

Les biofilms des systèmes de distribution d'eau potable : un réservoir potentiel de pathogènes ?

J.C. Block, L. Mathieu, C. Gantzer

LCPME, UMR 7564 CNRS -Université



Réseaux de distribution d'eau : des « réacteurs » biologiques vulnérables



Plusieurs centaines de km; fonte
nue, fonte + liner; PVC; PE; Cu, ...
Vitesses variables : 0 à 0,6 m/s

Eau traitée

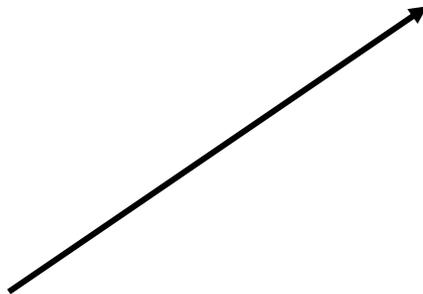


Rétro-contamination



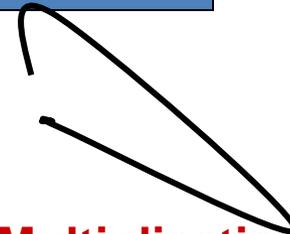
Cassures/Infiltration

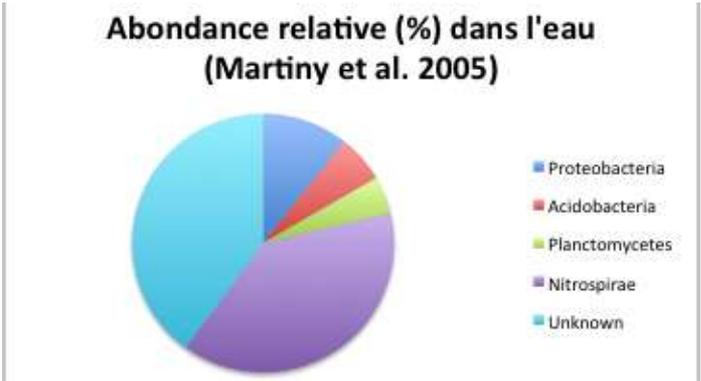
s



Multiplication des bactéries

**(70 à 90 % de la production de
biomasse au niveau du biofilm)**





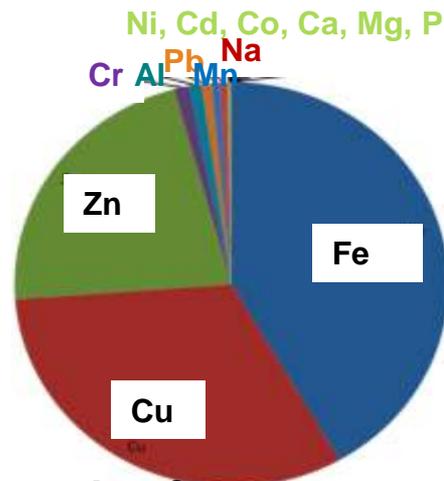
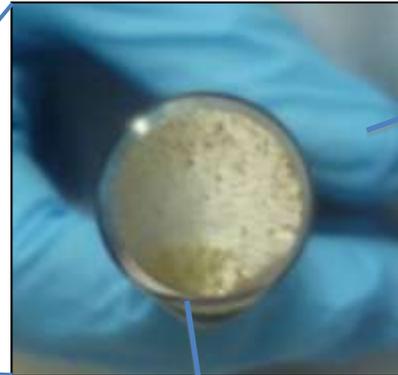
Eaux non stériles et nutritives	Concentrations
Cellules bactériennes (1 à 10 % viables; VNC ???) Tailles de 0,1 à 2 µm	10 ⁸ /L
Champignons, amibes, levures, virus	+++
Pathogènes ou germes d'intérêt	+++
pH / Température	6 à 8,5 / 5 à 25 ° C
Matière organique (30 % biodégradable; 1 à 50 % sous forme colloïdale) (Autres nutriments : Fer + matériaux)	1 mg / L (carbone organique)

Dépôts/Biofilm - eaux potables

Coupons Inox (2 cm \varnothing),
biofilm eau potable
4 mois

Matière organique : 10 –
100 μg carbone/cm²

Microorganismes
environ 10⁷/cm²



Macroinvertébrés

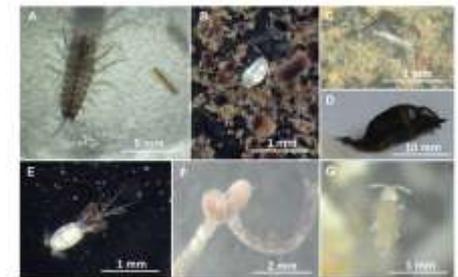


Fig. 1 - A) Adult and juvenile *Amblyoporus bilineatus* B) *Baetis schotzkyi* C) *Plecoptera* D) *Trichoptera* E) *Amphipoda* F) *Chironomidae*

