leesu
laboratoire eau environnement systemes urbains

UNIVERSITÉ PARIS-EST

École des Ponts ParisTech

Journée scientifique OPUR – 8 juin 2011
Substances prioritaires et autres contaminants dans les eaux pluviales

OPUR

Observatoire des Polluants Urbains

Rejets d'eaux usées par temps de pluie en milieu péri-urbain : risques sanitaires liés aux agents infectieux

***S. PETIT**, C. COLINON, E. BORGES, L. VILLARD, F. MAURIN, B. COURNOYER*

UCB Lyon1 - UMR CNRS 5557 – Ecologie Microbienne
Bactéries Pathogènes Opportunistes et Environnement

eau seine normandie
SIAAP 1970-2010 40 ans Service public de l'assainissement francilien
VAL de MARNE Conseil général
seine-saint-denis LE DÉPARTEMENT
MAIRIE DE PARIS
îledeFrance Action financée par la région Ile-de-France
CSTB le futur en construction

Contexte

○ **Implication des Rejets Urbains par Temps de Pluie (RUTP) dans la pollution des milieux aquatiques :**

- Lessivage des sols
- Réseau d'eaux pluviales
- Déversoir d'orage (35% pollution des zones de baignade en 2008)

Déversoir d'Orage

○ **Niveau élevé de micro-organismes rejetés dans les cours d'eau:**

- Fèces: 10^{11} bactéries/gramme
- Emission d'agents pathogènes chez 10 à 35% des individus

(bactéries fortement associées aux maladies à transmission hydrique)

Contexte

- **Hypothèse générale :**

Transfert et persistance des agents pathogènes dans les milieux hydriques anthropisés

- **Problématique :**

Au sein des écosystèmes aquatiques, quels sont les facteurs intervenant dans le devenir de ces bactéries pathogènes de l'Homme?

ANR CES INVASION

Les contaminants microbiens introduits en rivières péri-urbaines par temps de pluie: conséquences écologiques et dangers pour la santé

Projets interdisciplinaires

Microbiologie : UMR CNRS 5557 (Benoit COURNOYER)

Hydrologie : Cemagref Unité HH (Pascal BREIL)

Eco – toxicologie : LSE (Yves PERRODIN)

Chimie : LSA (Philippe NAMOUR)

Géo-morphologie : UMR CNRS 5600 /AEMGEO (Laurent SCHMITT)

ANR CES INVASION

Objectifs

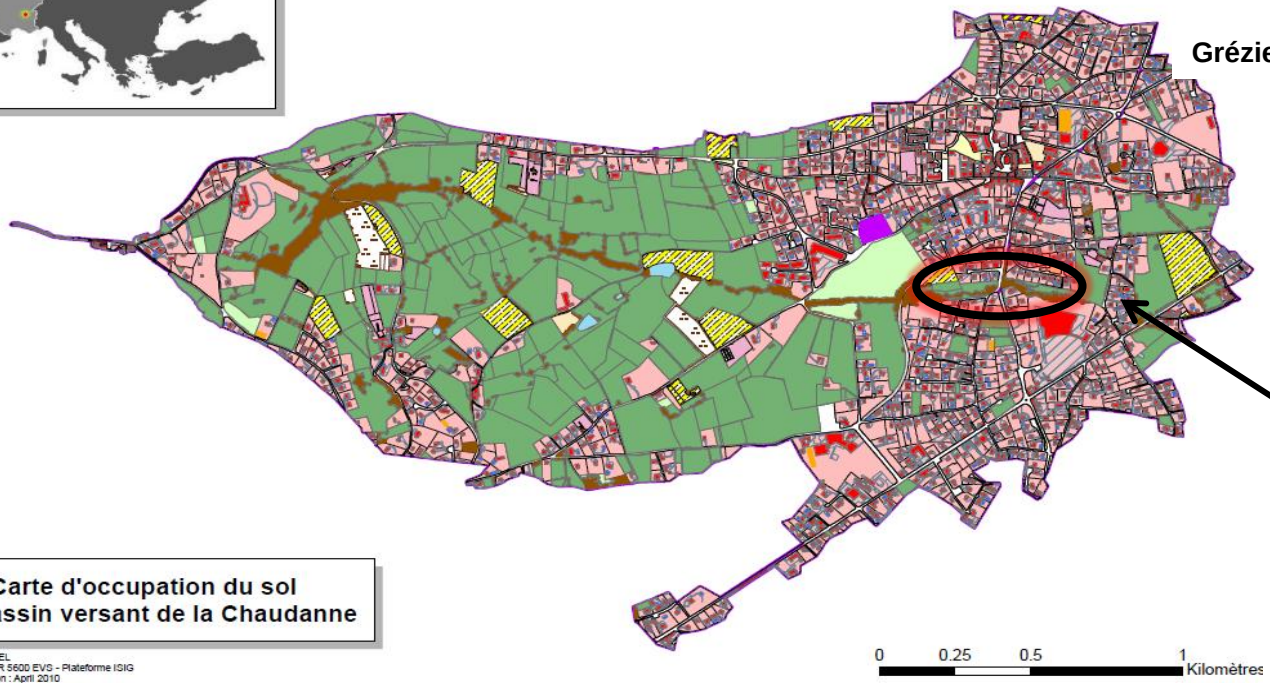
1. Etudier la complexité des contaminants bactériens déversés par les RUTP

2. Étudier les dynamiques spatio-temporelles des populations de bactéries pathogènes retrouvées en rivière
   - faciès géomorphologiques
   - forces hydrauliques
   - facteurs physico-chimiques et éco-toxicité

