

# 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.

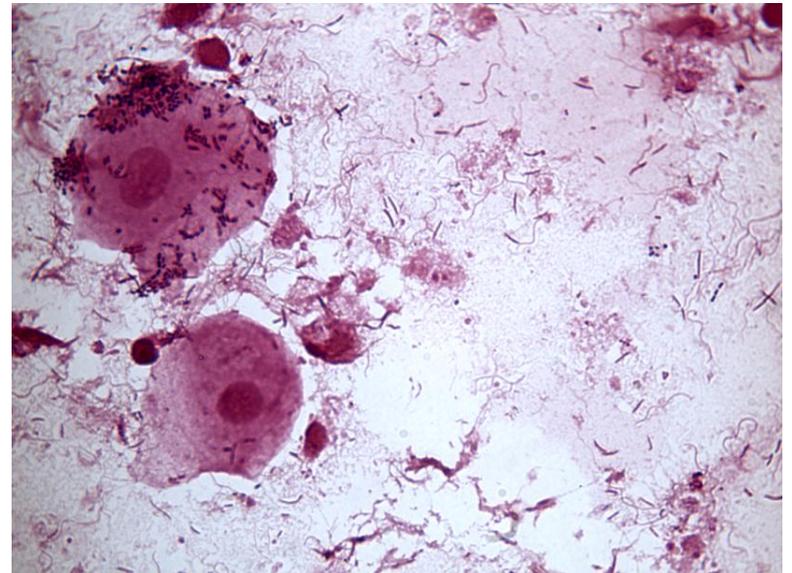
Au sein d'une même espèce, la variabilité entre les souches peut être importante.

**Gram +**

**Gram -**

**Mycobactéries**

**Exception : intracellulaires**



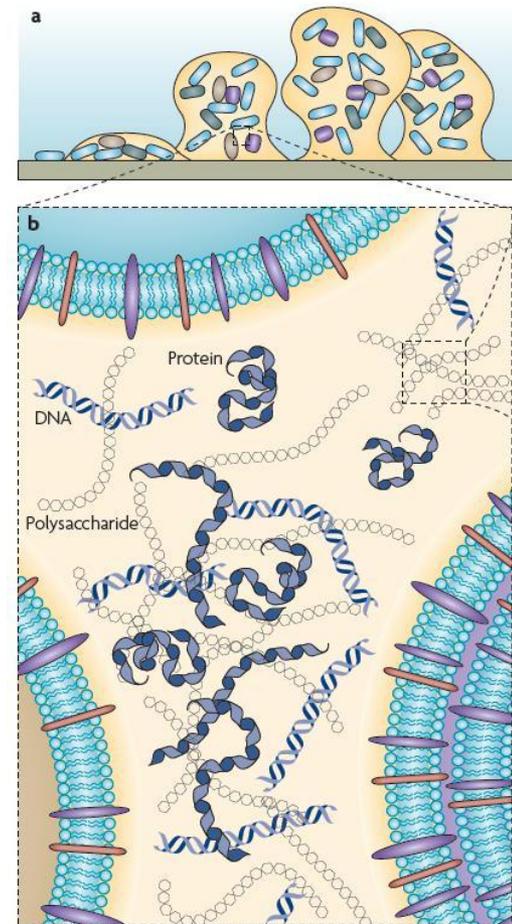
# Définitions

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

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

Rôles principaux :

**Cohésion, Protection, Hydratation, Diffusion.**



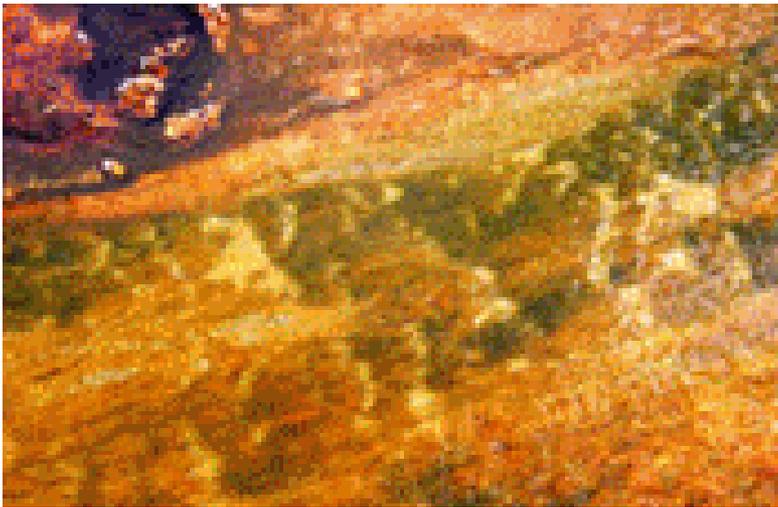
Flemming and Wingender, Nat rev microbiol 2010.