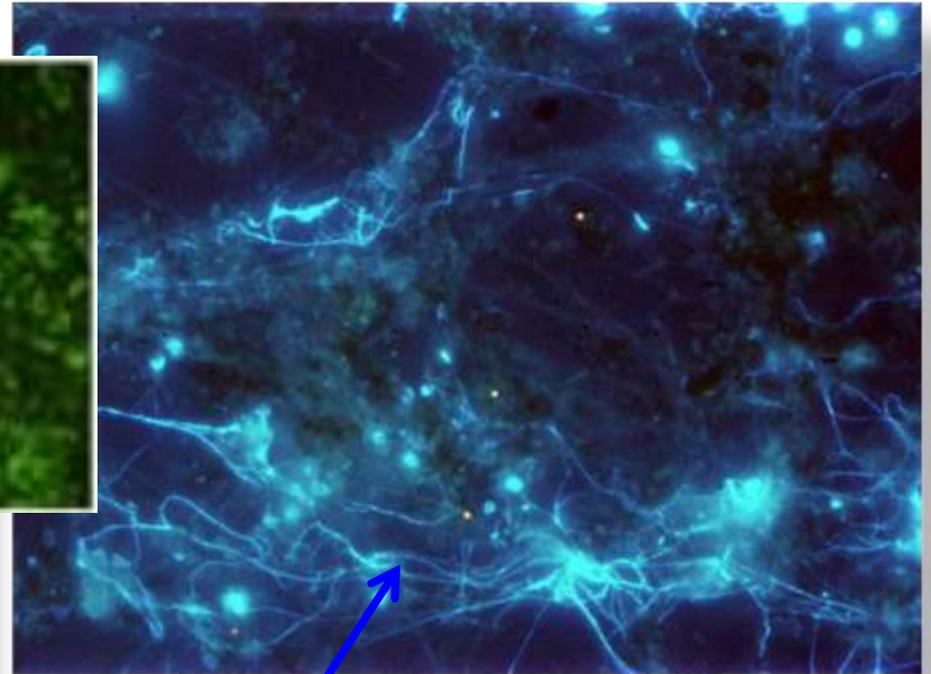
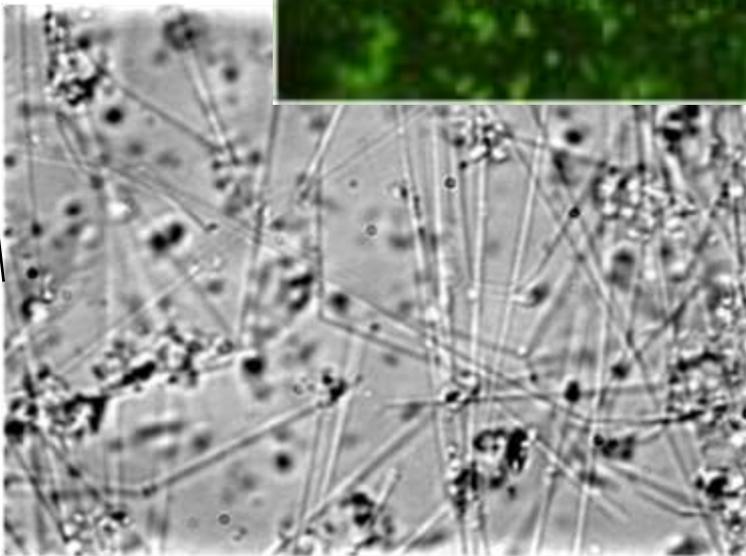
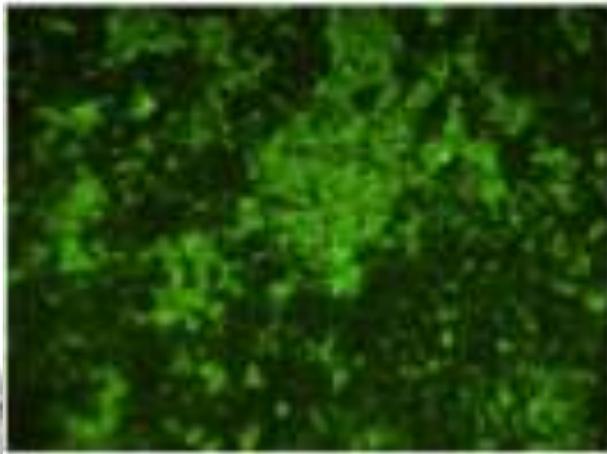


