

Journée scientifique OPUR – 5 juin 2012 - Cité de l'Eau (Colombes)
**Contaminants dans les eaux résiduaires urbaines :
comportement au sein des filières de traitement et qualité des rejets**



Journée organisée par :



Variabilité de la qualité microbiologique des eaux usées brutes

F Lucas, A Goncalves, P Servais, V Rocher, S Masnada, C Therial, L
Lesage, J-M Mouchel





Contexte environnemental

● Réglementation

Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE → bonne qualité des eaux dans les zones servant de ressource (eau potable, activité nautique, récréation)

Qualité microbiologique? → Directive des eaux de baignade 2006/7/EC

→ Diminuer l'impact des rejets et le risque sanitaire

● Variabilité de la qualité microbiologique des eaux brutes ?

→ Impact la performance et gestion des STEP

→ Qualité des surverses de réseau unitaires (RUTP)

→ Validation des indicateurs fécaux dans des matrices et conditions météorologiques atypiques



Qualité microbiologique des eaux brutes?

● Variabilité temporelle

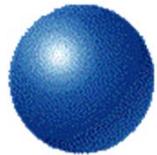
- Échelle fine (journalière, évènement pluvial)
- Échelle plus large (annuelle)

● Variabilité spatiale

→ Différents réseaux

● Fraction sédimentable

→ Impact sur l'élimination



Quelles eaux brutes ?

2008-2011
Eaux
prétraitées

Marne Aval (MAV)

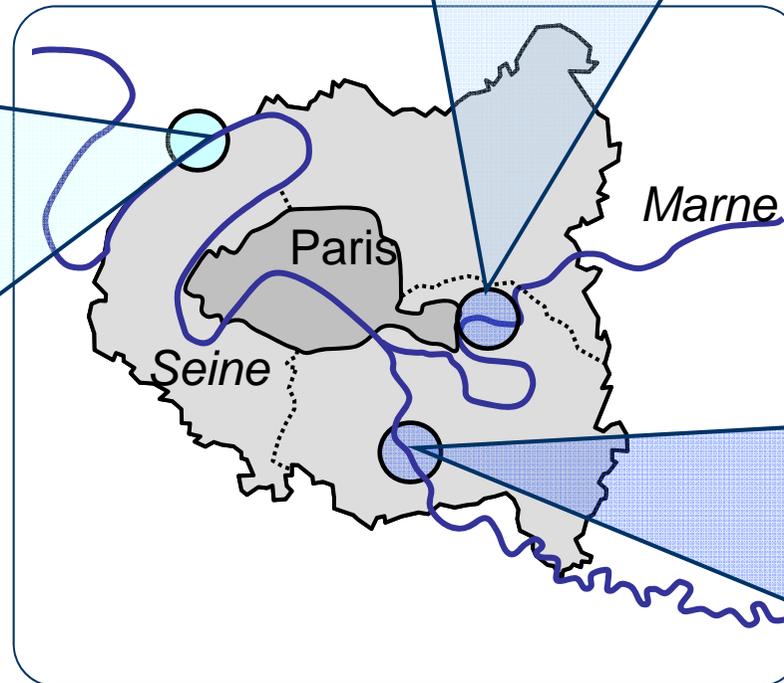
Réseau mixte
75 000 m³.jr⁻¹

Décantation physico-
chimique accélérée
+
Biofiltration (C+N)

Seine Centre (SEC)

Réseau unitaire
240 000 m³.jr⁻¹

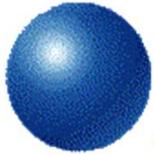
Décantation physico-
chimique accélérée
+
Biofiltration (C+N)



Seine Amont (SAM)

Réseau mixte
600 000 m³.jr⁻¹

Décantation simple
+
Boues activées
faible charge
(C+N+P)