# 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...)

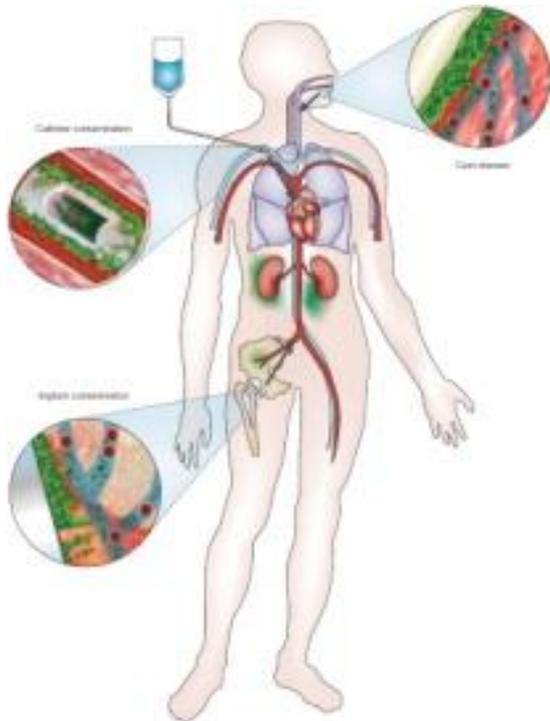


# Localisation

**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**

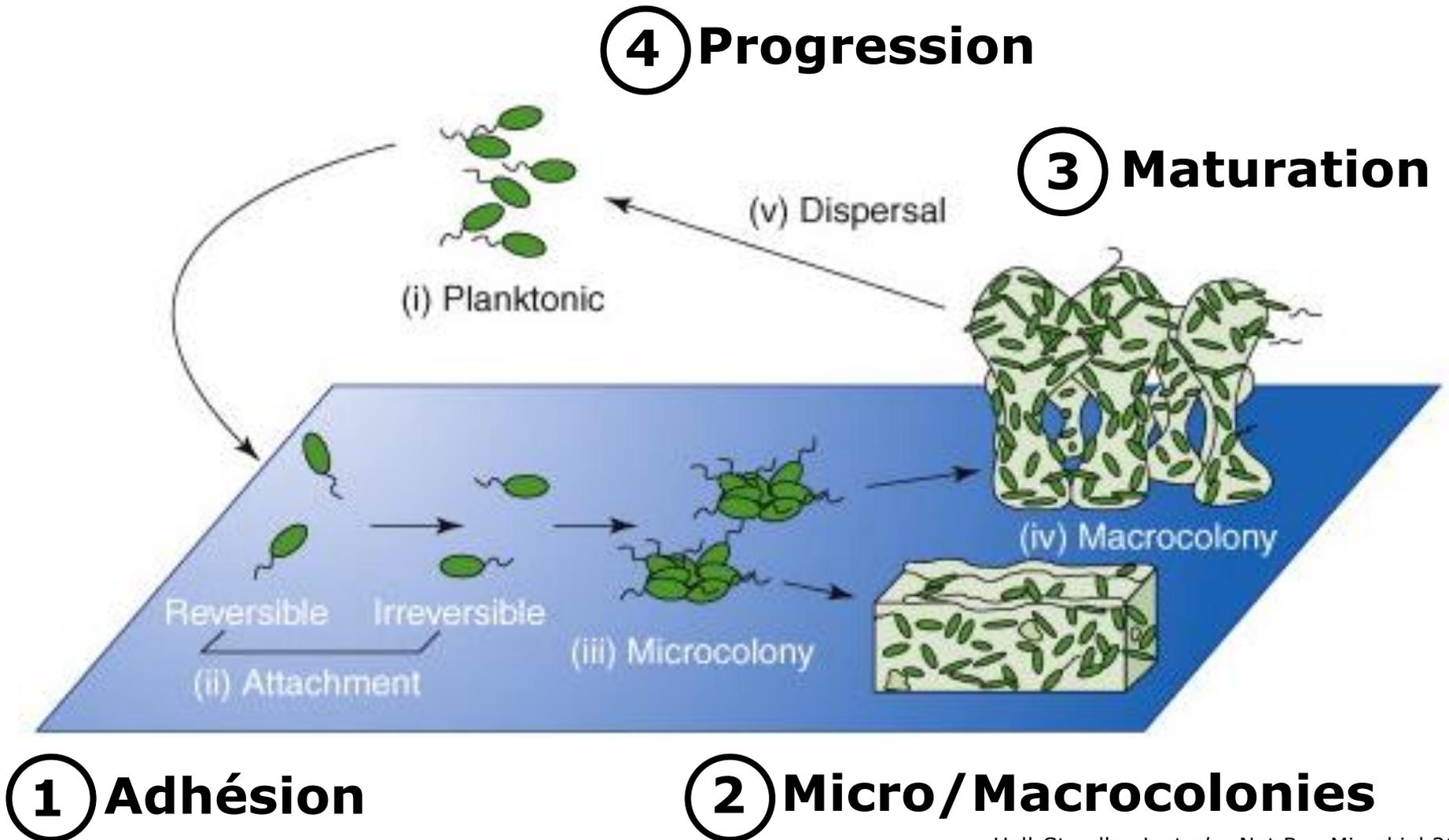
(rester où les nutriments se trouvent)

## **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

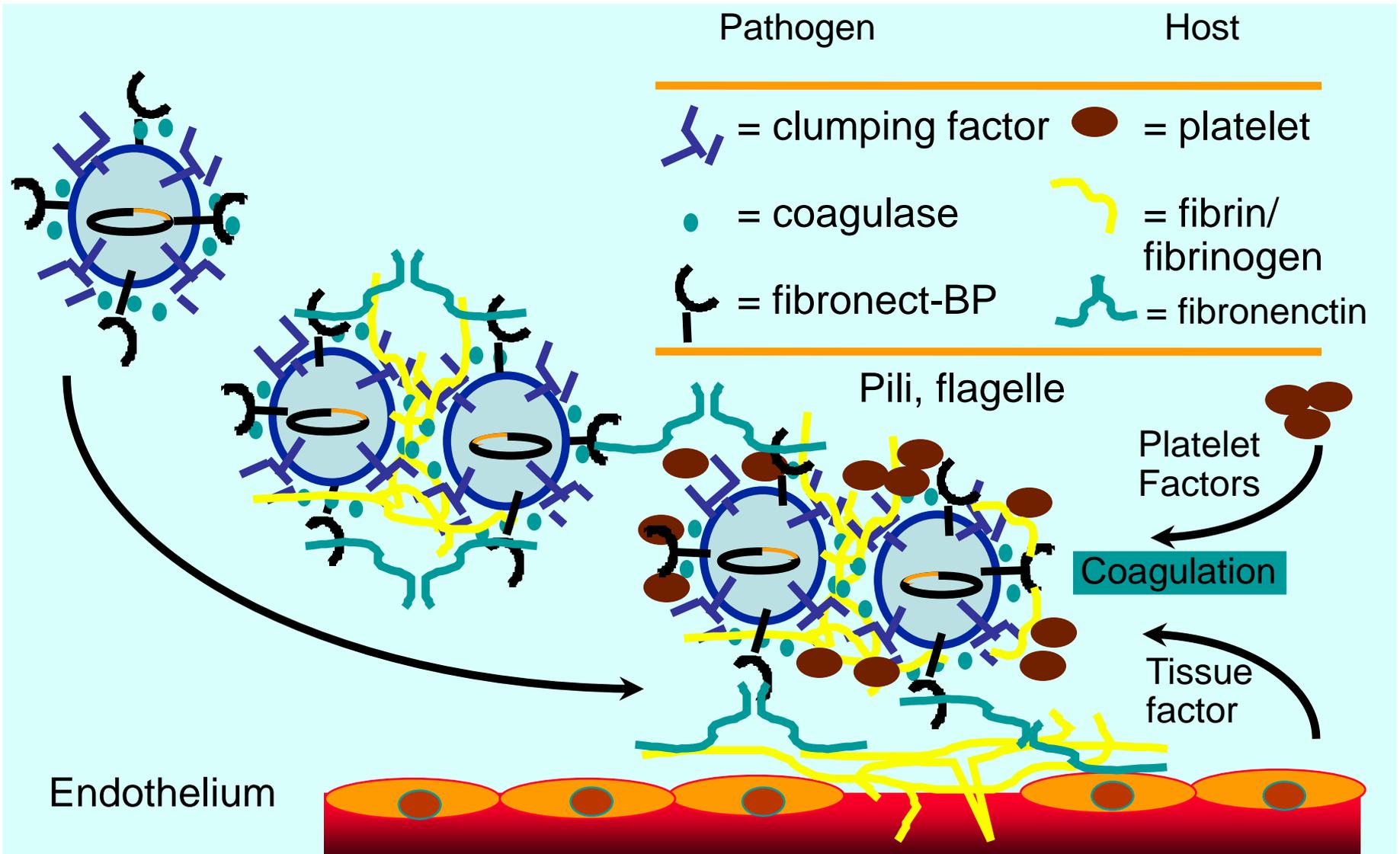
Passage des bactéries de la forme  
planctonique → adhérente