Réacteurs Propella™ :
PEHD et Inox

Métaux : 50 μg /cm²

Agrégats bactériens (marquage SybrII) et champignons filamenteux (marquage calcofluor de la chitine et de la cellulose) en biofilms sur les parois de réseau d'eau potable

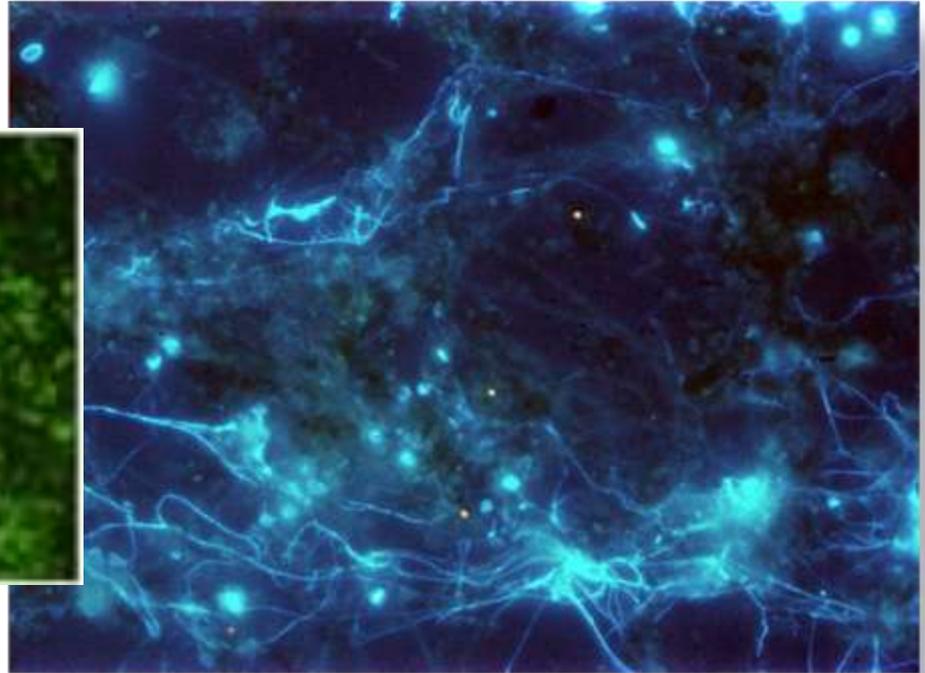
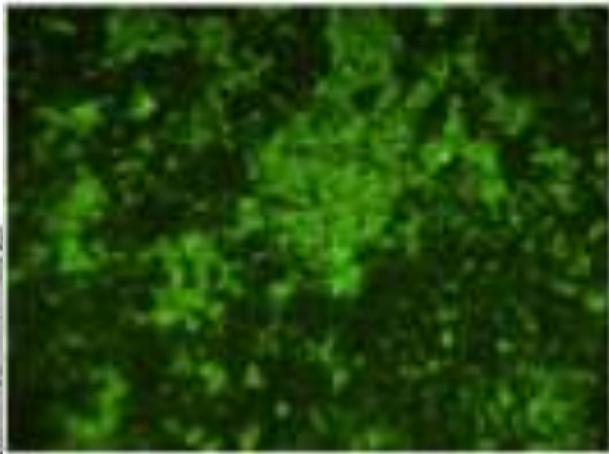
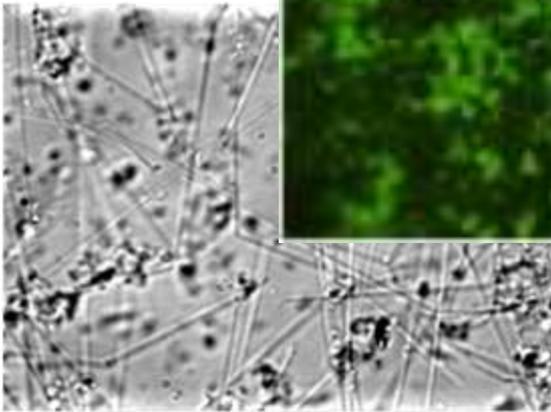
(E. Le Guen, 2007 - T. Paris, 2005)