3. Etudier les potentiels de virulence, diversification génétique…

Site expérimental

- Rivière Chaudanne



Site d'échantillonnage

Carte d'occupation du sol
du bassin versant de la Chaudanne

Auteur : K. MICHEL
Laboratoire : UMR 5600 EVS - Plateforme ISIG
Date de réalisation : April 2010

Site expérimental

Site expérimental

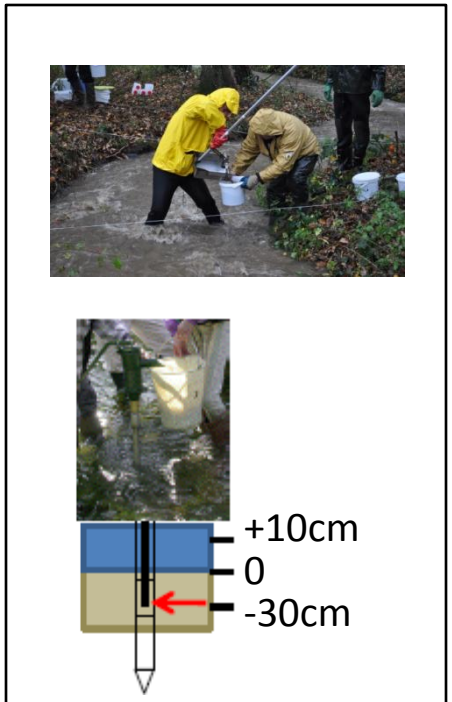
Echantillonneur automatique

Site expérimental

Echantillonneur automatique

Site expérimental

Echantillonneur automatique



Eaux, Sédiments benthiques et hyporhéiques

Démarche expérimentale

1. **Détermination des sources de contamination fécales** (Microbial Source Tracking) : indicateurs hôte –spécifiques *Bacteroidales*

Démarche expérimentale

1. **Détermination des sources de contamination fécales** (Microbial Source Tracking) : indicateurs hôte –spécifiques *Bacteroidales*

2. **Suivi des agents pathogènes** *Aeromonas caviae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes* **et des germes témoins de contaminations fécales** :

   - Eaux Usées
   - DO
   - Stations amont et aval

Démarche expérimentale

1. **Détermination des sources de contamination fécales** (Microbial Source Tracking) : indicateurs hôte –spécifiques *Bacteroidales*

2. **Suivi des agents pathogènes** *Aeromonas caviae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes* **et des germes témoins de contaminations fécales** :

   - Eaux Usées
   - DO
   - Stations amont et aval

3. **Etude du périphyton en tant que réservoir de *P. aeruginosa***

1. Microbial Source Tracking

- Station aval
- Seuil après DO
- Station amont

1. Microbial Source Tracking

- Station aval
- Seuil après DO
- Station amont

Contamination fécale bovine et porcine

1. Microbial Source Tracking

- Station aval
- Seuil après DO
- Station amont

Contamination fécale bovine et porcine

Contamination Humaine (ES)

2. Suivi des agents pathogènes

2. Suivi des agents pathogènes

Eaux usées et DO

Agents étudiés :

- Indicateurs fécaux : *E. coli*, Coliformes fécaux et Entérocoques intestinaux
- Flore hétérotrophe totale
- Bactéries pathogènes opportunistes : *P. aeruginosa*, *A. caviae* (*L. monocytogenes*)

2. Suivi des agents pathogènes

Eaux usées et DO

Agents étudiés :

- Indicateurs fécaux : *E. coli*, Coliformes fécaux et Entérocoques intestinaux
- Flore hétérotrophe totale
- Bactéries pathogènes opportunistes : *P. aeruginosa*, *A. caviae* (*L. monocytogenes*)

2. Suivi des agents pathogènes

Eaux usées et DO

- Abondance de *P. aeruginosa*

✓ Eaux usées: jusqu'à 8.10^2 MPN/mL

✓ Déversoir d'orage (eaux usées + eaux pluviales): 10 à 1.10^3 MPN/mL

2. Suivi des agents pathogènes

Eaux usées et DO

- Abondance de *P. aeruginosa*

✓ Eaux usées: jusqu'à 8.10^2 MPN/mL

✓ Déversoir d'orage (eaux usées + eaux pluviales): 10 à 1.10^3 MPN/mL

→ « Concentration » de *P. aeruginosa* dans les eaux déversées
Dépôt de sédiments et formation de biofilms

2. Suivi des agents pathogènes

Eaux usées et DO

- Abondance de *P. aeruginosa*

✓ Eaux usées: jusqu'à 8.10^2 MPN/mL

✓ Déversoir d'orage (eaux usées + eaux pluviales): 10 à 1.10^3 MPN/mL

→ « Concentration » de *P. aeruginosa* dans les eaux déversées
Dépôt de sédiments et formation de biofilms

- Abondance d'*A. caviae*

✓ Eaux usées: jusqu'à 1.10^4 MPN/mL

✓ Déversoir d'orage (eaux usées + eaux pluviales): jusqu'à 2.10^3 MPN/mL

2. Suivi des agents pathogènes

Eaux usées et DO

- Abondance de *P. aeruginosa*

✓ Eaux usées: jusqu'à 8.10^2 MPN/mL

✓ Déversoir d'orage (eaux usées + eaux pluviales): 10 à 1.10^3 MPN/mL

→ « Concentration » de *P. aeruginosa* dans les eaux déversées
Dépôt de sédiments et formation de biofilms