Interactions électrostatiques

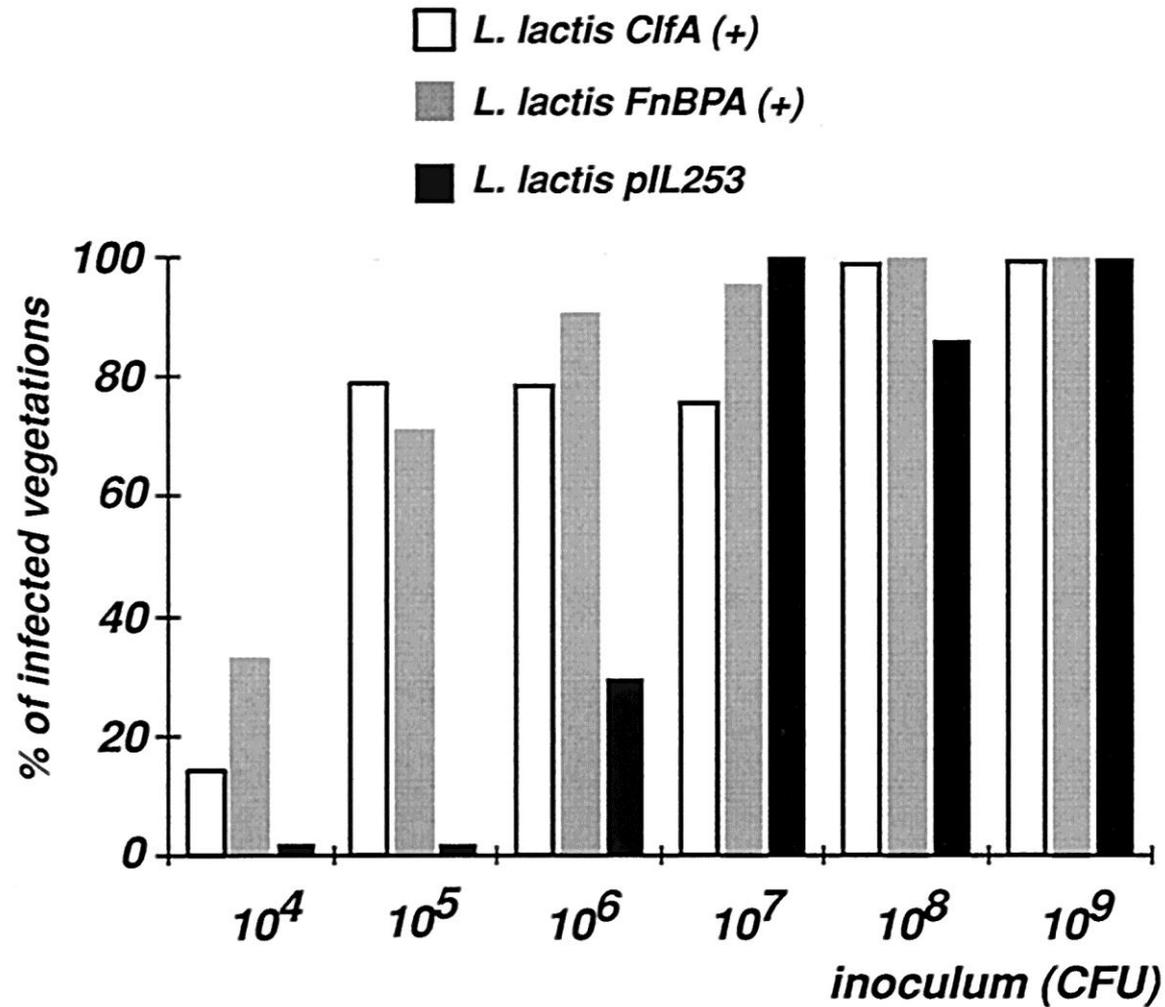
Forces de Van der Waals

Facteurs d'adhérence

# 1) Adhésion : Endocardite



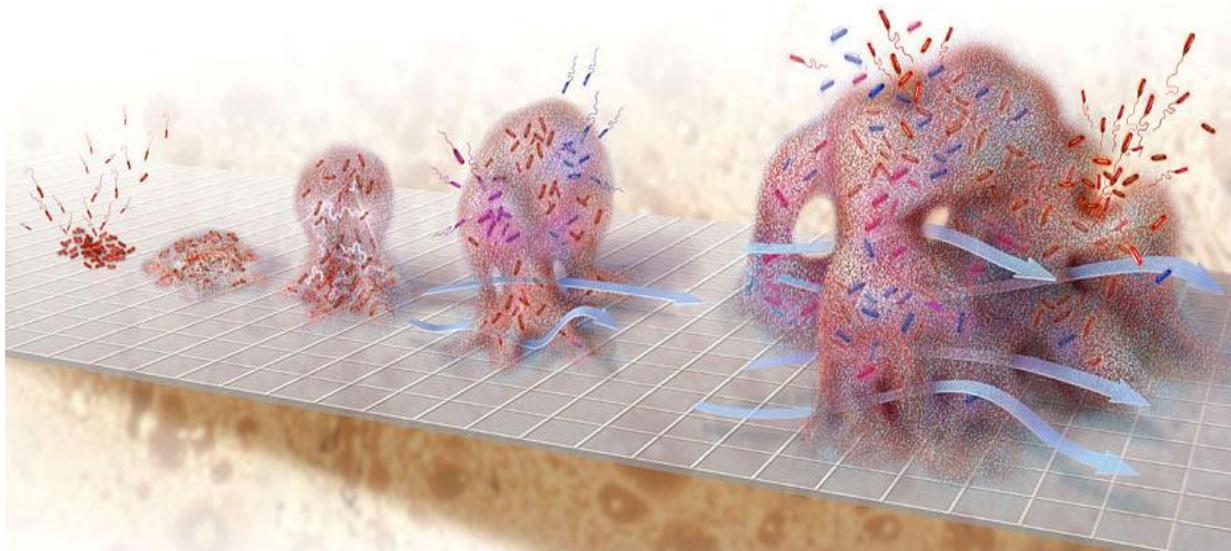
# 1) Adhésion : Endocardite



# Etapes de développement

## 2) Formation de microcolonies minutes → heures

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



