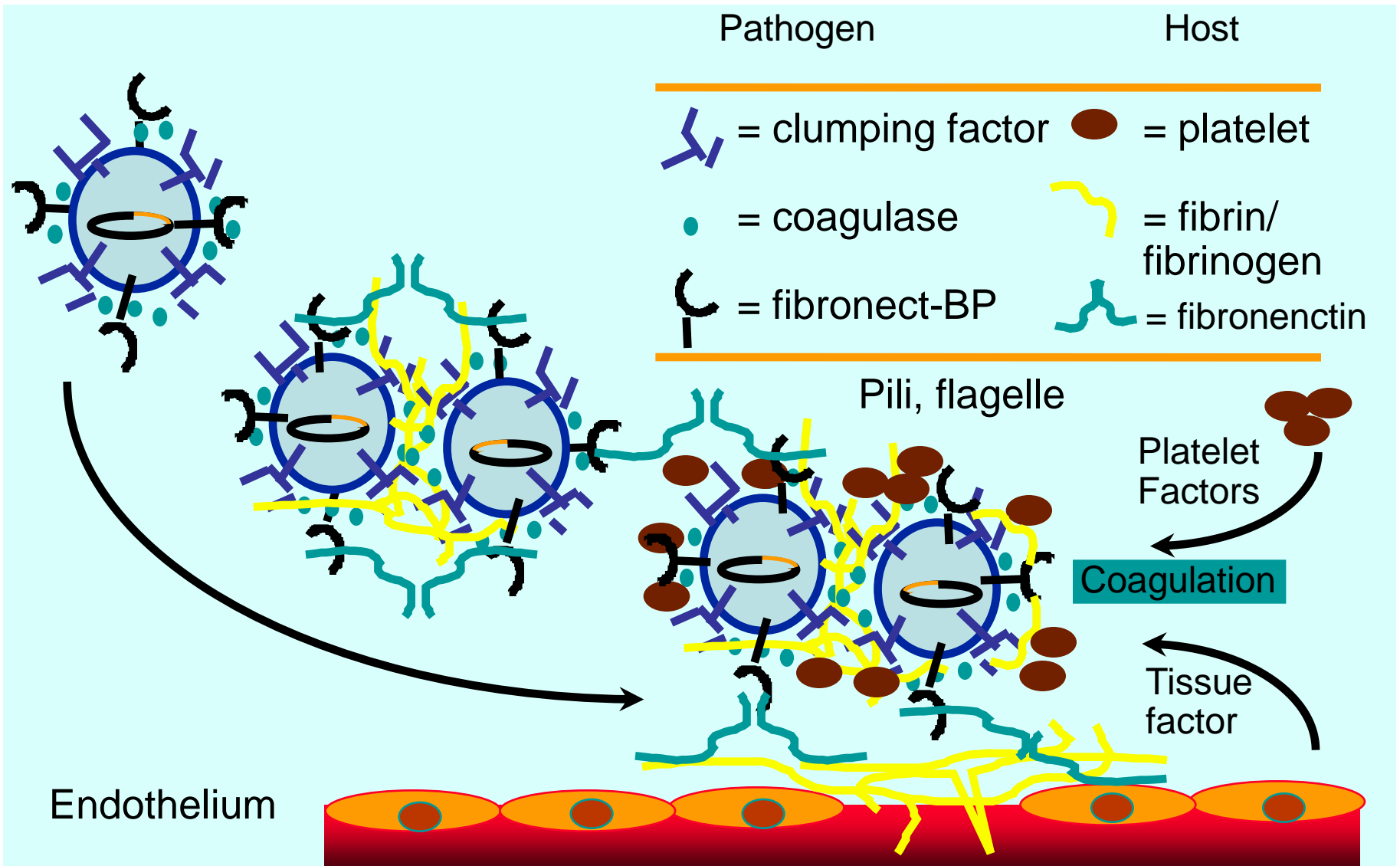
Passage des bactéries de la forme
planctonique → adhérente