Calcofluor : marqueur de la chitine et de la cellulose constituant les parois des champignons filamenteux

Surface des canalisations modifiée par les dépôts minéraux et les **biofilms**:

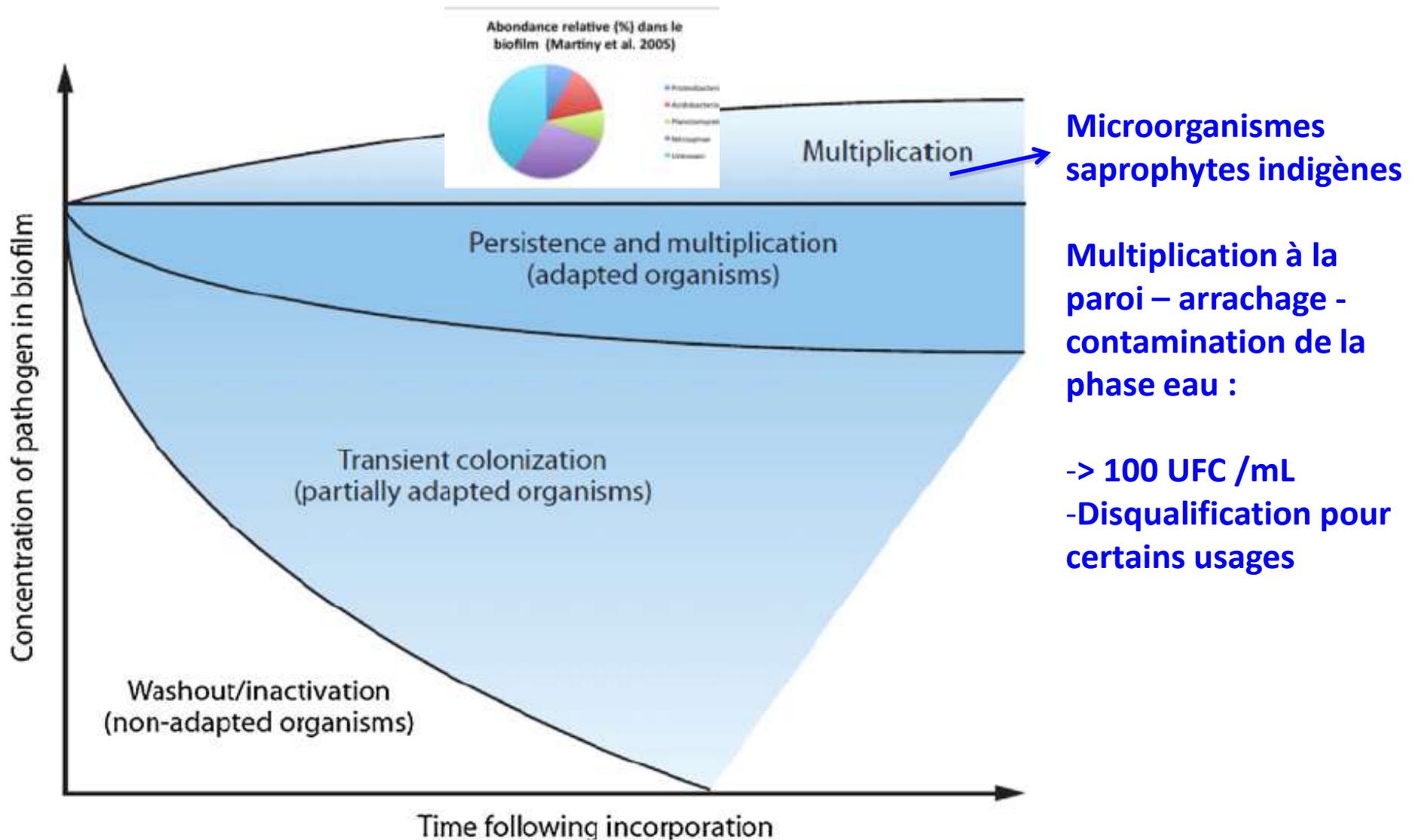
Structures peu épaisses, cohésives, visco-élastiques, adhésives, protectrices



Biofilm un réservoir de pathogènes ?