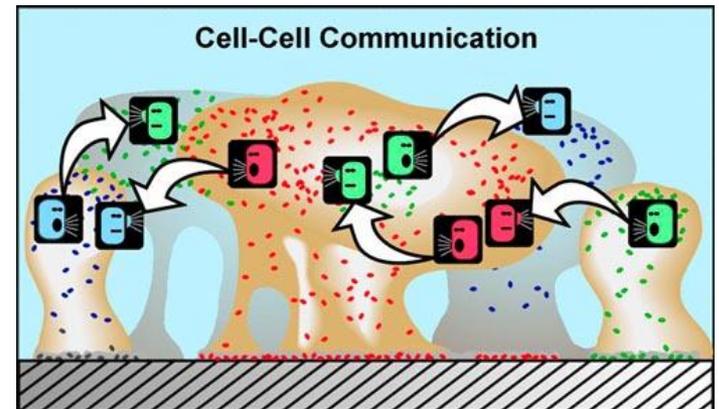
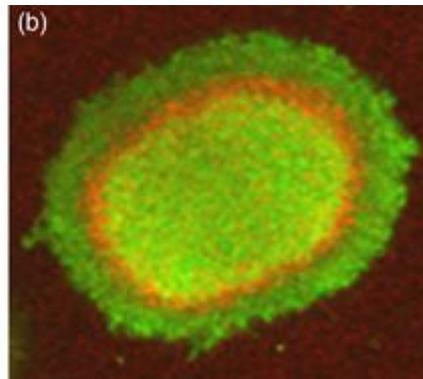
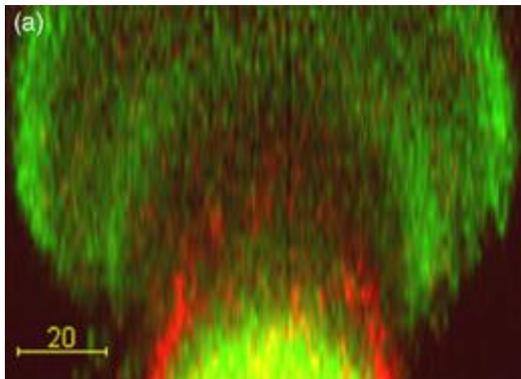
# Etapes de développement

## 3) Maturation du biofilm

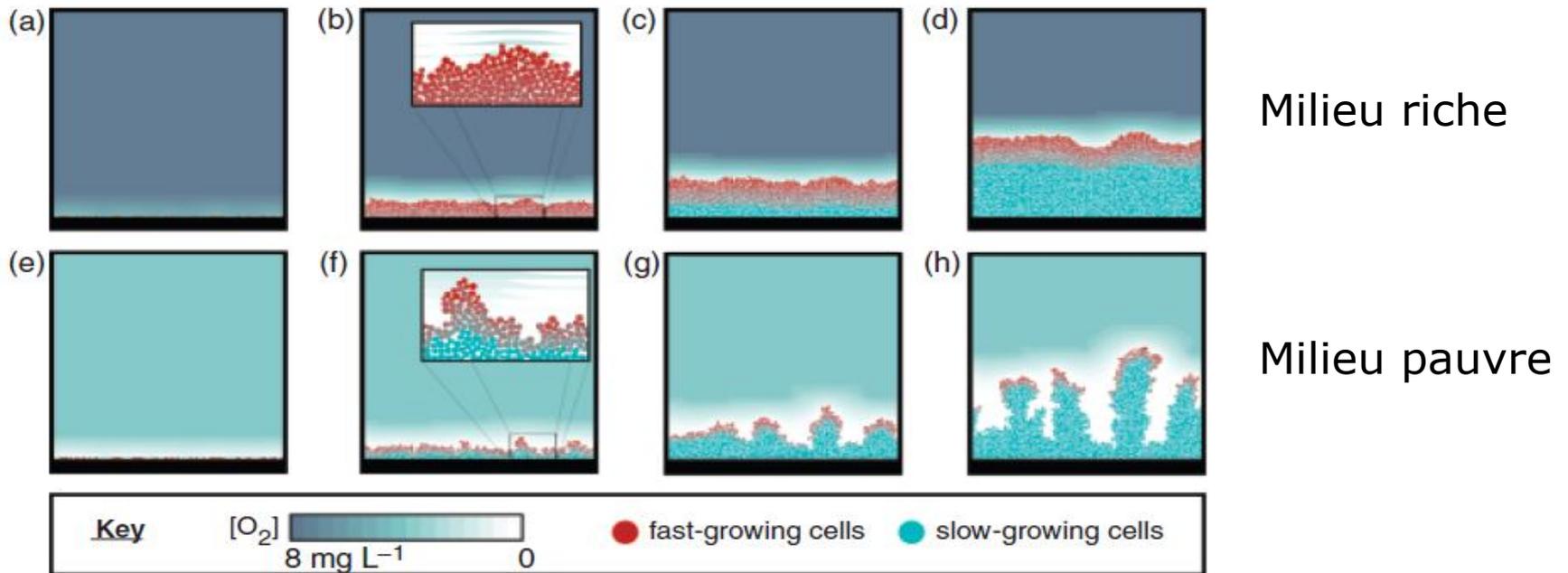
heures → jours →...

Structure tridimensionnelle (canaux, tours).