Interactions électrostatiques

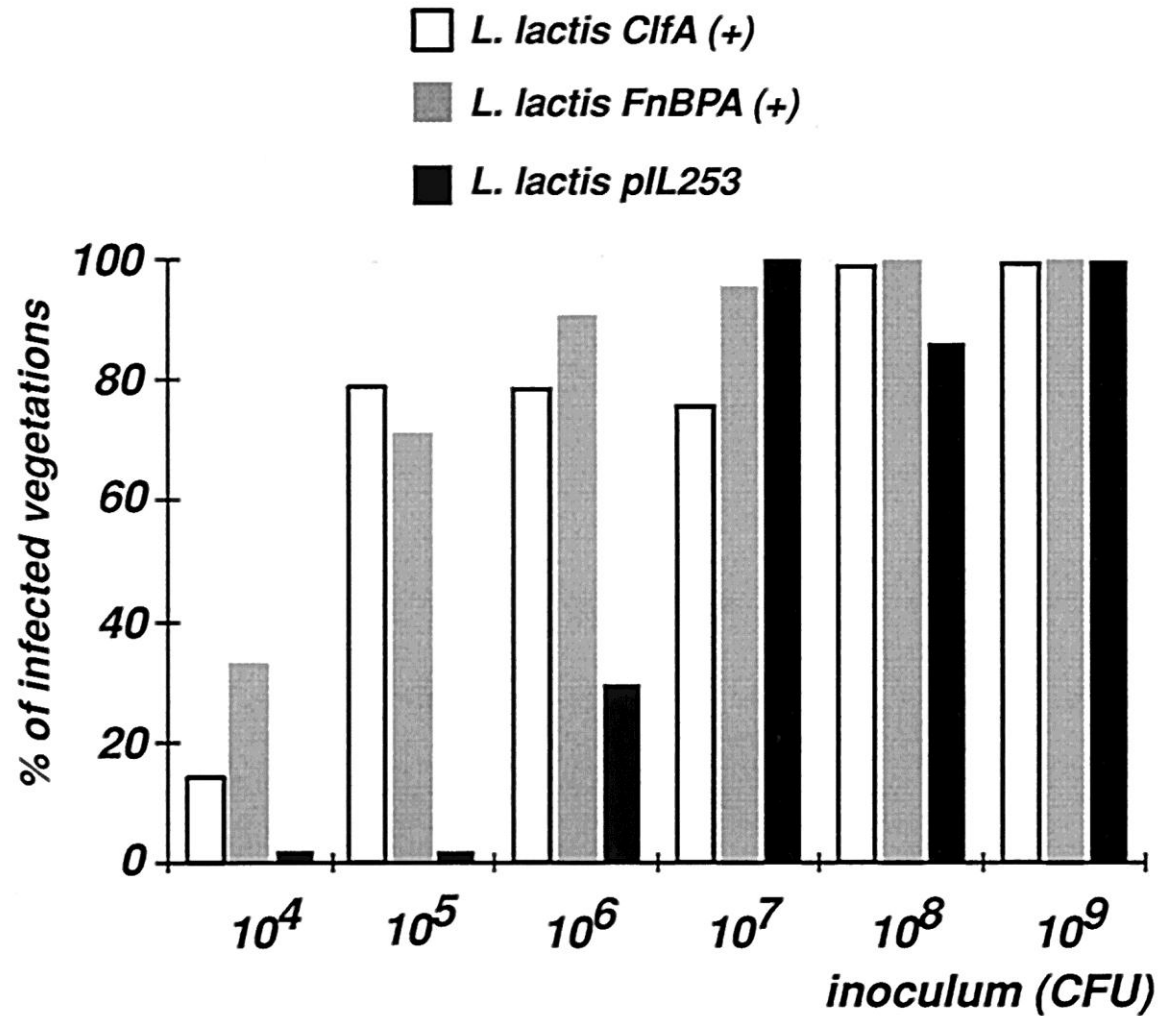
Forces de Van der Waals

Facteurs d'adhérence

1) Adhésion : Endocardite



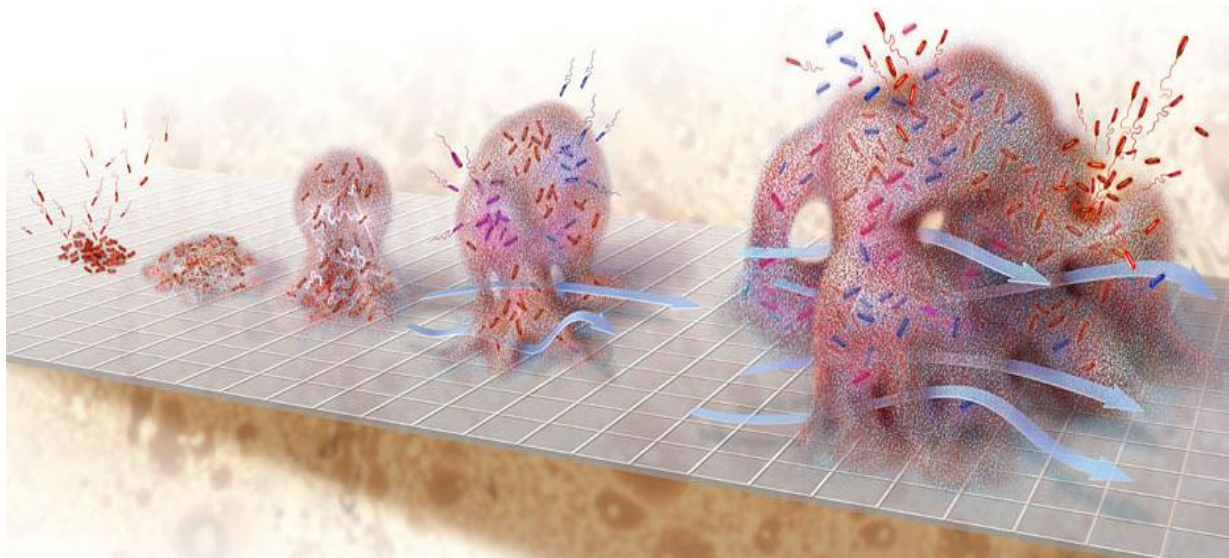
1) Adhésion : Endocardite



Etapes de développement

2) Formation de microcolonies minutes → heures

Réplication locale, début de la synthèse de la matrice extracellulaire.



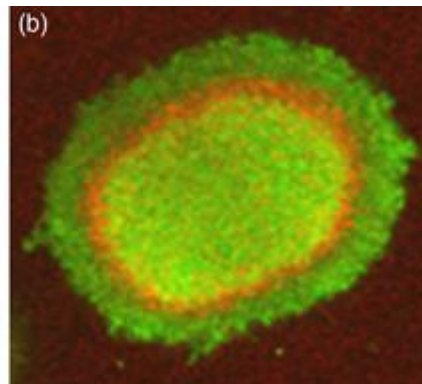
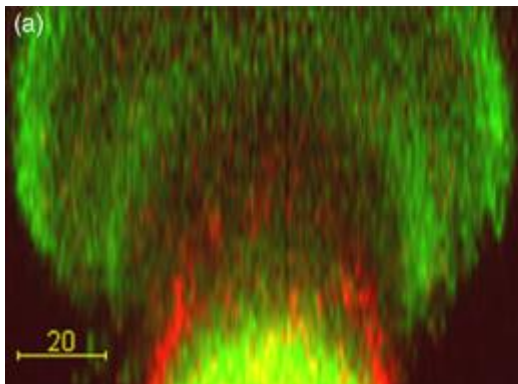
Etapes de développement