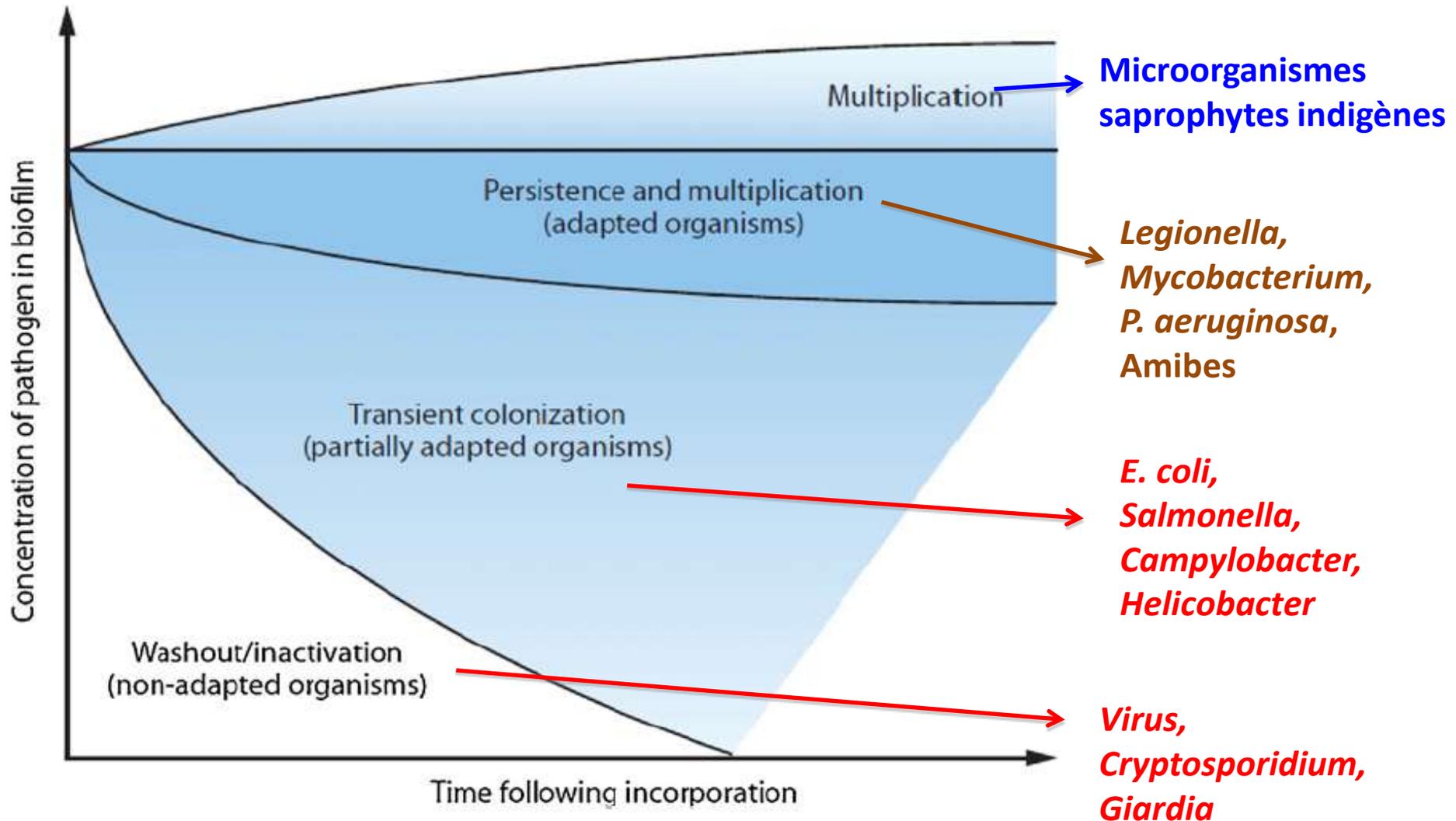
Qui a peur des biofilms d'eau potable ?

le buveur d'eau, l'utilisateur, et le producteur Batté *et al.* 2003



Qui a peur des biofilms d'eau potable ?

le buveur d'eau, l'usager, et le producteur Batté et al. 2003



Peut-on prévoir la contamination des systèmes de distribution ??

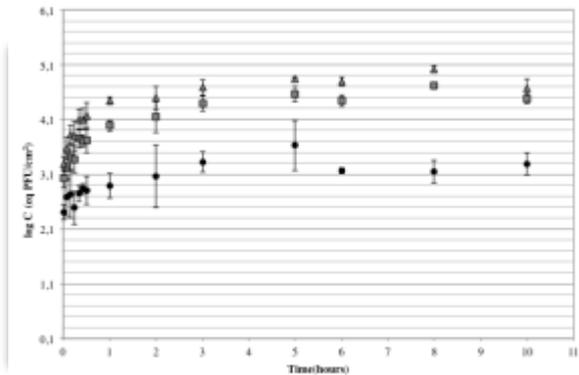
= non (2 exemples)