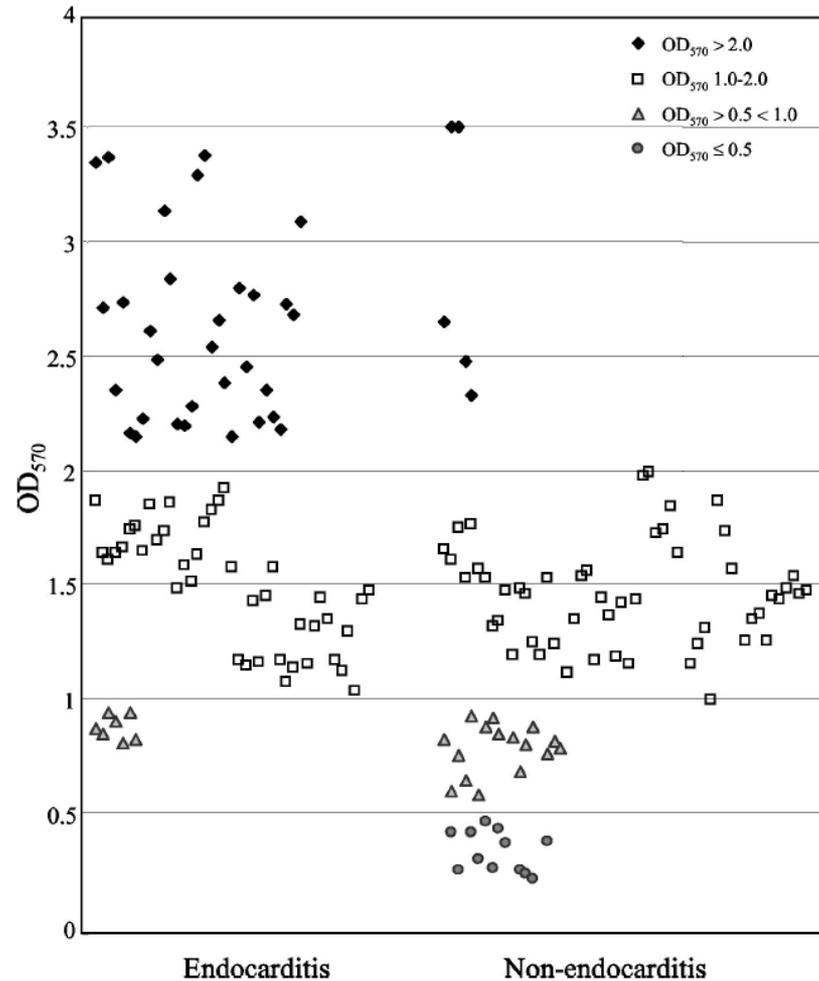
Optimisation de la distribution de nutriments, de l'évacuation de métabolites, de la diffusion de signaux (quorum sensing).



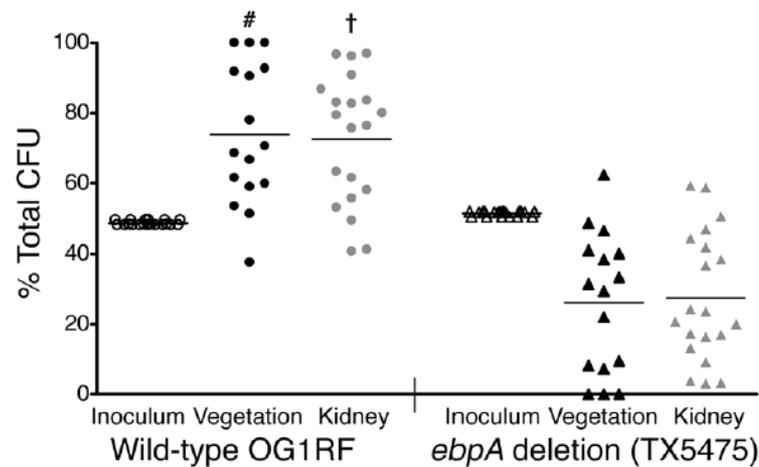
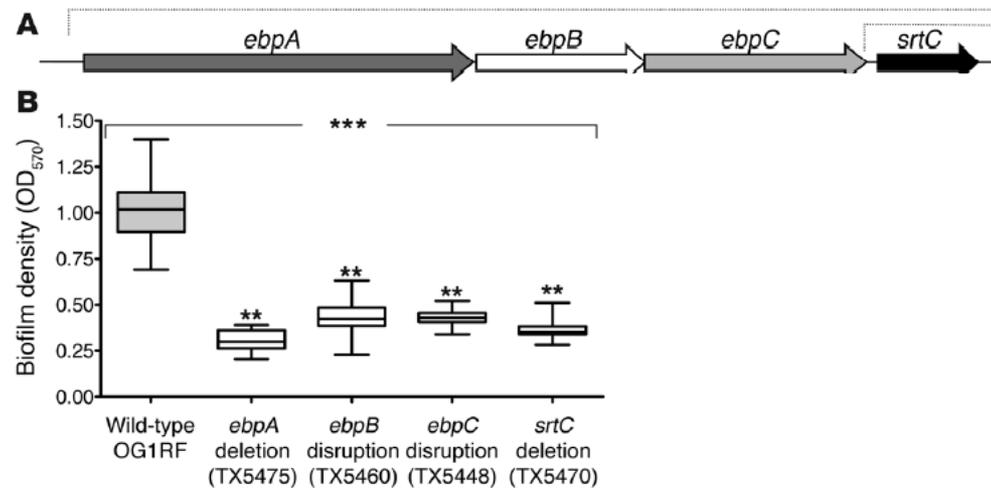
# La structure du biofilm ne nécessite pas forcément de communication/coopération



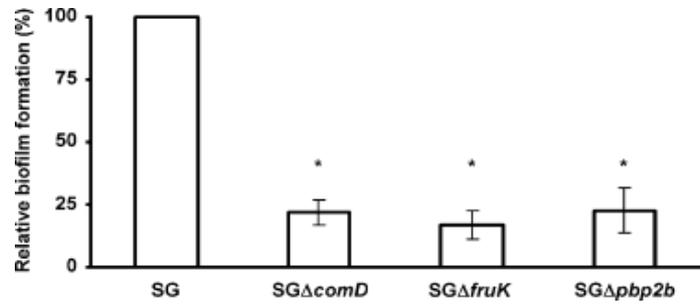
# Endocardite – Biofilm *in vitro* vs *in vivo*