3) Maturation du biofilm

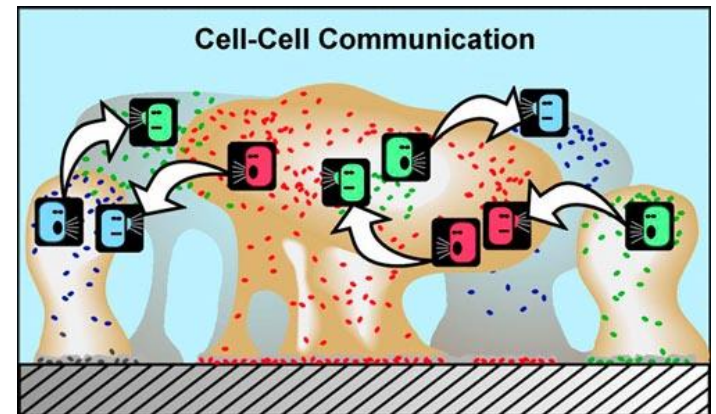
heures → jours →...

Structure tridimensionnelle (canaux, tours).

Optimisation de la distribution de nutriments, de l'évacuation de métabolites, de la diffusion de signaux (quorum sensing).

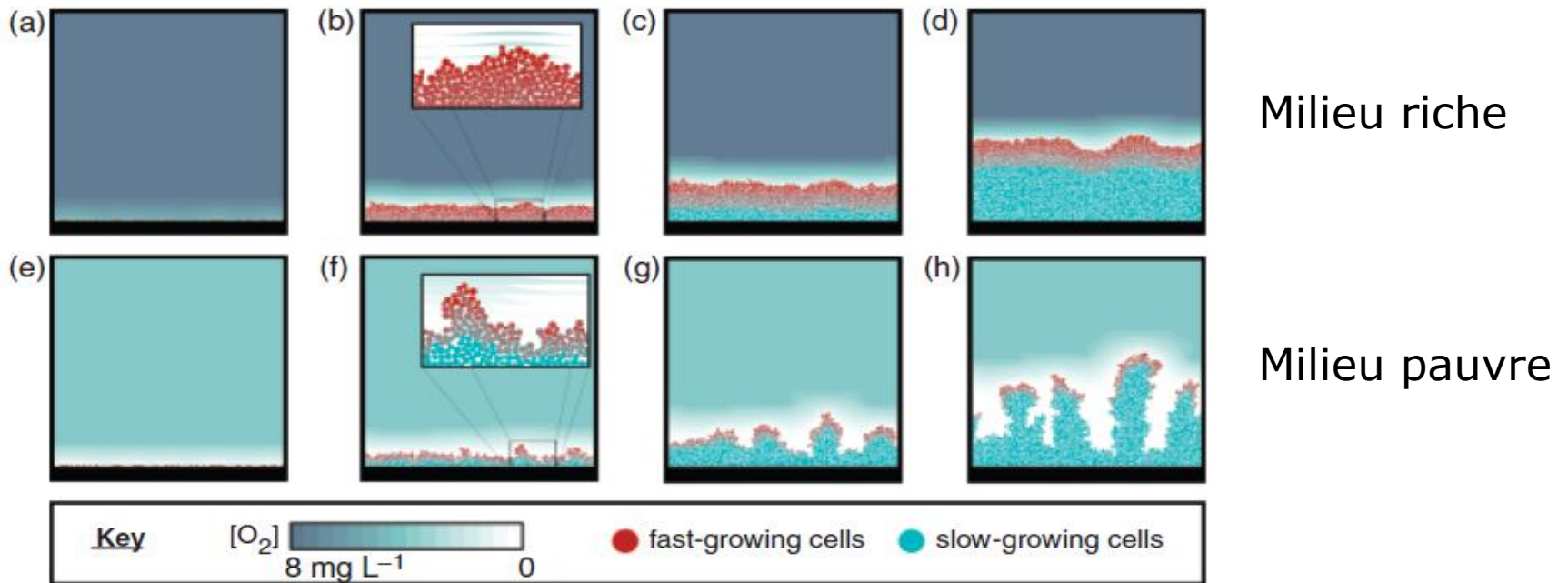


Harmsen M *et al.* , FEMS Immunol microbiol 2010