Exemple 1. Völker *et al.* (2010) : contrôle qualité de 3600 systèmes publics d'eau de 2003 à 2009

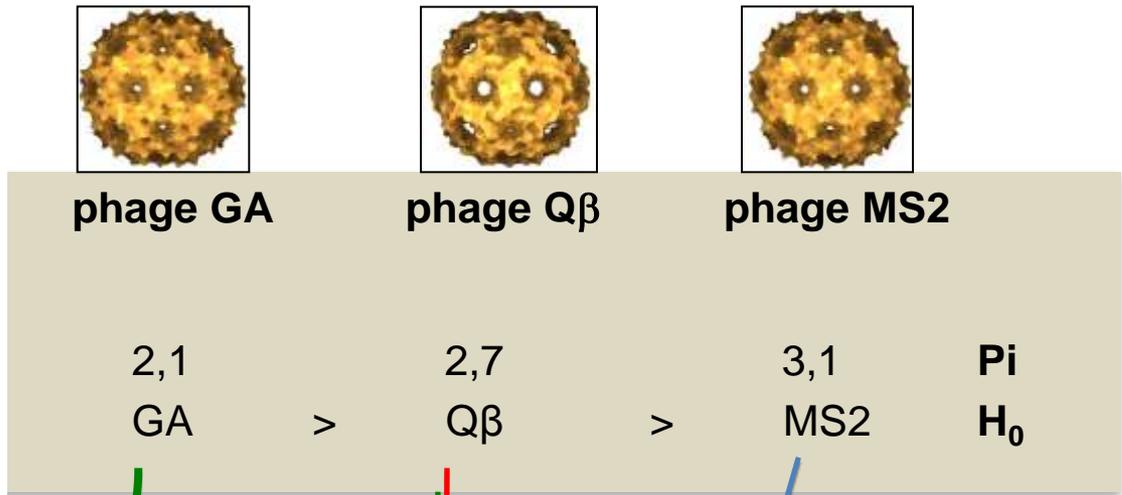
- *Legionella* > 100 UFC/100 mL pour 12 % des installations d'eaux chaudes (5 % des installations d'eaux froides)
- *Pseudomonas* (> 0 UFC / 100 mL) pour 3 % des installations
- *Escherichia coli* (> 0 UFC / 100 mL) pour 0,2 % des installations

Qu'est ce qui explique une colonisation réussie ?

Exemple 2 : Accumulation de 3 bactériophages ARN F-spécifiques (particules de 24 nm) dans des biofilms d'eau potable