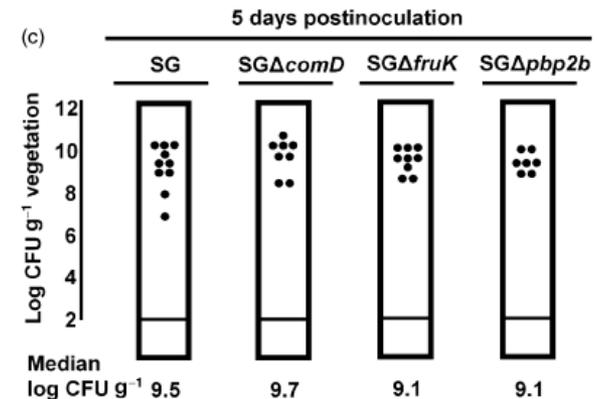
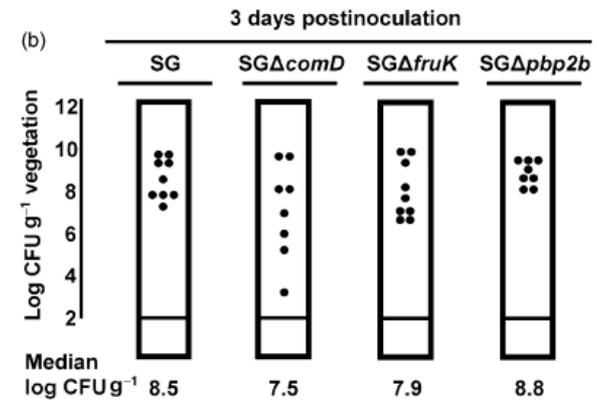
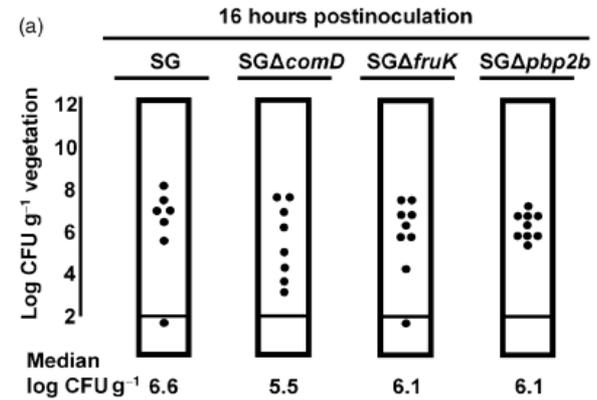
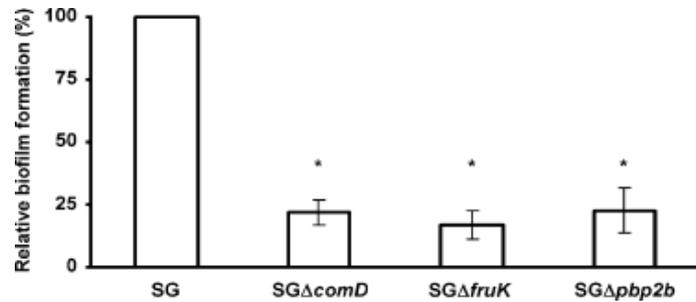
# Endocardite – Biofilm *in vitro* vs *in vivo*



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



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

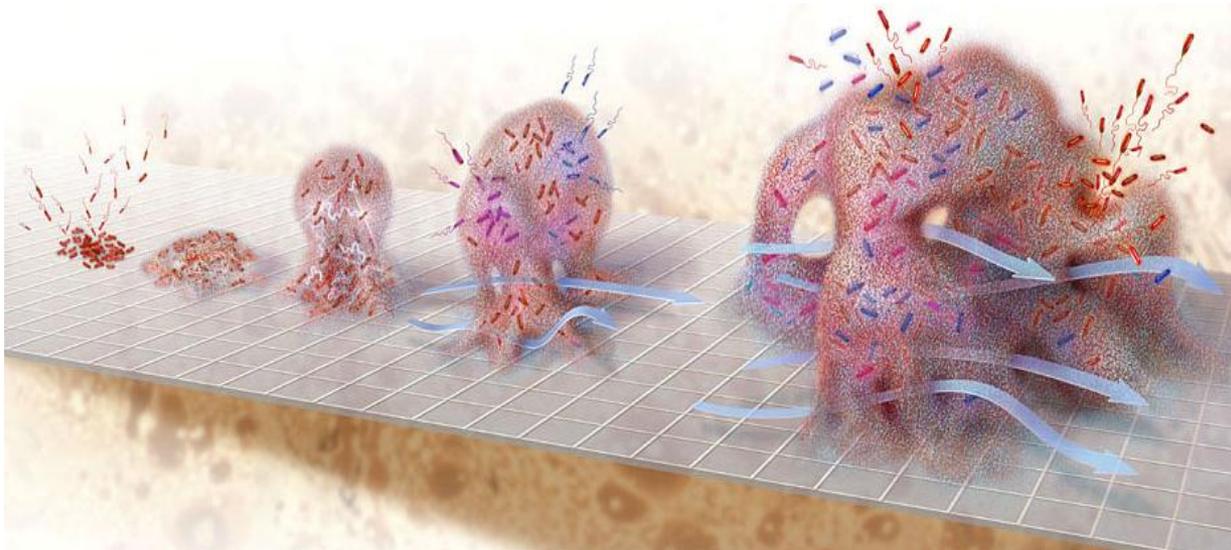


# Étapes de développement

## 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)

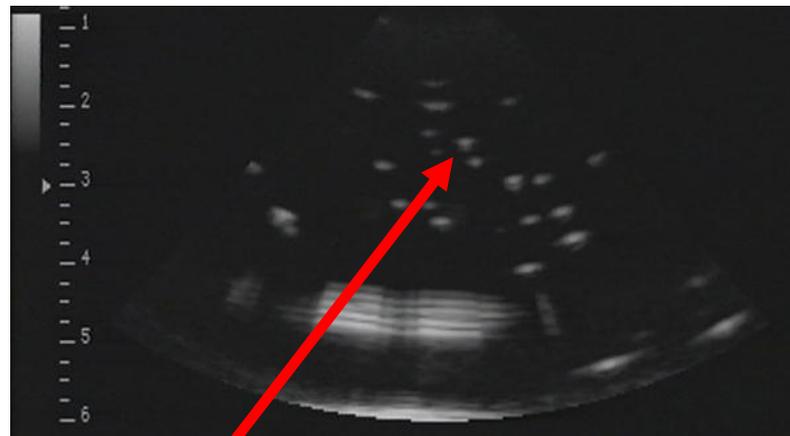
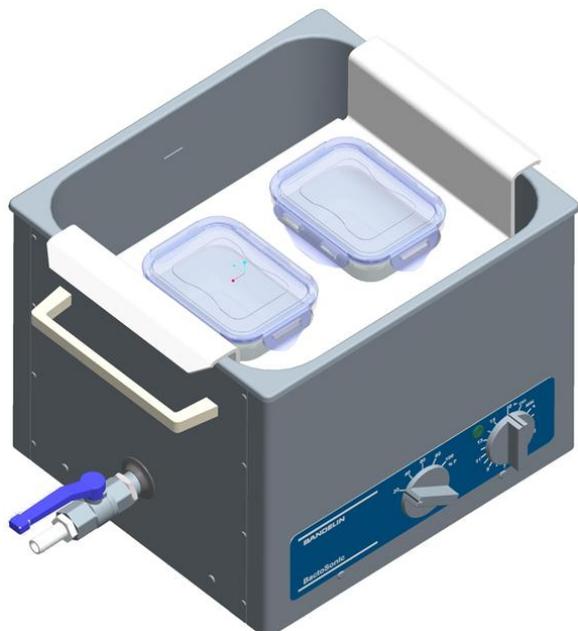
**Sensibilité** : 60-80%