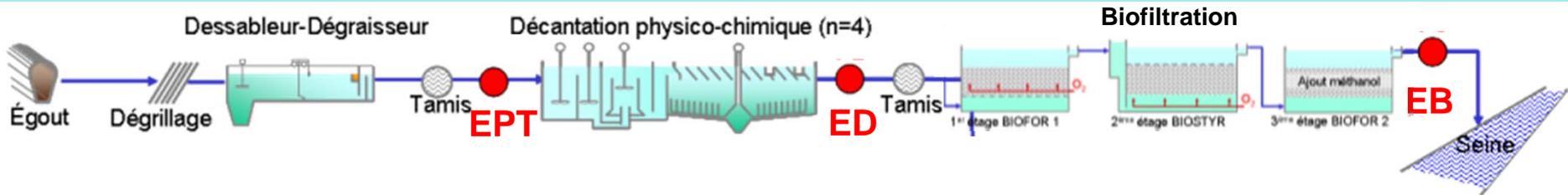
Sites et échantillonnage

EPT = eaux prétraitées

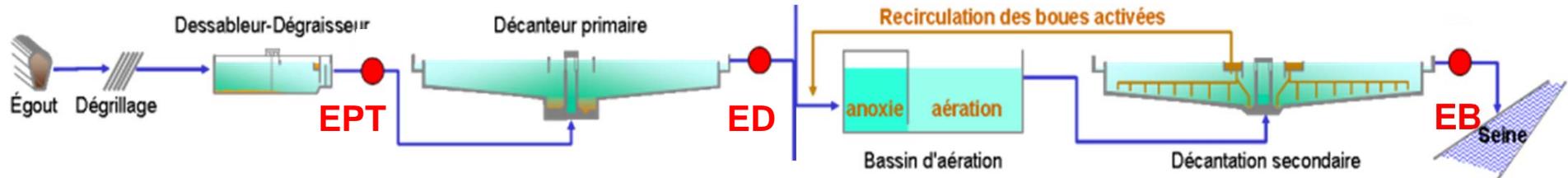
ED = eaux décantées

EB = eaux traitées biologiquement

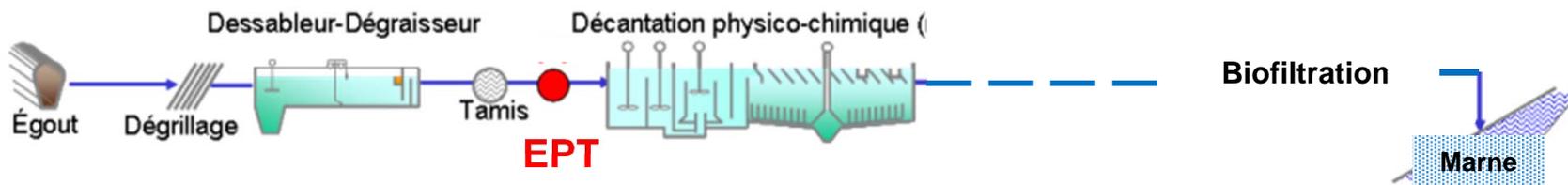
Seine Centre

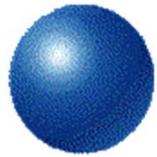


Seine Amont



Marne Aval





Prélèvements

Préleveurs automatiques réfrigéré (4°C)



Temps sec

- Monoflacon (échantillon moyen de 24h)
- Multiflacons toutes les 2h (variabilité journalière)



Temps de pluie = échantillons multiples

- Multiflacons toutes les heures (évènement pluvial)
- Echantillons moyens sur 3 à 5 prélèvements (préleveur ou manuel)

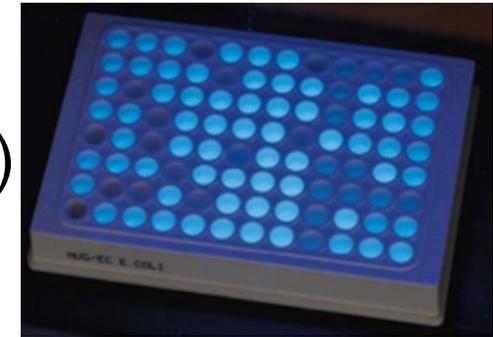




Indicateurs de contamination fécale

● microorganismes

- *Escherichia coli* (NF EN ISO 9308-3)
- Entérocoques intestinaux (NF EN ISO 7899-1)
(LEESU et laboratoire de la DDP-SIAAP)