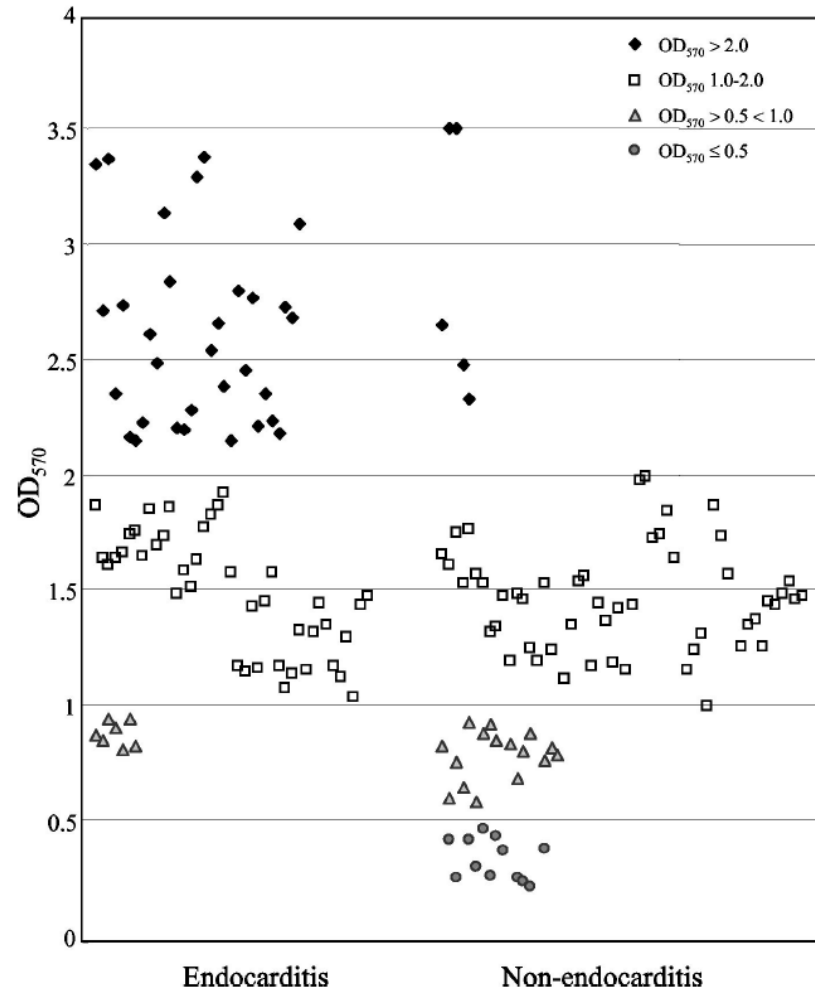


P. Dirckx, Center for Biofilm Engineering, Montana State University

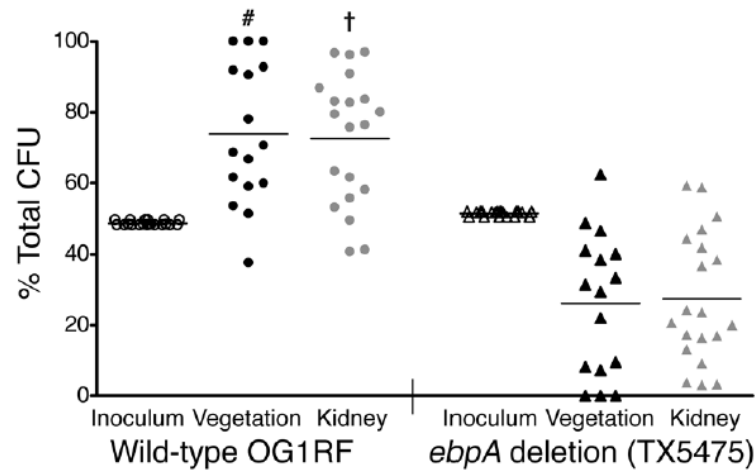
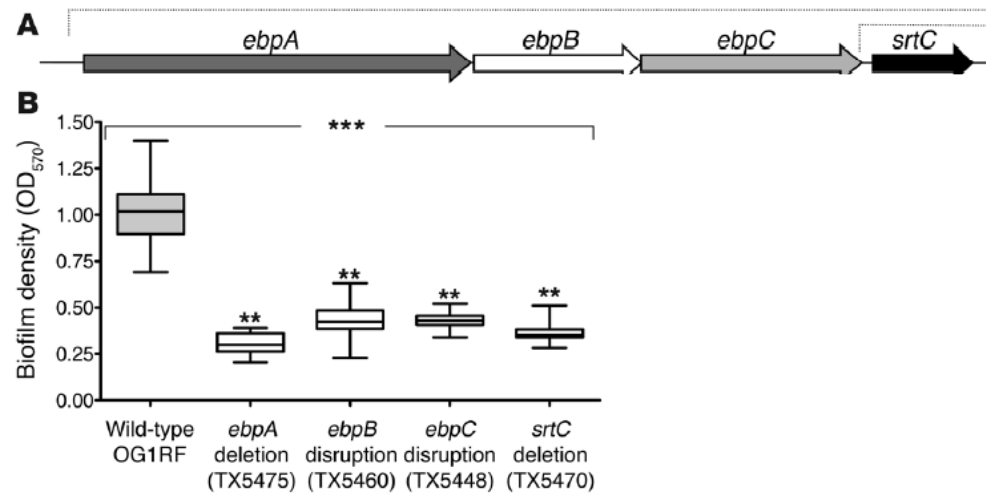
La structure du biofilm ne nécessite pas forcément de communication/coopération



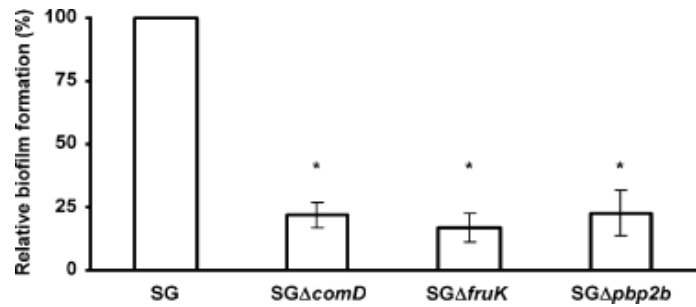
Endocardite – Biofilm *in vitro* vs *in vivo*