- Abondance d'*A. caviae*

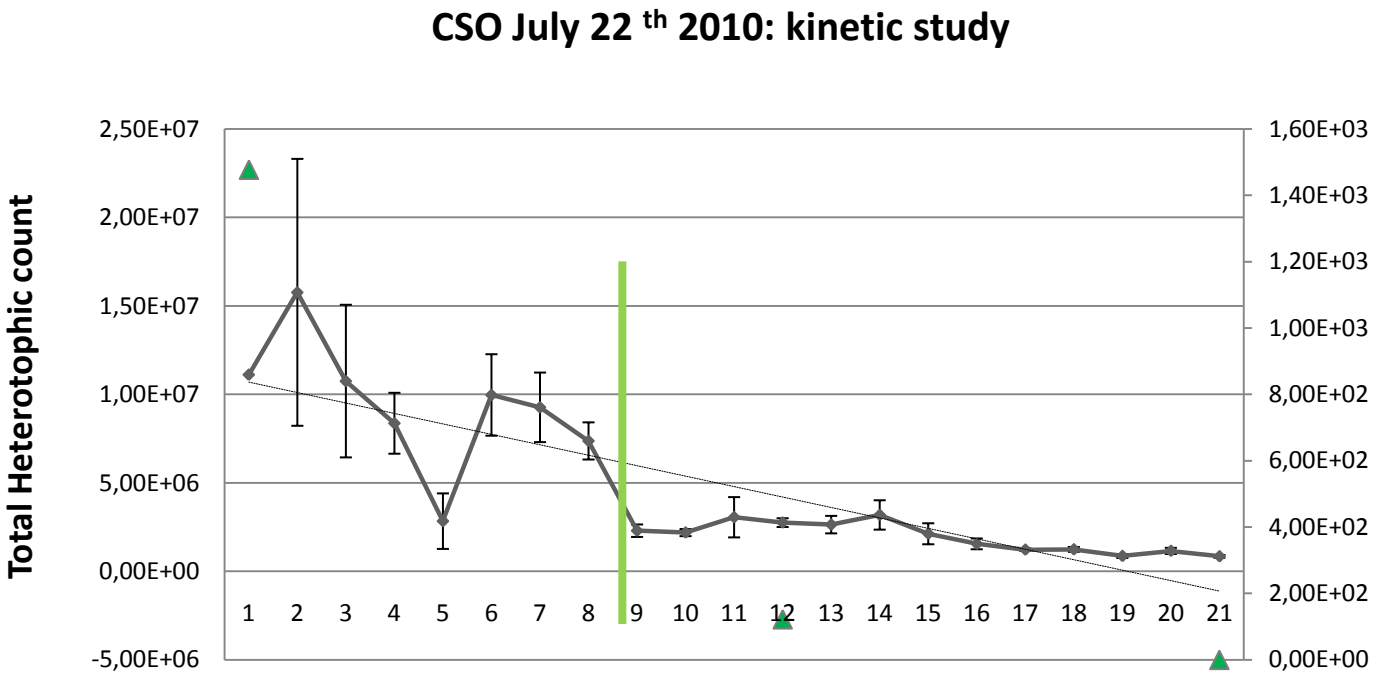
✓ Eaux usées: jusqu'à 1.10^4 MPN/mL

✓ Déversoir d'orage (eaux usées + eaux pluviales): jusqu'à 2.10^3 MPN/mL

→ Caractérisation des évènements : commun ou particulier?

2. Suivi des agents pathogènes

DO



→ 2 périodes

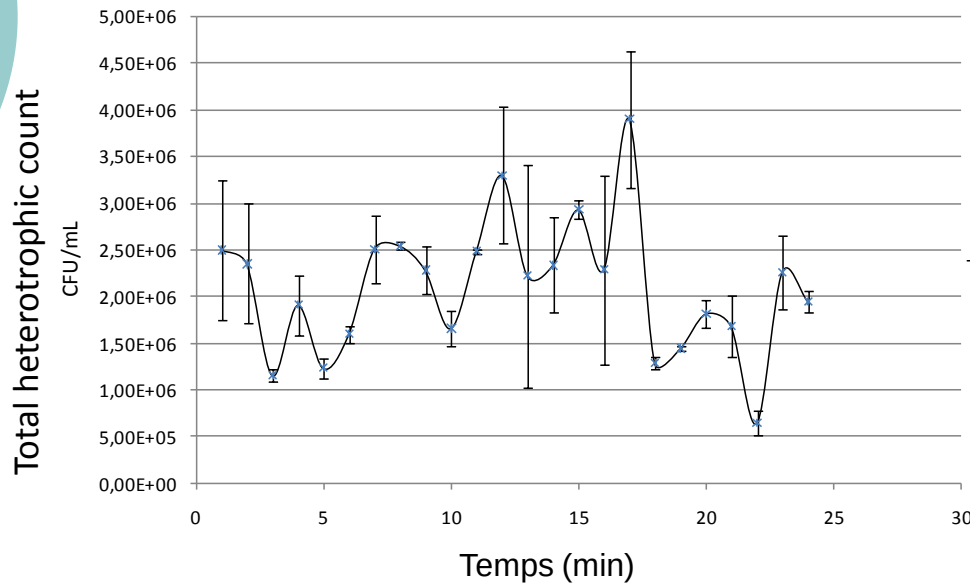
Absence de détection d'agents pathogènes en fin d'évènement

→ Importance des dépôts de sédiments

→ Contribution EU et EP [Passerat et al, WR2010]