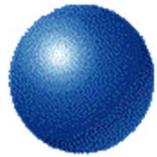


● Fractions sédimentables (densité $\leq 1.05\text{g/cm}^3$)

Centrifugation 10 min à 1164xg
(Characklis et al. 2005)

● Paramètres globaux

N-NH₄⁺, MES, conductivité
(laboratoire de la DDP-SIAAP)



Résultats – variation spatiale par temps sec

Échantillon moyen 24h

Paramètres	SAM n=4	SCE n=20	MAV n=3
Escherichia coli (NPP.10 ⁷ /100 ml)	3,5±1.0**	1,8±1,0	1,2±0,1
Entérocoques intestinaux (NPP.10 ⁷ /100 ml)	1,2±0,9***	0,2±0,1	0,2±0,0
Conductivité (mS/m)	143.0±3.8	106.6±1.9***	143.0±1.0
N-NH ₄ ⁺ (mg N/L)	46,3±4,9	34,7±4,8***	57,4±16,8
Matières En Suspension (mg/L)	398.8±110.0	263.8±31.8***	433.0±77.0

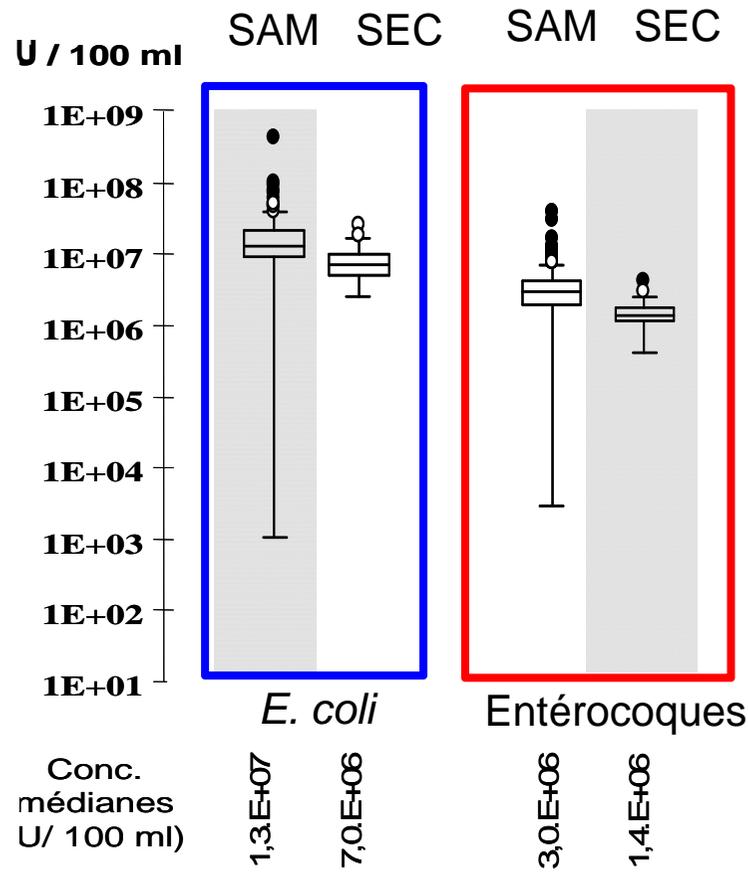
Analyse statistique ** p<0.01, ***p<0.001

≠ Qualité des
eaux brutes

- Chimie => SAM et MAV > SCE
- *E. coli* => SAM > MAV et SCE
- Entérocoques => SAM > MAV et SCE



Résultats – variation spatiale par temps sec



2006-2008-bimensuelles
(D'après Goncalves et al. sous presse)

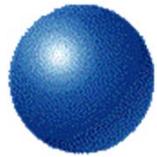
Réseaux d'assainissement ≠

Dilution des eaux brutes arrivant à SEC?