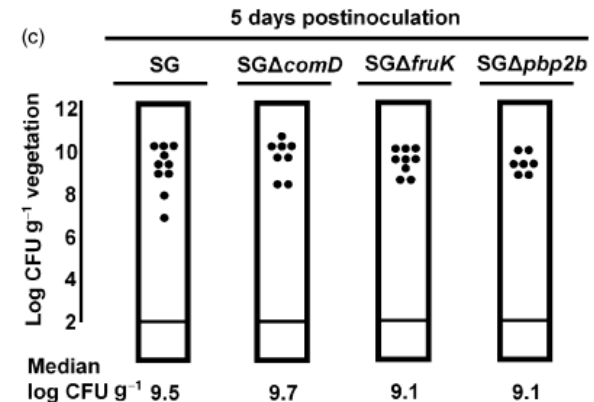
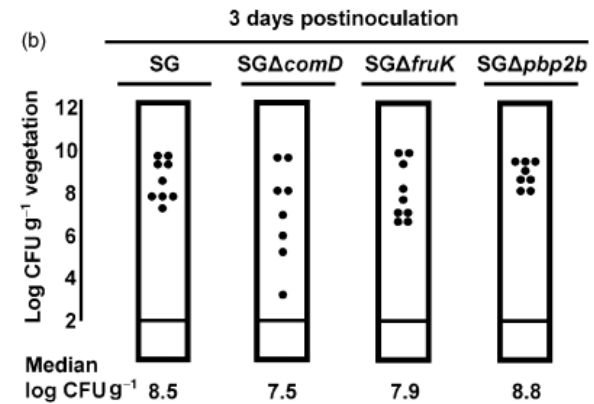
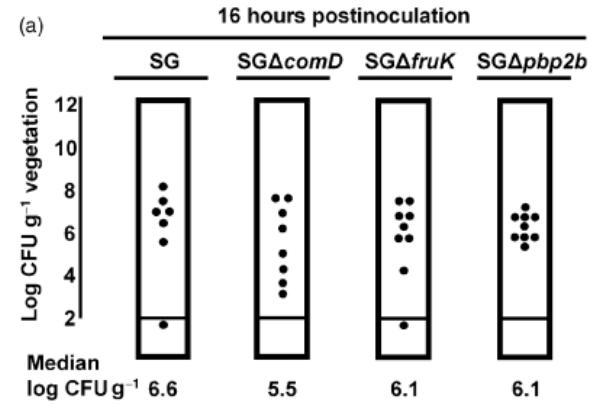
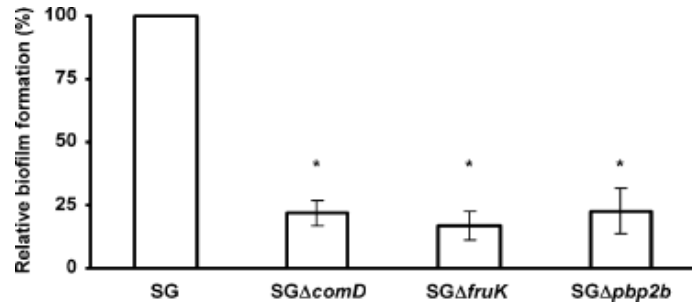
Endocardite – Biofilm *in vitro* vs *in vivo*



Endocardite – Biofilm *in vitro* vs *in vivo*



Endocardite – Biofilm *in vitro* vs *in vivo*

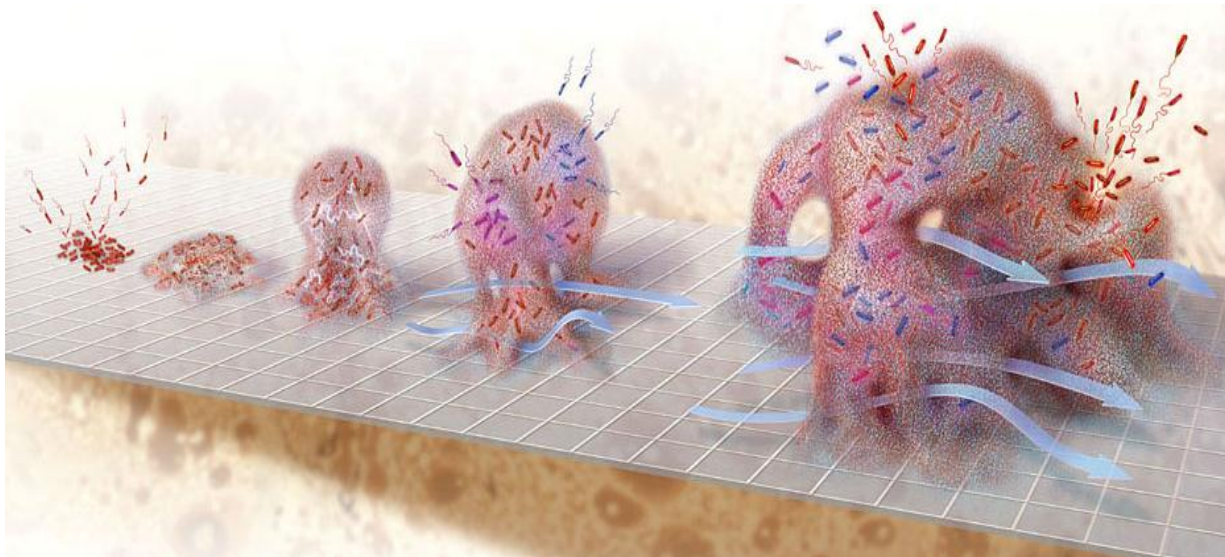


Étapes de développement

4) Progression (extension locale, détachement)

Détachement par effet mécanique.

Sécrétion d'enzymes (DNases, hexosaminidases) dégradant la matrice extracellulaire.