2. Suivi des agents pathogènes

DO

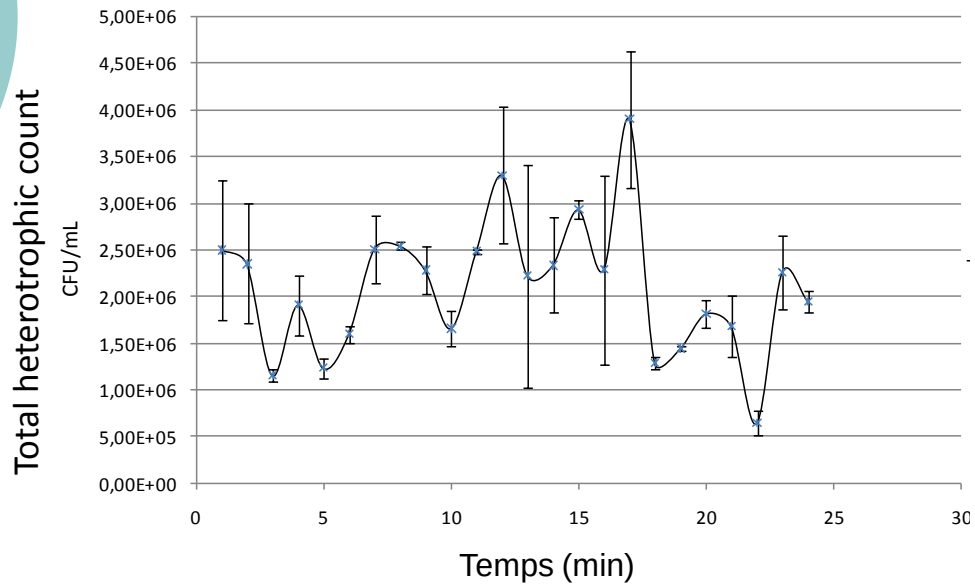


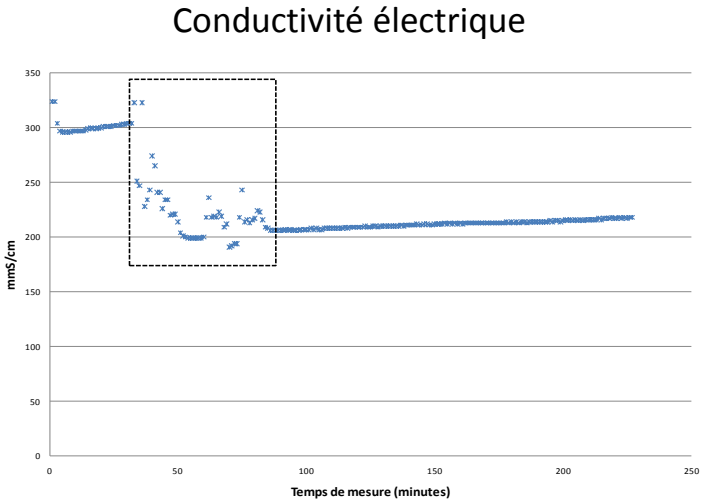
→ Plusieurs évènements de surverses

→ Contribution EU et EP [Passerat et al, WR2010]

2. Suivi des agents pathogènes

DO





→ Plusieurs évènements de surverses

→ Contribution EU et EP [Passerat et al, WR2010]

→ Etude de la conductivité électrique (caractérisation)

2. Suivi des agents pathogènes

Stations

2. Suivi des agents pathogènes

Stations

Agents étudiés :

- Indicateurs fécaux : *E. coli*, Coliformes fécaux et Entérocoques intestinaux
- Flore hétérotrophe totale
- Bactéries pathogènes opportunistes : *P. aeruginosa*, *A. caviae* (*L. monocytogenes*)

2. Suivi des agents pathogènes

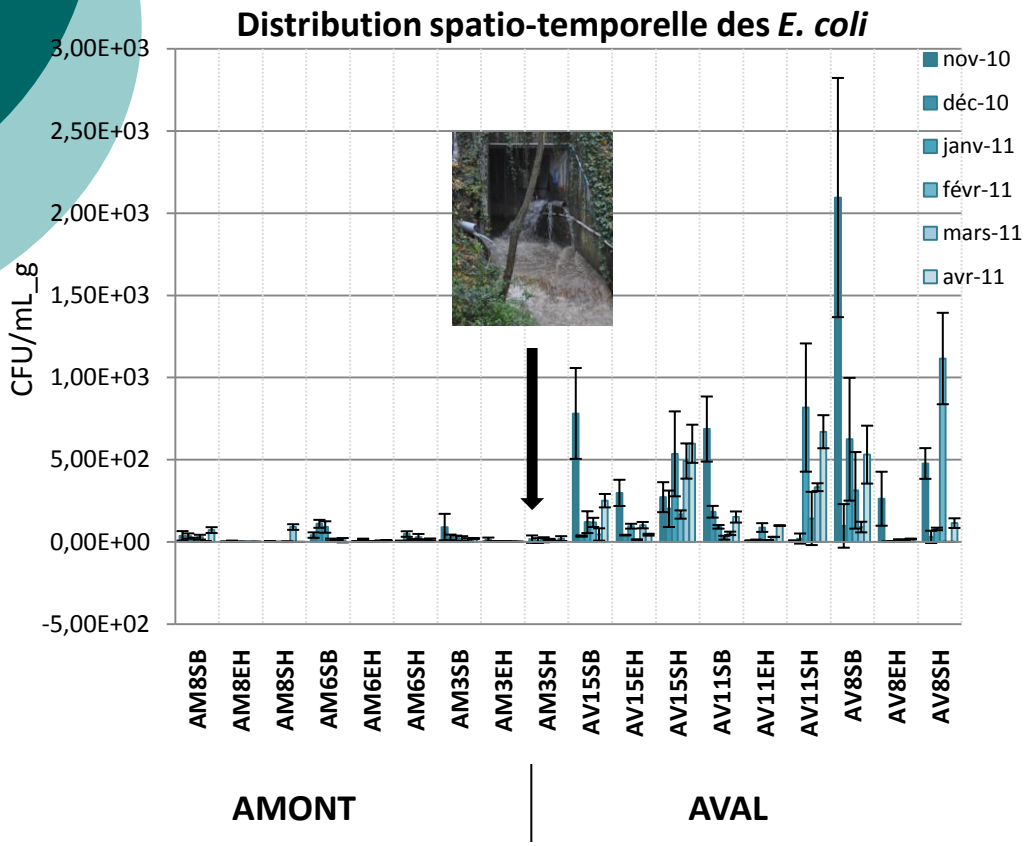
Stations

Agents étudiés :