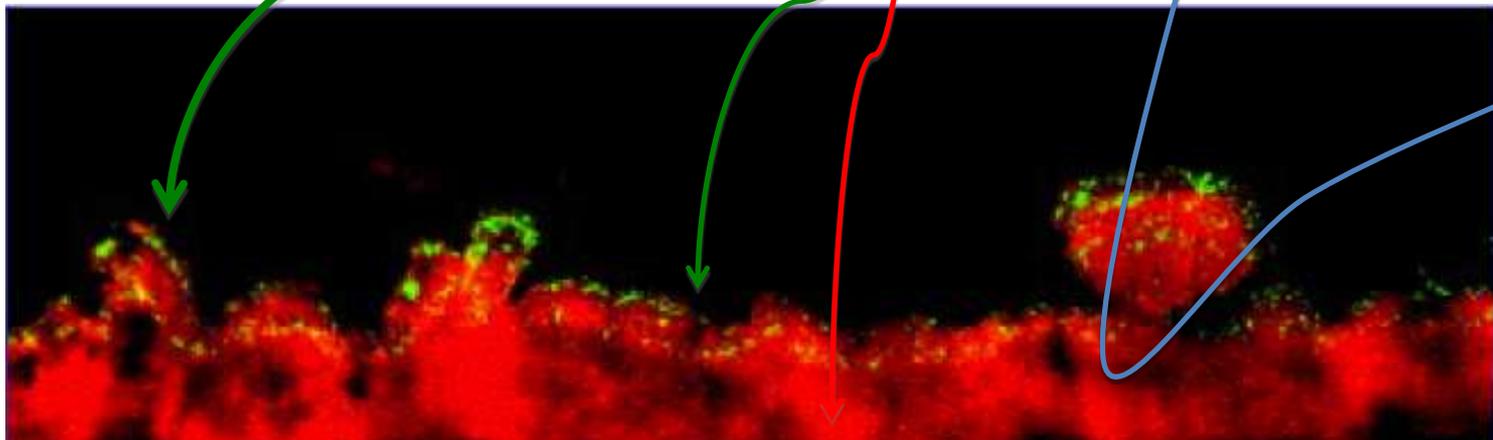


Pelleieux, Bertrand et Gantzer, 2012

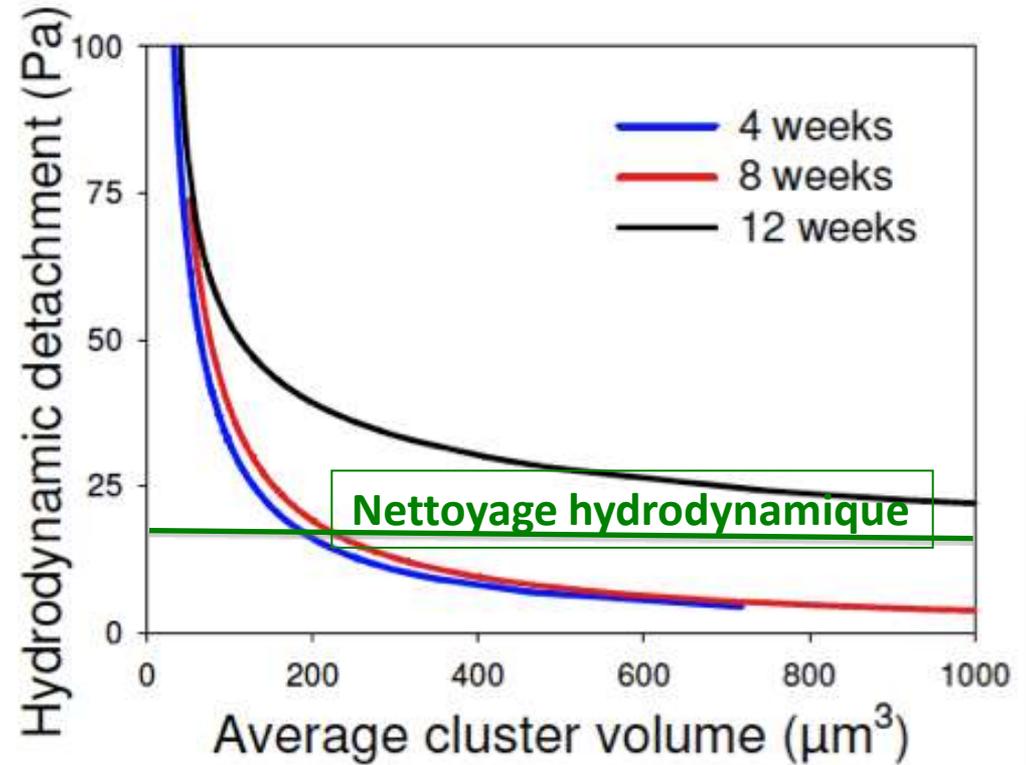
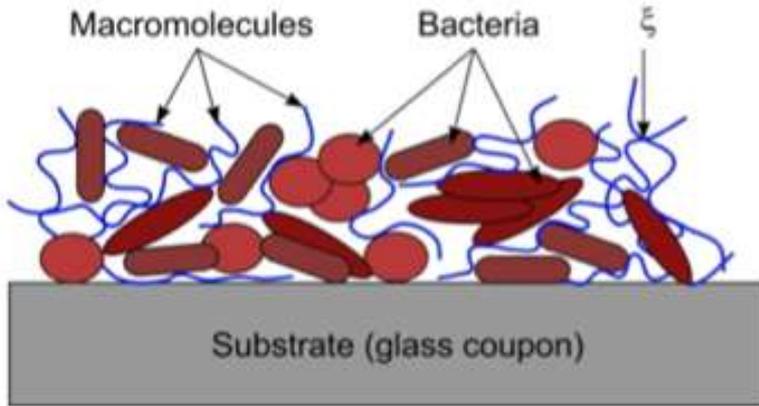


Diffusion limitée par sorption

Sorption faible



Nettoyer un biofilm « installé » : difficile !