Plan

1. Quelques généralités
2. Etapes de développement
- 3. Détecter (Vie)**
4. Traiter (Mort)

Détecter : exemple de l'infection de prothèse

Culture de tissus intra-opératoires
(au-moins 3 spécimens de bonne qualité)

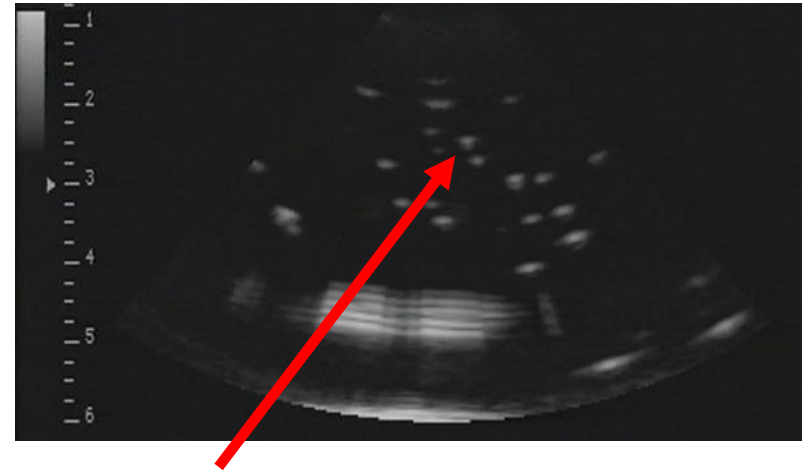
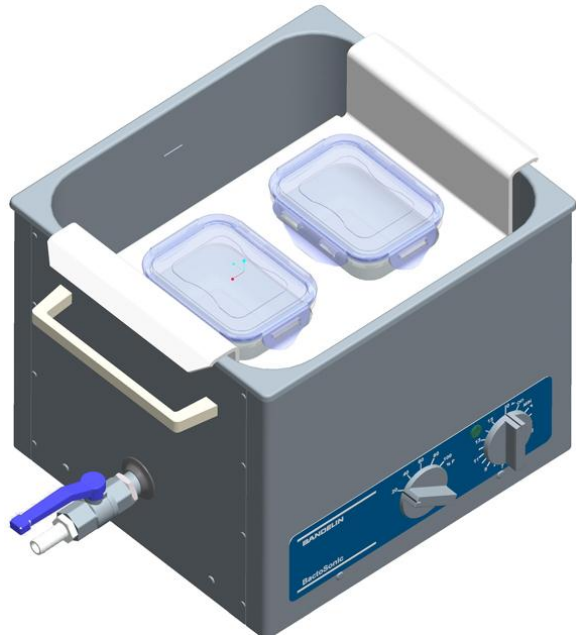
Sensibilité : 60-80%

Spécificité : quid des biopsies 1/3 positives ?

Problématique de l'incubation et de la présence d'une antibiothérapie.

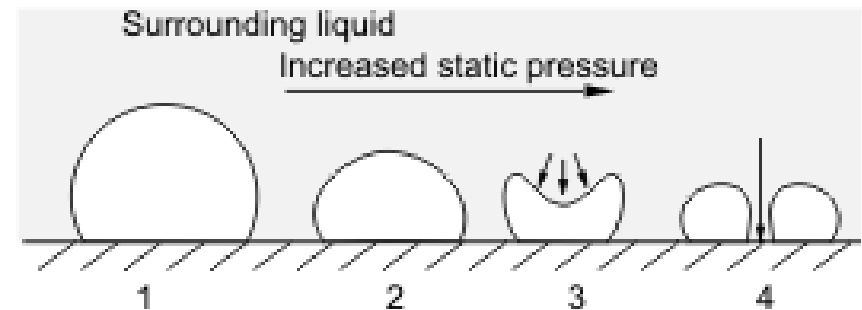
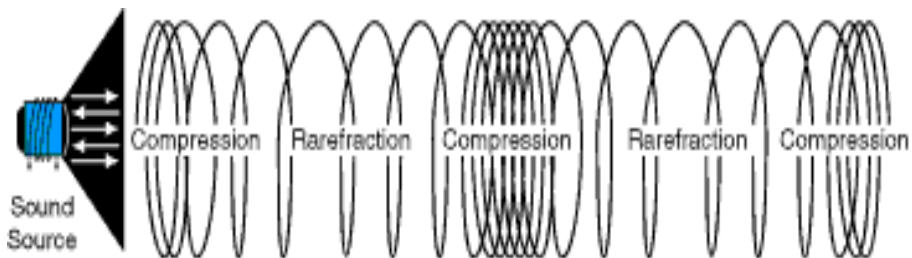
Les bactéries poussant en biofilm ne produisent pas forcément de colonies sur milieu de culture.

Détecter : sonication



Microbubbles (cavitation)

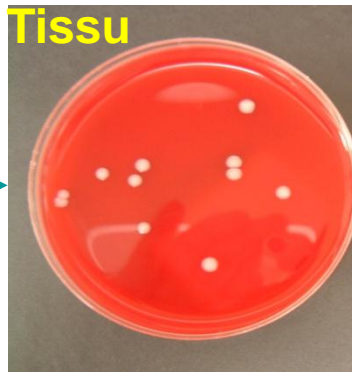
Mechanical vibrations > 20 kHz



Cavitation bubble imploding close to a fixed surface generating a jet (4) of the surrounding liquid.