- Indicateurs fécaux : *E. coli*, Coliformes fécaux et Entérocoques intestinaux
- Flore hétérotrophe totale
- Bactéries pathogènes opportunistes : *P. aeruginosa*, *A. caviae* (*L. monocytogenes*)

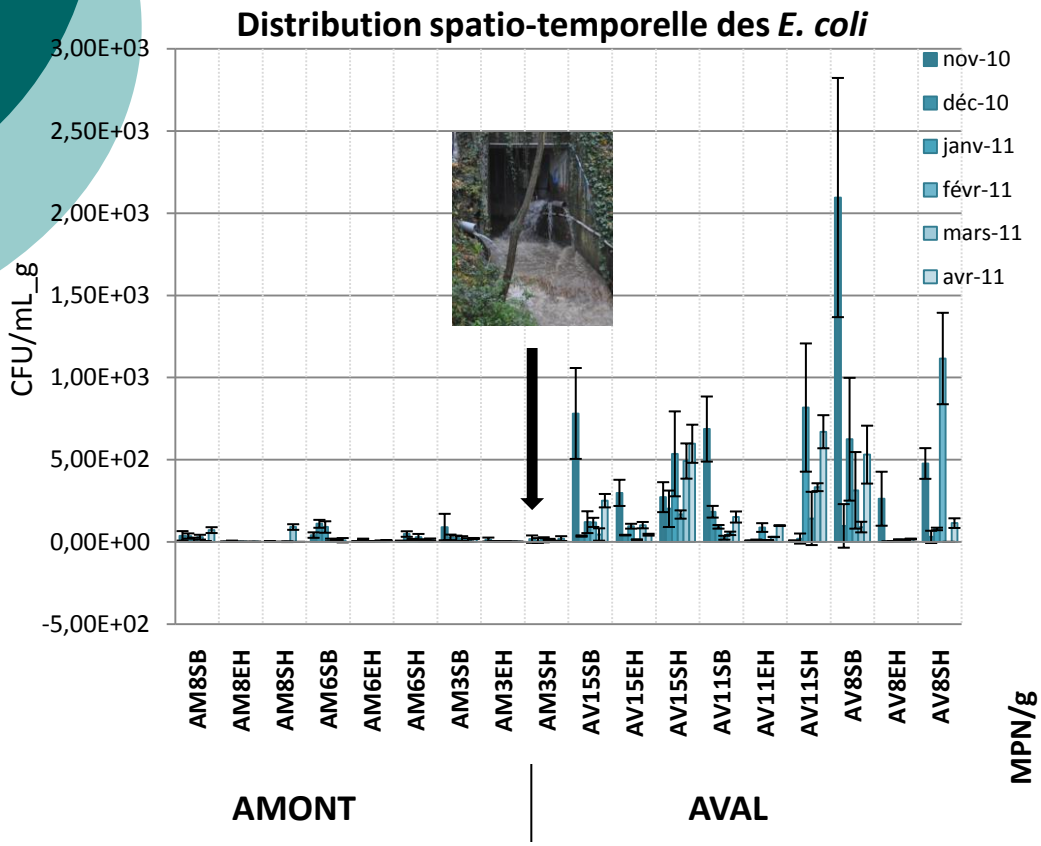
2. Suivi des agents pathogènes

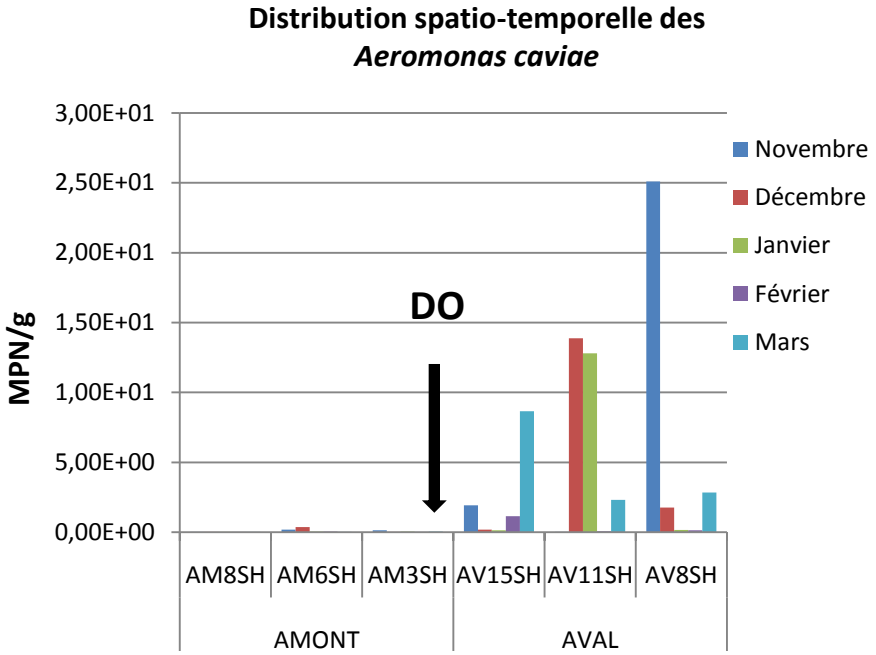
Stations



2. Suivi des agents pathogènes

Stations





2. Suivi des agents pathogènes

Stations

- **Distribution de *P. aeruginosa***

✓ Faible détection de *P. aeruginosa* dans les eaux et sédiments de la rivière Chaudanne (amont et aval)