**Spécificité** : quid des biopsies 1/3 positives ?

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

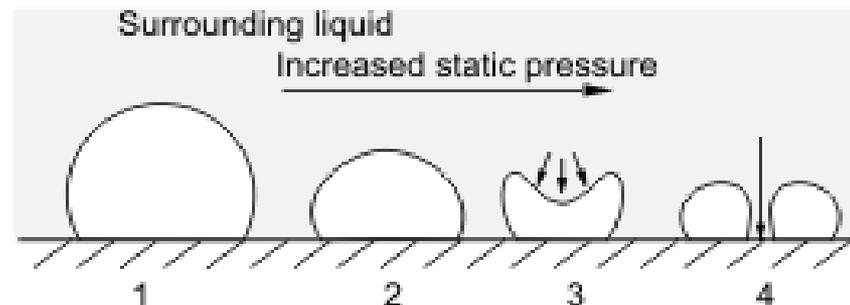
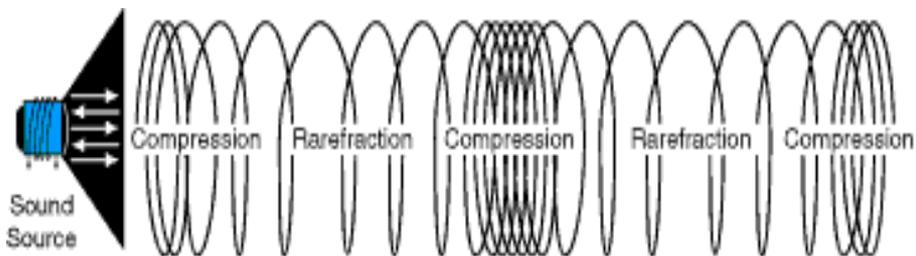
Les bactéries poussant en biofilm ne produisent pas forcément de colonies sur milieu de culture.

# Détecter : sonication



Microbubbles (cavitation)