267 L/EH => SEC
+ *lavage des voiries*
111 L/EH => SAM
101 L/EH => MAV

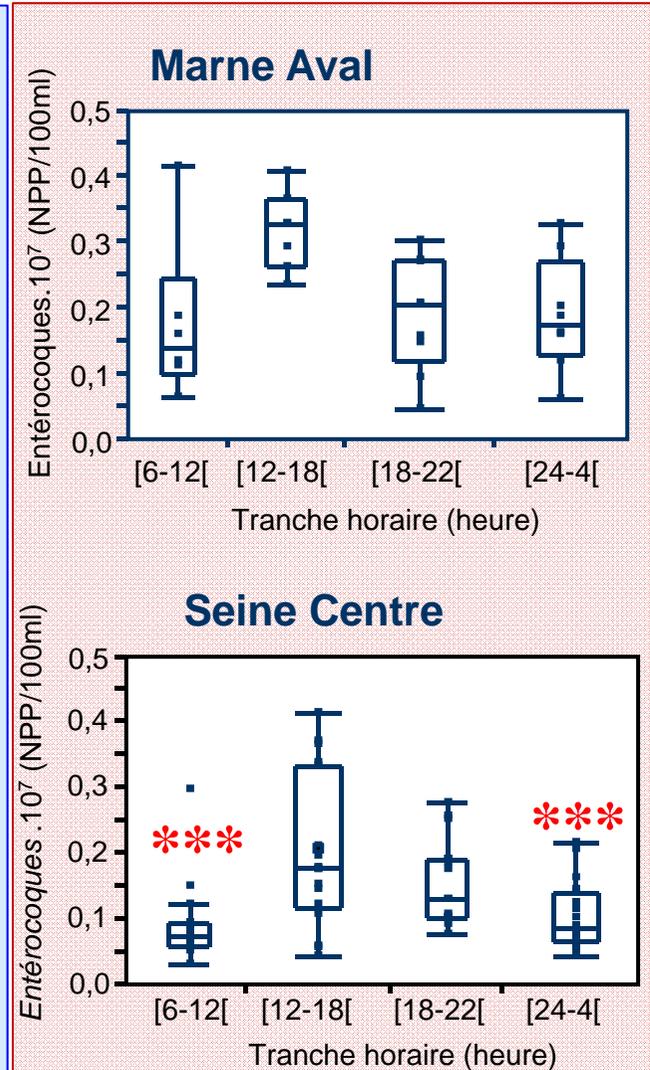
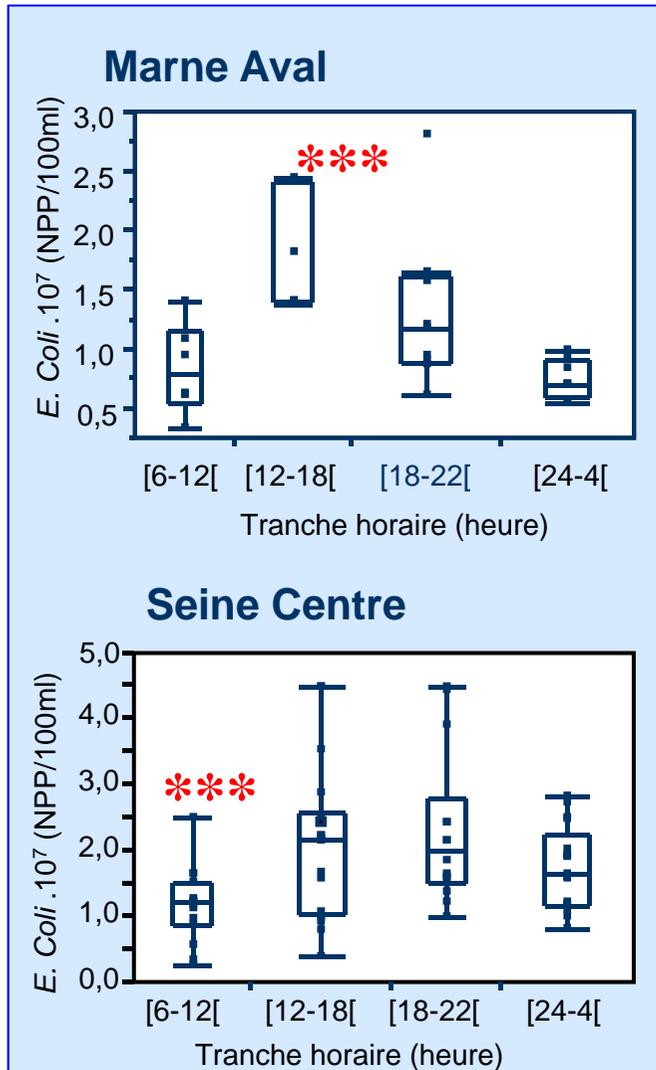
Variabilité à SAM