2. Suivi des agents pathogènes

Stations

- **Distribution de *P. aeruginosa***

✓ Faible détection de *P. aeruginosa* dans les eaux et sédiments de la rivière Chaudanne (amont et aval)

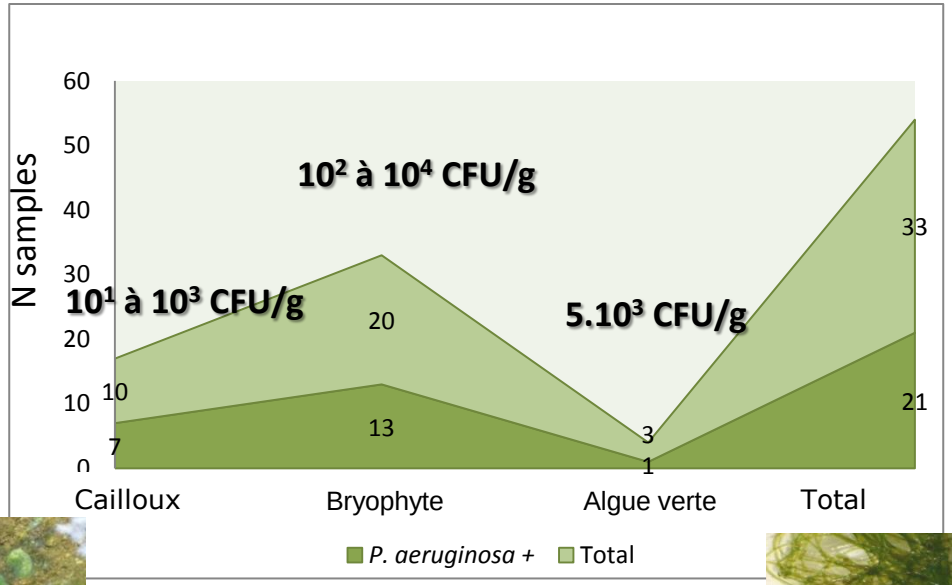
✓ Cependant :

- Dépassement valeur seuil recommandée par l'AFSSET dans certains cas (temps de pluie)
- Etude du DO : installation et multiplication sous forme de biofilm?

3. Périphyton

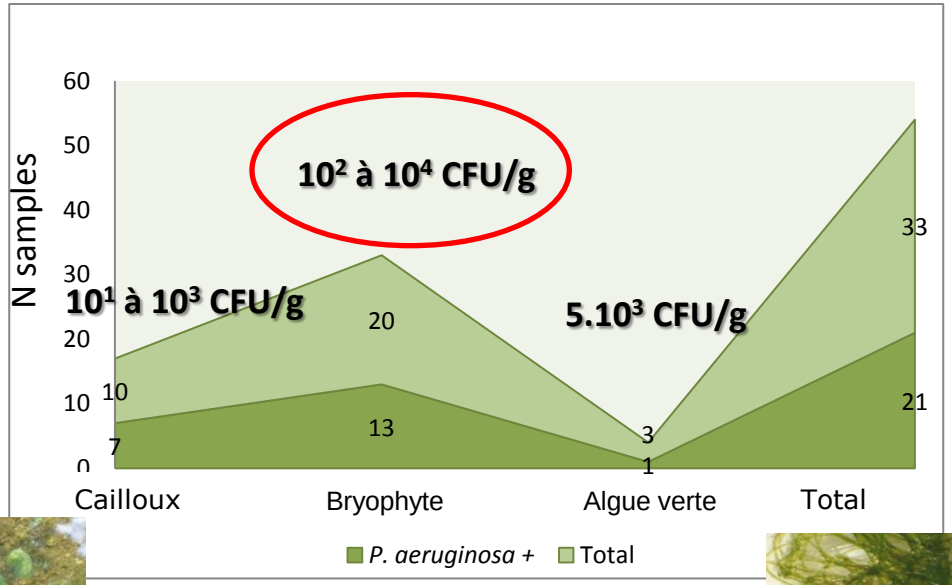
3. Périphyton

- Prévalence de *P. aeruginosa* dans le périphyton



3. Périphyton

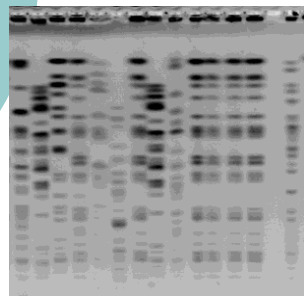
- Prévalence de *P. aeruginosa* dans le périphyton



Installation et multiplication dans les Macrophytes

3. Périphyton

- Prévalence de *P. aeruginosa* dans le périphyton

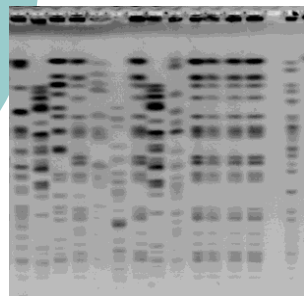


PFGE

→ Eaux usées et DO = source des populations colonisant le périphyton

3. Périphyton

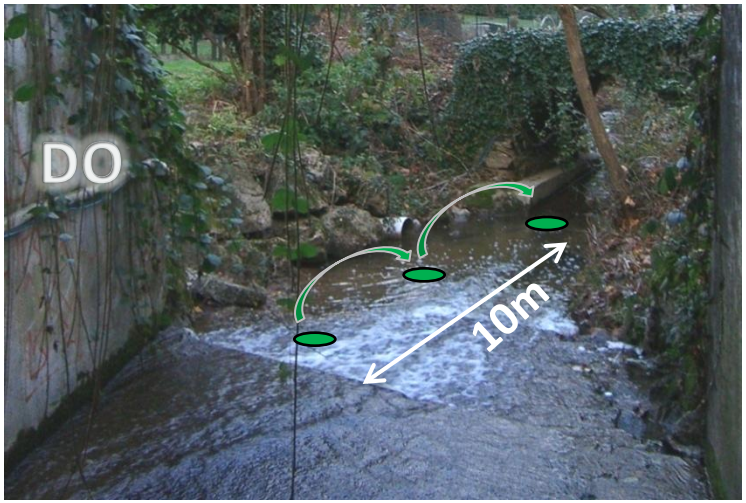
- Prévalence de *P. aeruginosa* dans le périphyton