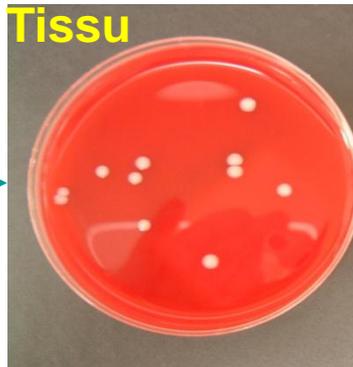
Mechanical vibrations  $> 20$  kHz



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

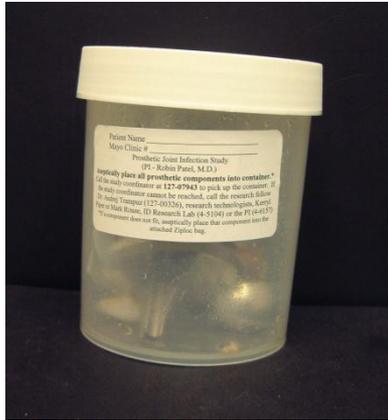
# Détecter : sonication

Méthode standard



# Détecer : sonication

Implants



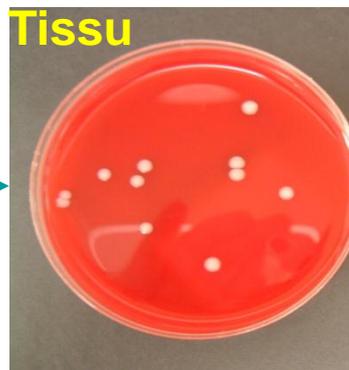
Vortex 30 s



Sonication, 5 min, 40 kHz



Méthode standard

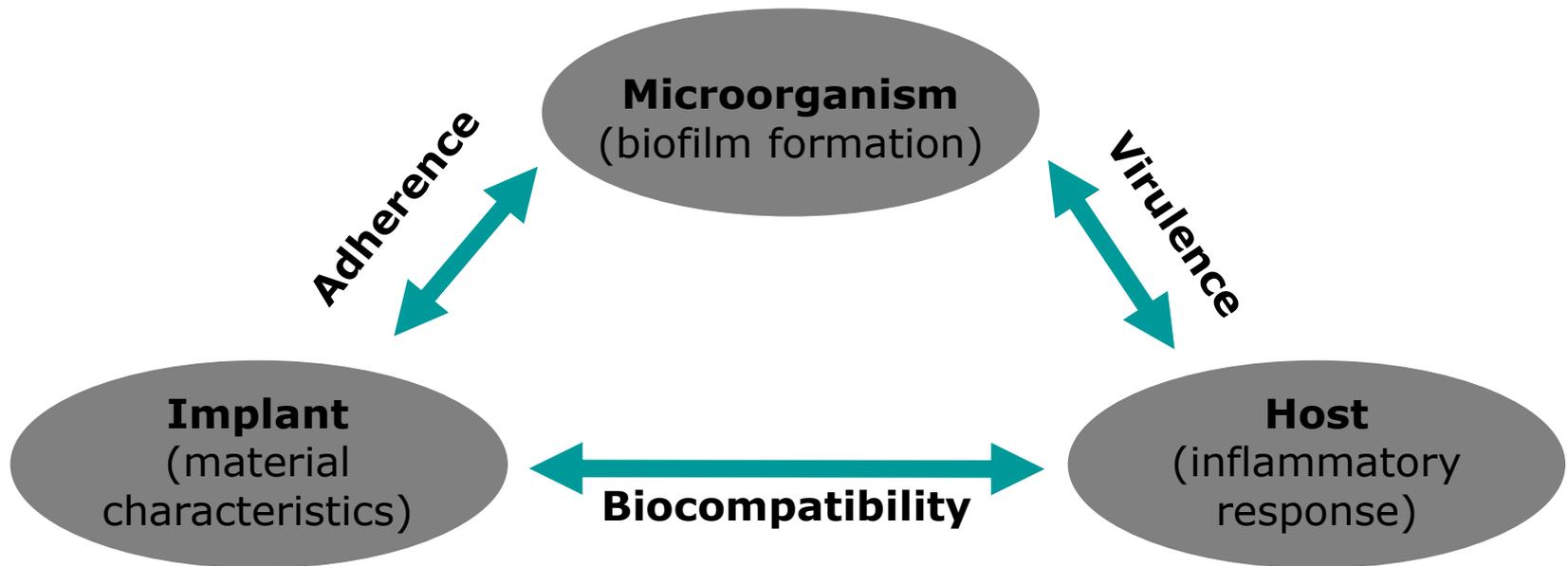


# Plan

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

# Traiter

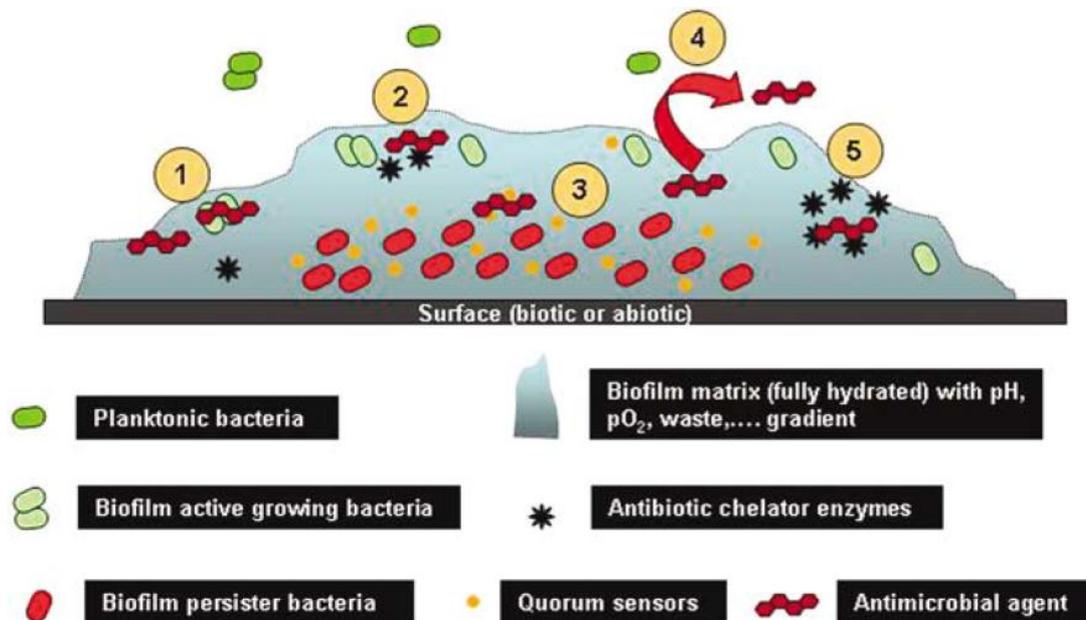
Les infections de biofilm résultent d'une interaction complexe entre au moins 3 facteurs



# Sensibilité aux antibiotiques

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

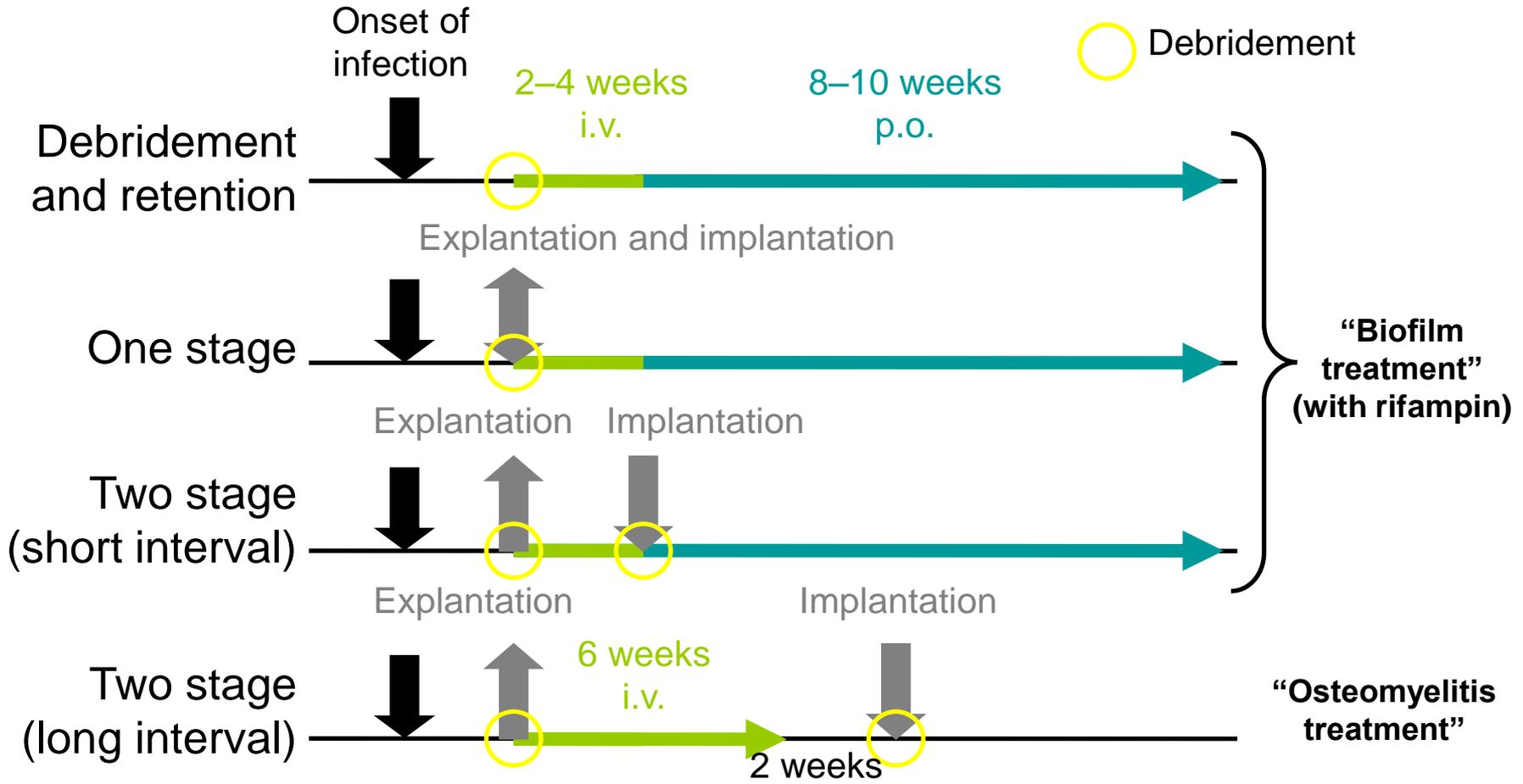
Résistance par **induction** / **transfert de gènes**.



# 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