- ➔ Représentativité de 4 campagnes?
- ➔ Variation temporelle



Variation temporelle par temps sec

● **Au cours de la journée** → phénomène connu (*Yaziz et Lloyd, 1979*)



Profil diurne de défécation
(*Duncan et Horan 2003*)

→ Stratégie d'échantillonnage

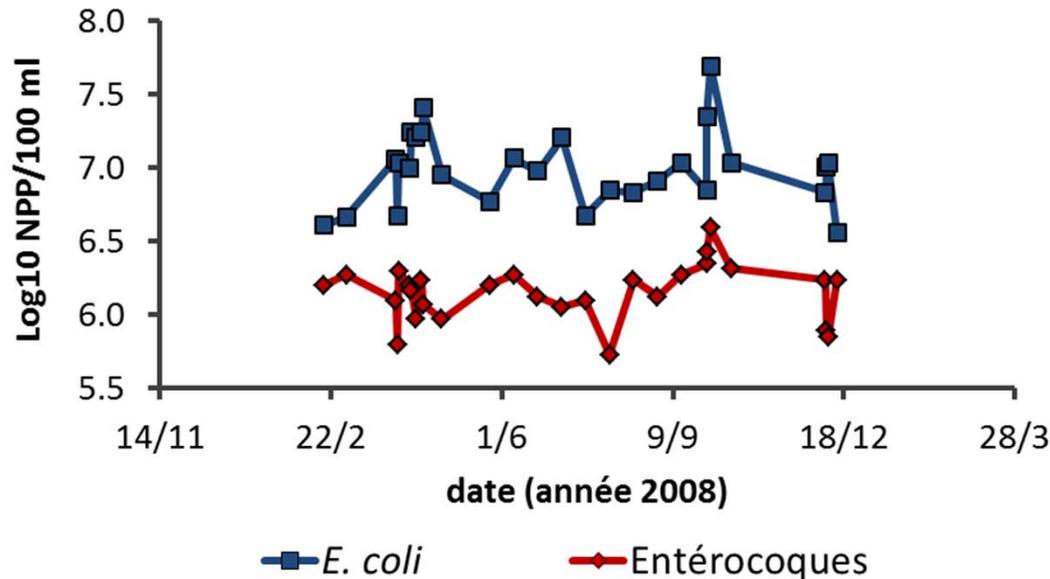
Analyse statistique
*** $p < 0.001$



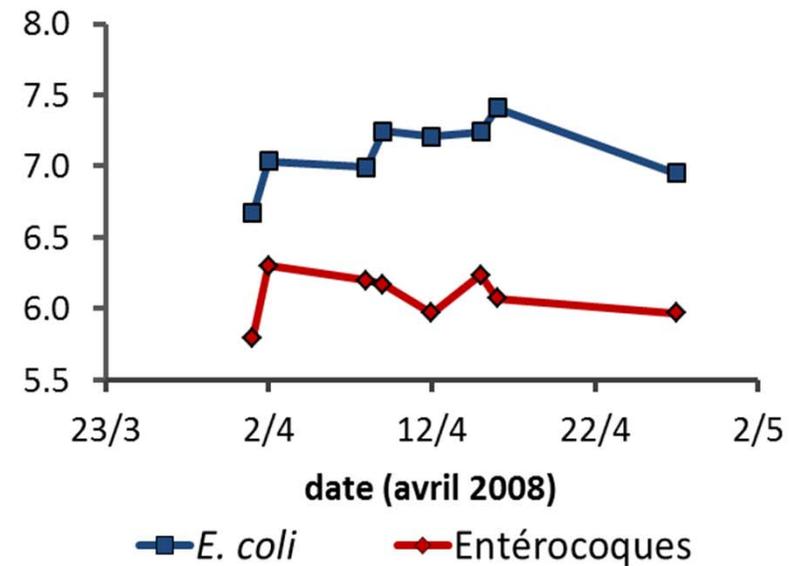
Variation temporelle par temps sec

Au cours de l'année

Variation intra-annuelle