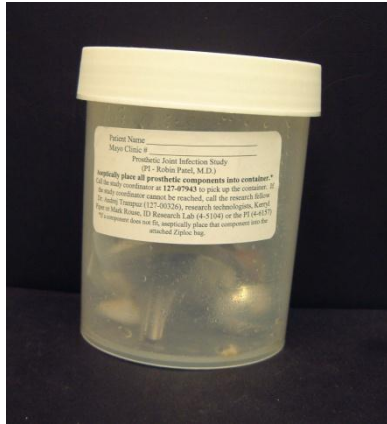
Détecter : sonication

Méthode standard



Détecer : sonication

Implants



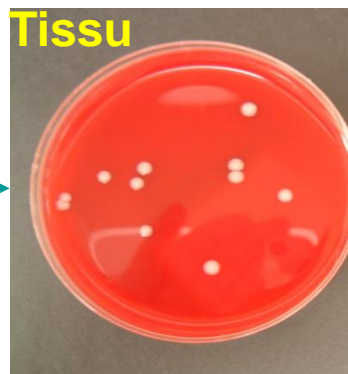
Vortex 30 s



Sonication, 5 min, 40 kHz



Méthode standard

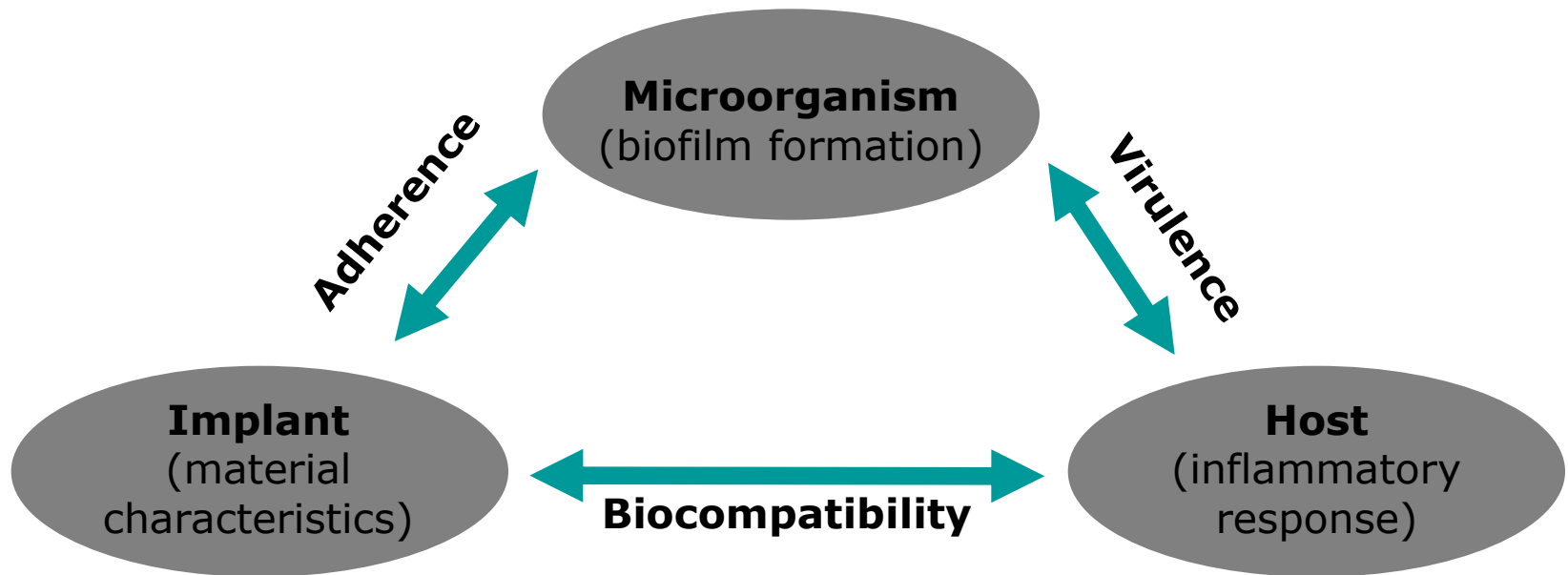


Plan

1. Quelques généralités
2. Etapes de développement
3. Détecter (Vie)
4. Traiter (Mort)

Traiter

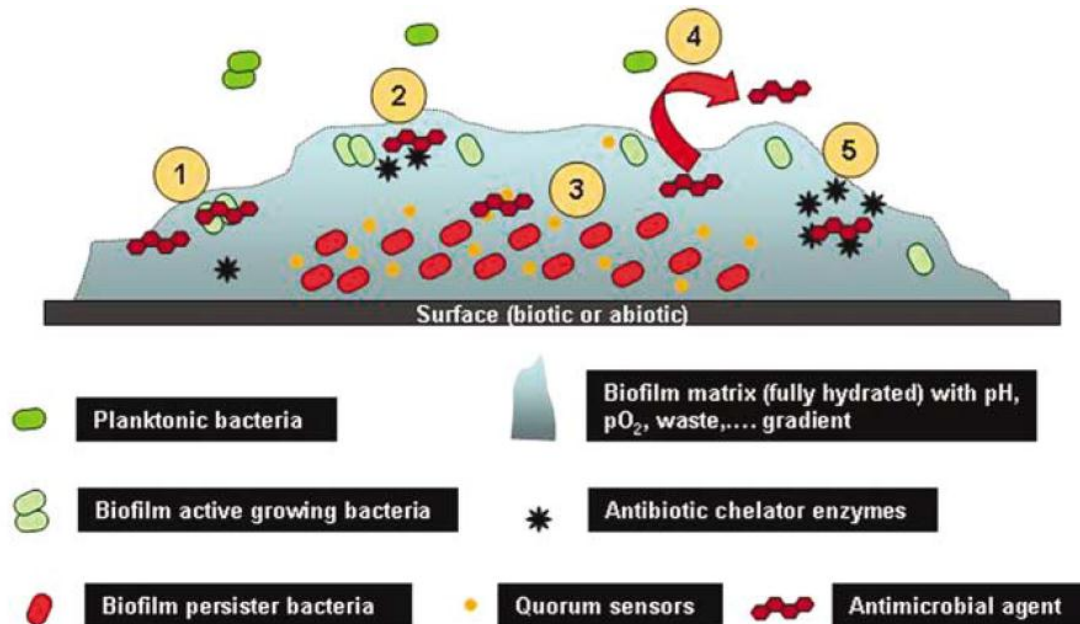
Les infections de biofilm résultent d'une interaction complexe entre au moins 3 facteurs



Sensibilité aux antibiotiques

Résistance physiologique des **bactéries persistantes**.
Résistance physique de la **diffusion limitée** ou du **microenvironnement**.