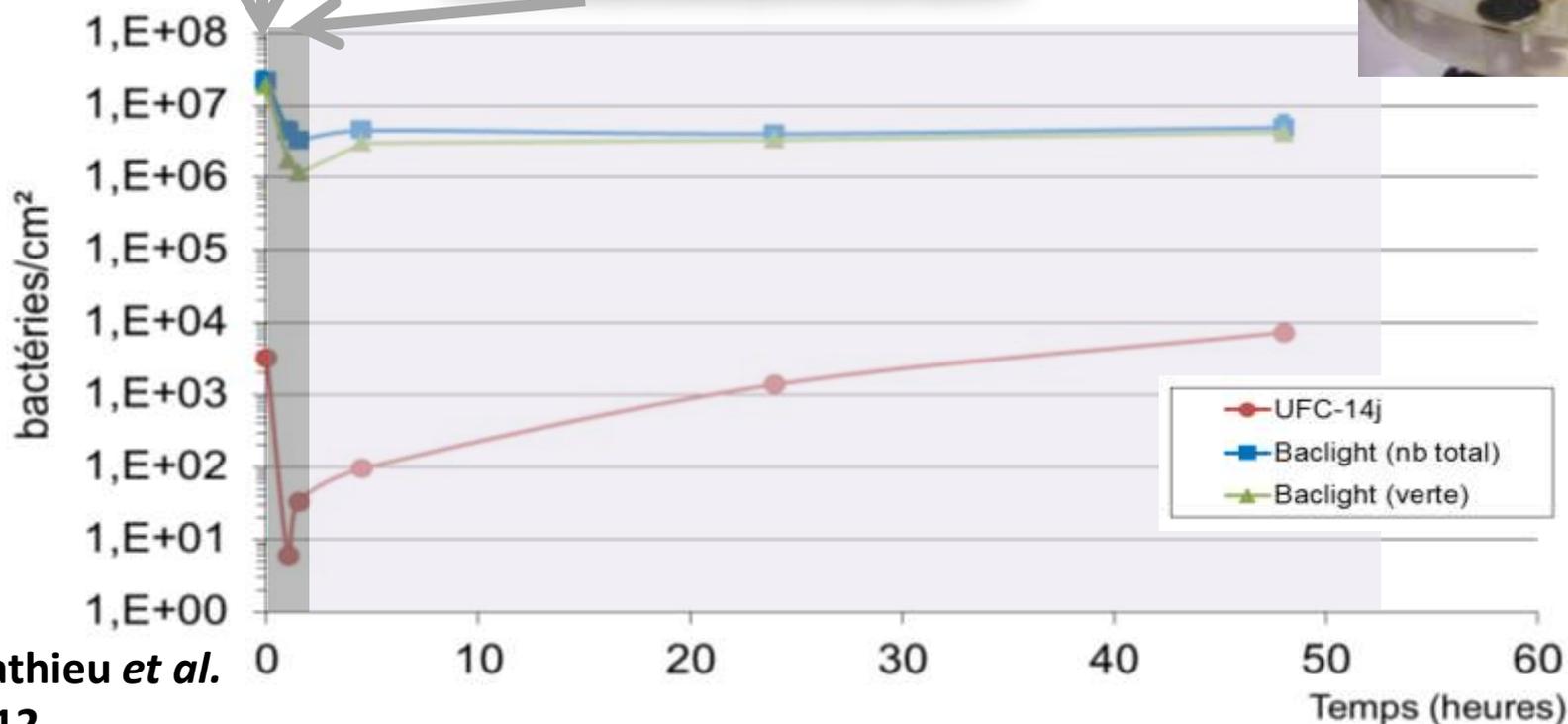
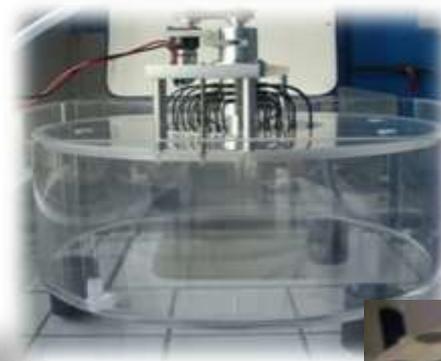
Abe et al.
Water Research 2012

Chloration effet partiel: Recouvrement rapide (~ heures) d'une fraction des populations du biofilm après chloration

Avant chloration

Hydrodynamique : 0,4 à 1 m/s

Chloration (90 min., 7 mg/l)
Hydrodynamique $\geq 1,6$ m/s



Conclusions / Questions

Quel est le risque microbiologique associé au transport des eaux potables en réseau ?

- Quels microorganismes d'intérêt faut-il considérer ?
- Points d'entrée (risque relatif)?
- Effet biofilm : écologie, réservoir de pathogènes (stabilisation, protection) suivi de relargage?, transport réactif freiné par le biofilm ?
- Différenciation réseau public – réseau intérieur privé (température, temps de séjour ratio V/S, matériaux, équipements intérieurs)?