Variation intra-mensuelle

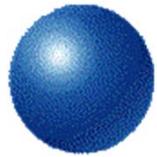


Coefficient de variation

{ *E. coli* 77%
Entérocoques 44%

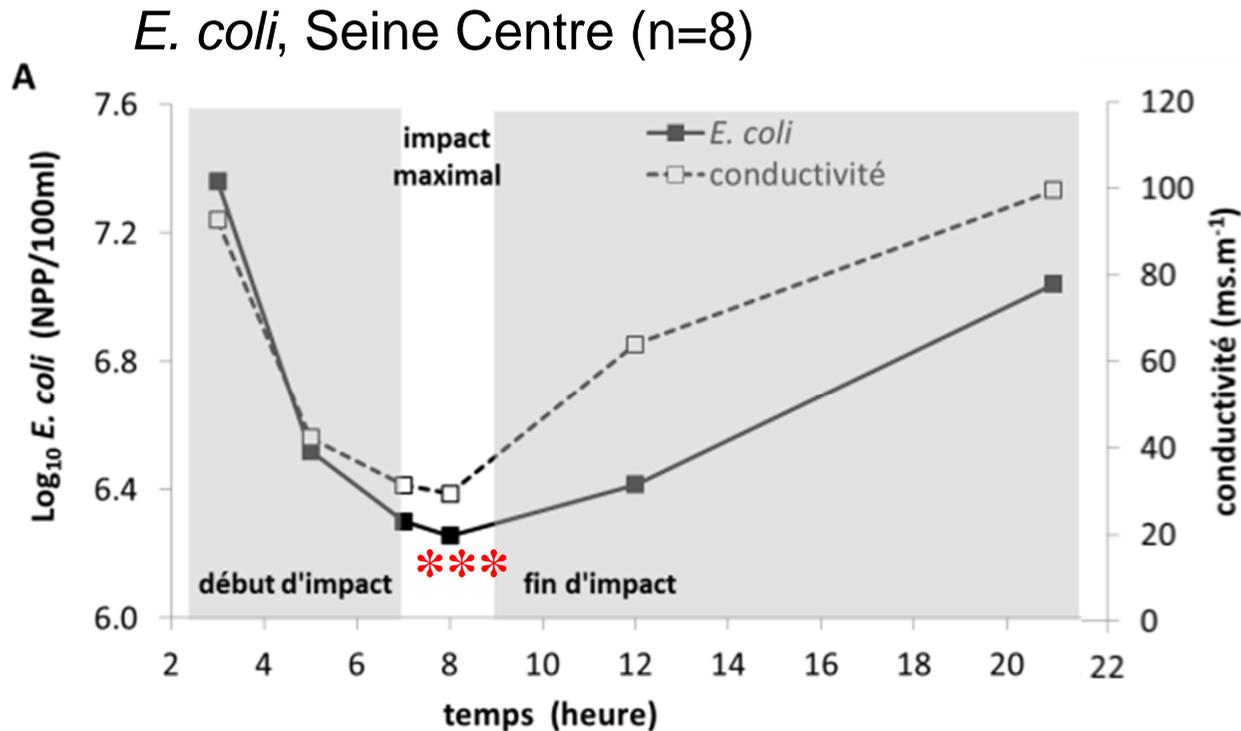
E. Coli 47%
Entérocoques 36%

➔ Variation saisonnière?
➔ incertitude méthodologique



Impact des évènements pluvieux

Variation au cours d'une pluie = réseau unitaire



Analyse statistique ***p<0.001

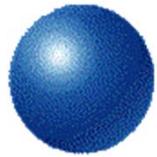
- [NH₄⁺] diminue (*Anova*, n=15, p=0.008)