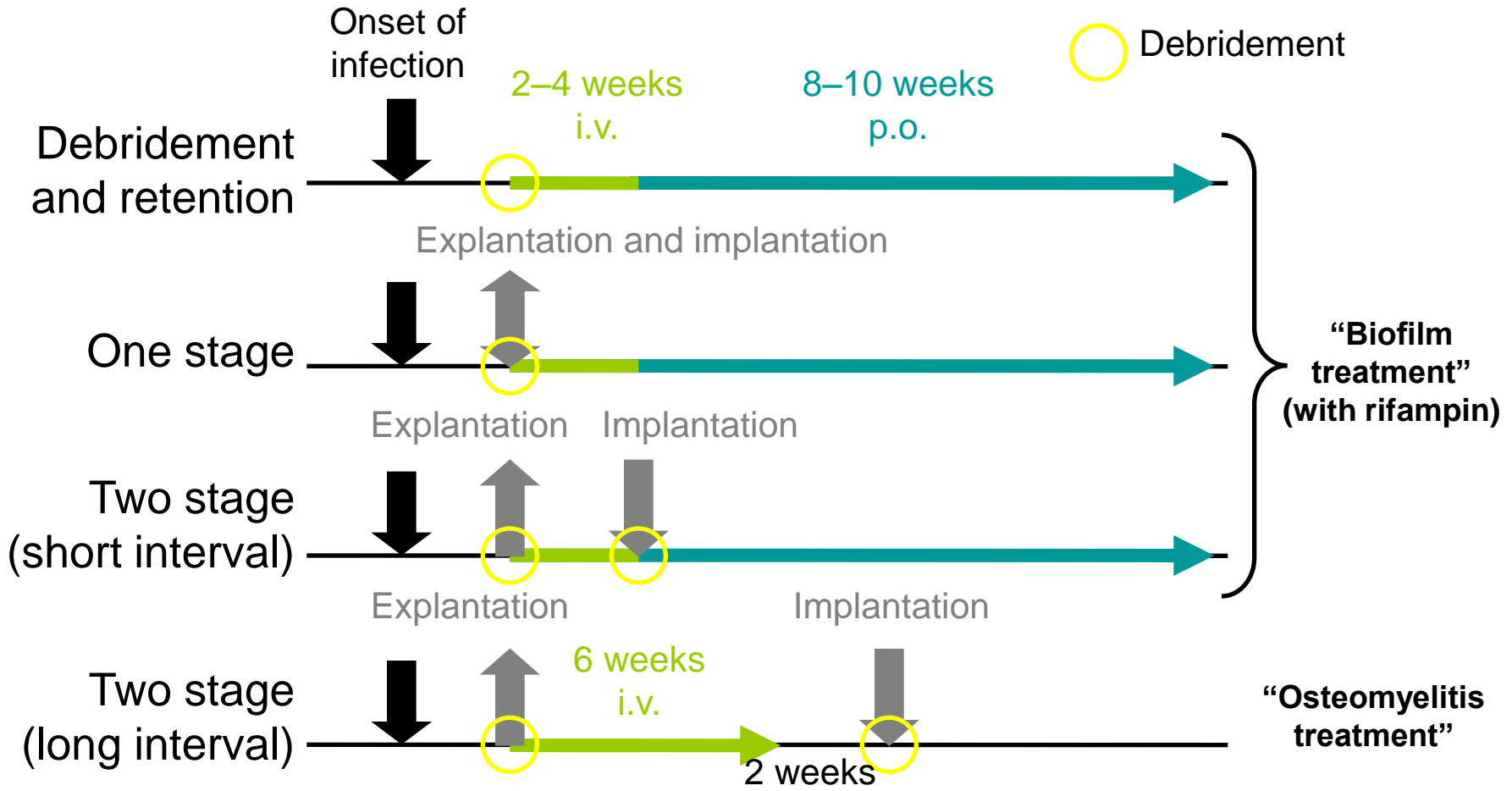
Résistance par **induction** / **transfert de gènes**.



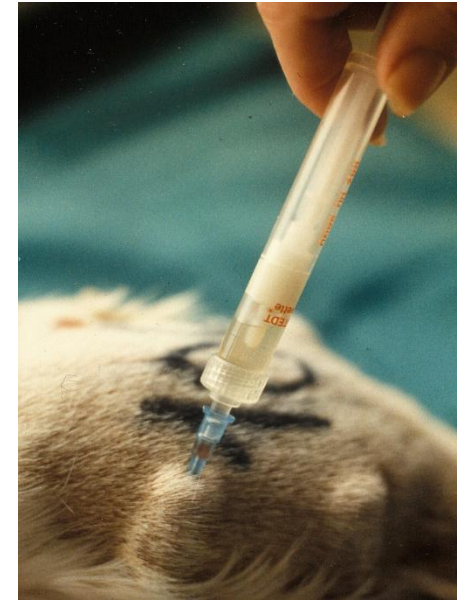
Traiter

Time	0–3 months	3–24 months	>24 months
Type	Early postoperative	Delayed (low grade)	Late
Route	Perioperative		Haematogenous
Signs	Fever, effusion, warmth, drainage	Persistent pain, device loosening, fistula	Acute or subacute
Cause	<i>S. aureus</i> Streptococci Enterococci	Coag neg staphylococci <i>P. acnes</i>	<i>S. aureus</i> <i>E. coli</i>

Traiter



Modèle d'infection à corps étranger



Modèle d'infection à corps étranger