PFGE

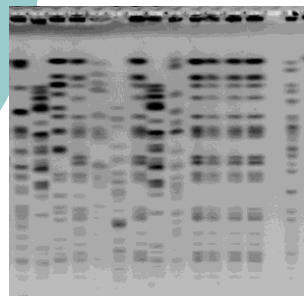
→ Eaux usées et DO = source des populations colonisant le périphyton

→ Capacité de transport et colonisation



3. Périphyton

- Prévalence de *P. aeruginosa* dans le périphyton

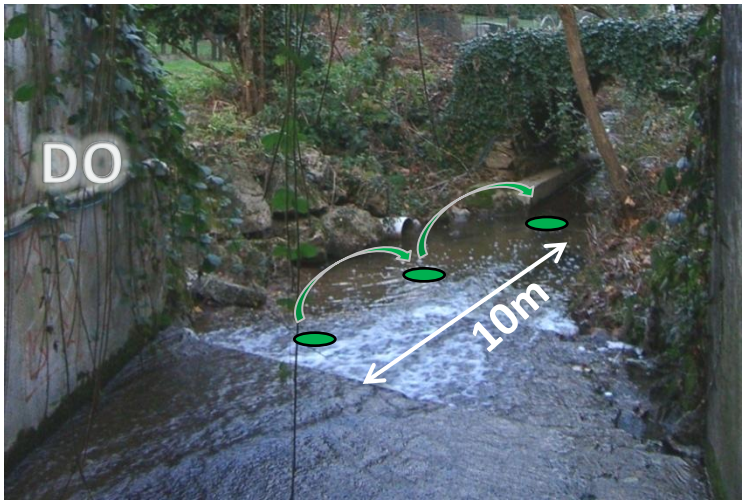


PFGE

→ Eaux usées et DO = source des populations colonisant le périphyton

→ Capacité de transport et colonisation

→ Pas de persistance dans le temps **?**



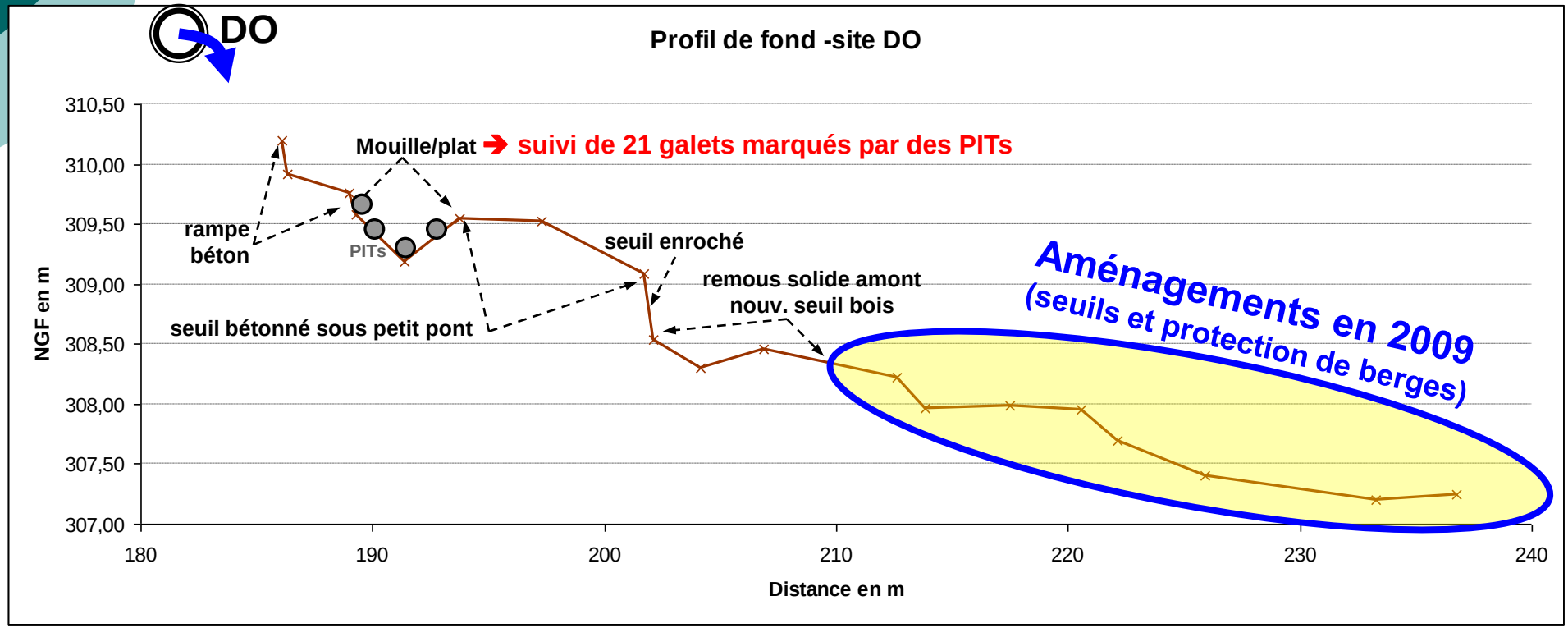
3. Périphyton

- Influence des forces hydrauliques sur la persistance de *P. aeruginosa* ***?***