- MES tend à augmenter

Dilution des Indicateurs fécaux

- 0.4 à 1.8 U log *E. coli*
- 0.3 à 1.2 U log Entérocoques

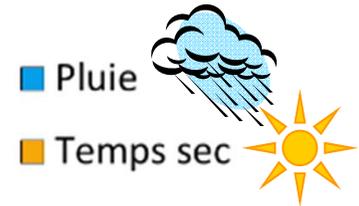


Faible contribution des biofilms et dépôts



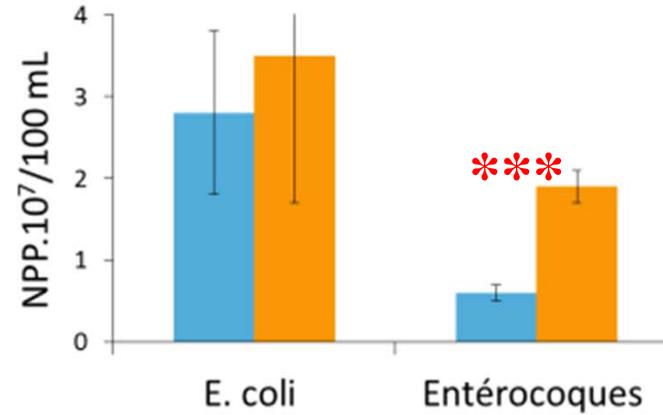
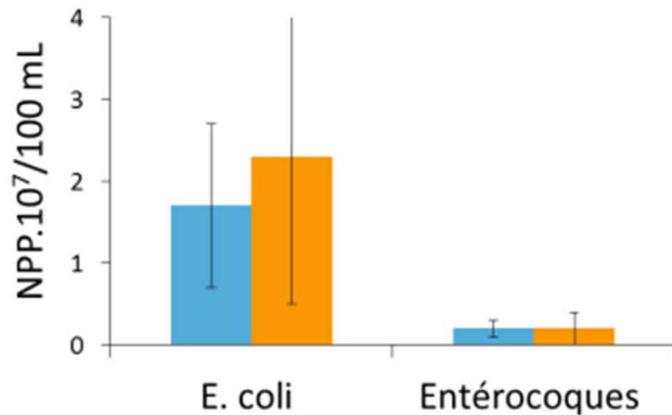
Impact des évènements pluvieux

Impact de la pluie sur les échantillons moyens

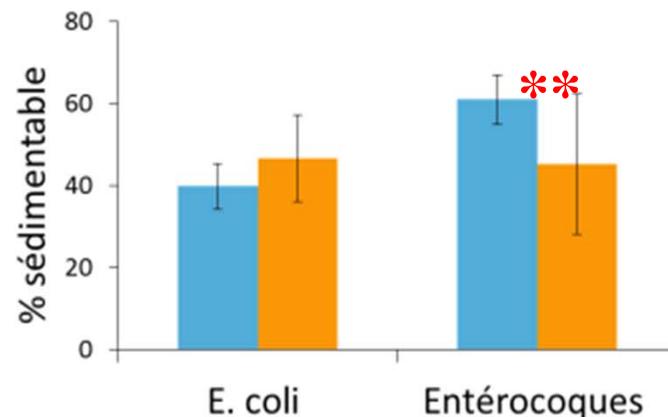
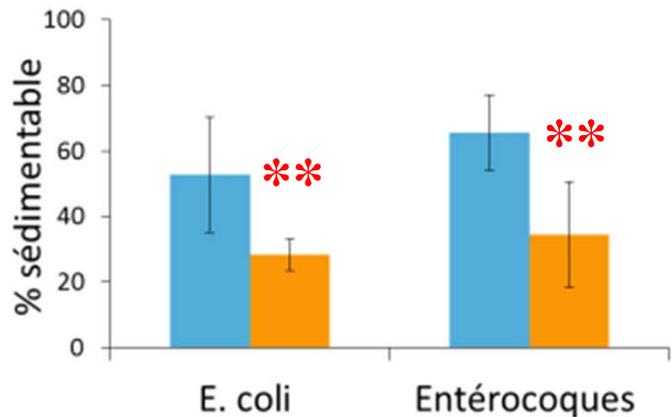