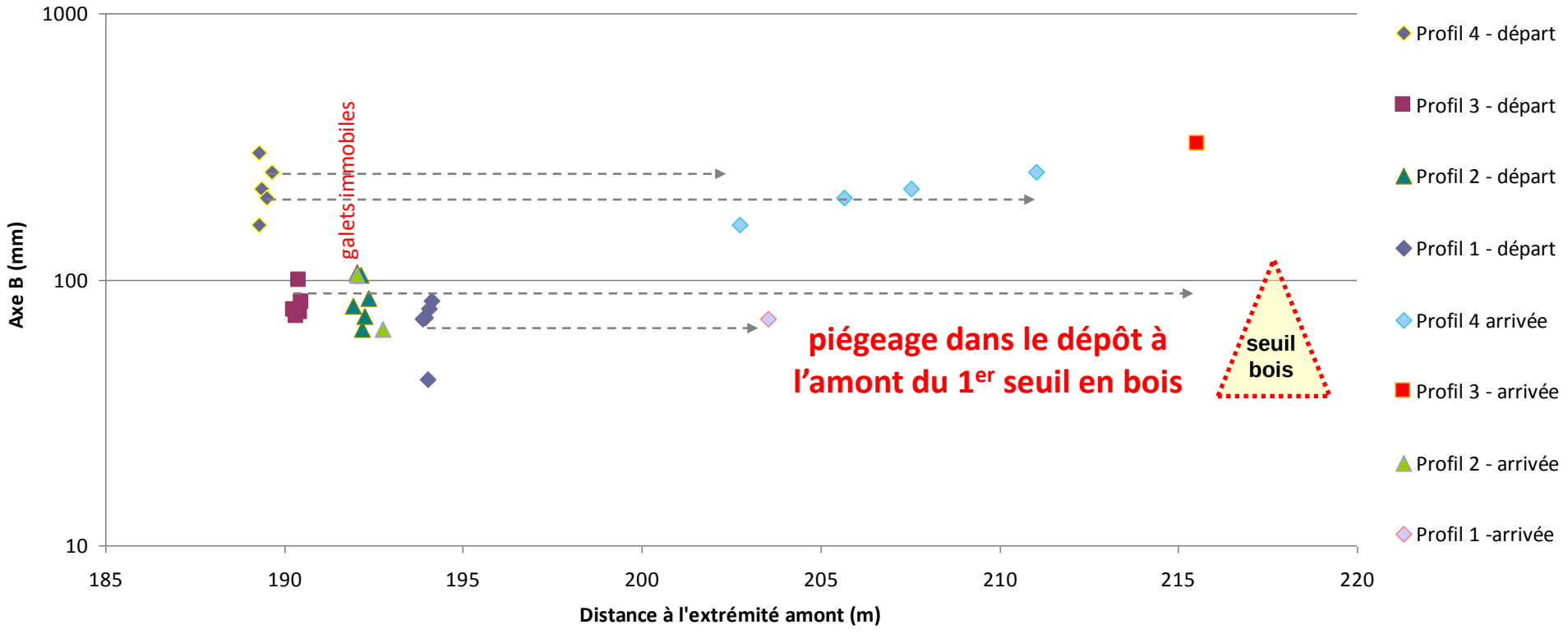
Transpondeur

3. Périphyton

- Influence des forces hydrauliques sur la persistance de *P. aeruginosa* **?**



3. Périphyton



✓ Les sédiments de la zone en aval du DO sont facilement mobilisés

➔ conditions limitant le développement des bactéries ?

✓ Morpho-dynamisme de la rivière : Courte persistance de *P. aeruginosa*

Conclusions et perspectives

RUTP et Déversoir d'orage :

- Importance du ruissellement : multiples sources de contamination fécale
- Impact du DO sur la contamination microbienne de la station en aval

→ Caractérisation de différents évènements de rejets de DO

Contexte hydrographique de la rivière – Nombre de particules déversées?

Conclusions et perspectives

RUTP et Déversoir d'orage :

- Importance du ruissellement : multiples sources de contamination fécale
- Impact du DO sur la contamination microbienne de la station en aval

→ Caractérisation de différents évènements de rejets de DO

Contexte hydrographique de la rivière – Nombre de particules déversées?

Dynamique spatio-temporelle:

- Ecologie et évolution différentes selon les organismes étudiés
- Périphyton = réservoir d'agents pathogènes de l'Homme

→ Impact des périodes de temps sec?

Conclusions et perspectives

RUTP et Déversoir d'orage :

- Importance du ruissellement : multiples sources de contamination fécale
- Impact du DO sur la contamination microbienne de la station en aval

→ Caractérisation de différents évènements de rejets de DO

Contexte hydrographique de la rivière – Nombre de particules déversées?

Dynamique spatio-temporelle:

- Ecologie et évolution différentes selon les organismes étudiés
- Périphyton = réservoir d'agents pathogènes de l'Homme

→ Impact des périodes de temps sec?

Pseudomonas aeruginosa :

- Installation et persistance de certains complexes clonaux
- Influence des forces hydrauliques et du morpho-dynamisme de la rivière sur la persistance de *P. aeruginosa* dans le périphtyon

→ Configurations génétiques particulières proche de certains isolats cliniques

Niveau de résistance élevée à certaines familles d'antibiotiques

MERCI