Seine Centre (n=8)

Seine Amont (n=8)

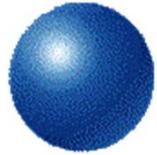


Impact peu visible => lissage et variabilité des pluies



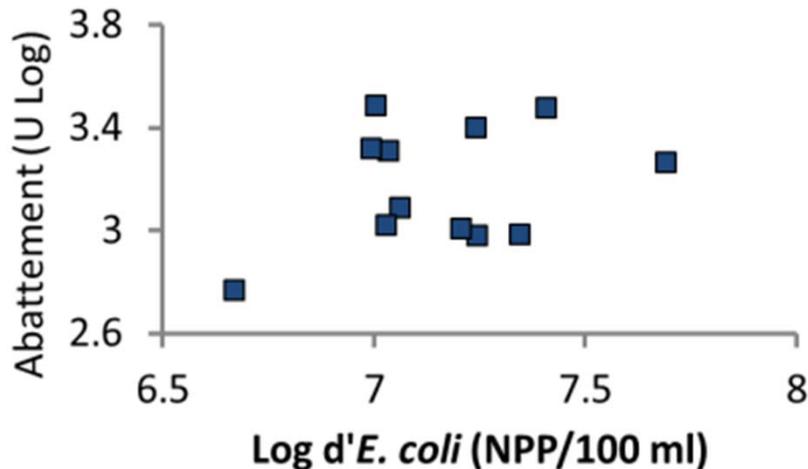
% sédimentable augmente => dépôts et biofilms

Analyse statistique **p<0.01



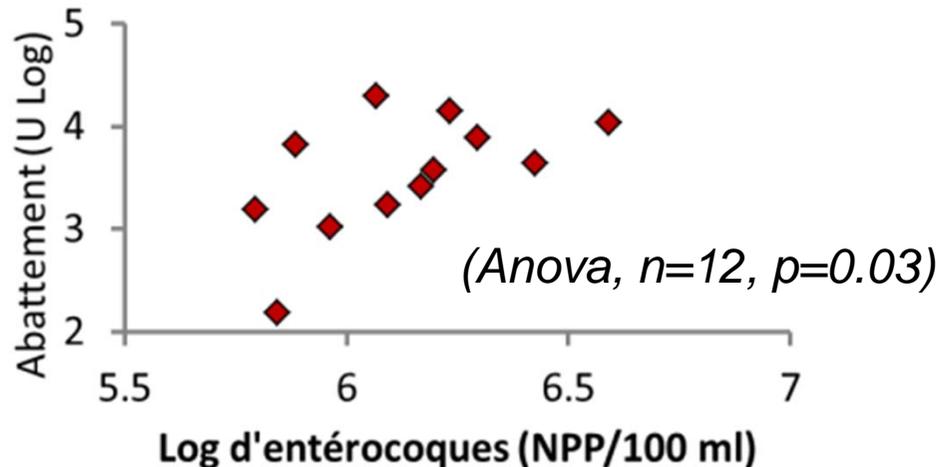
Quelles conséquences pour l'abatement?

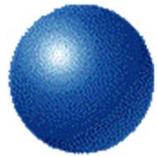
● Effet de la variabilité par temps sec



Variation de l'abatement

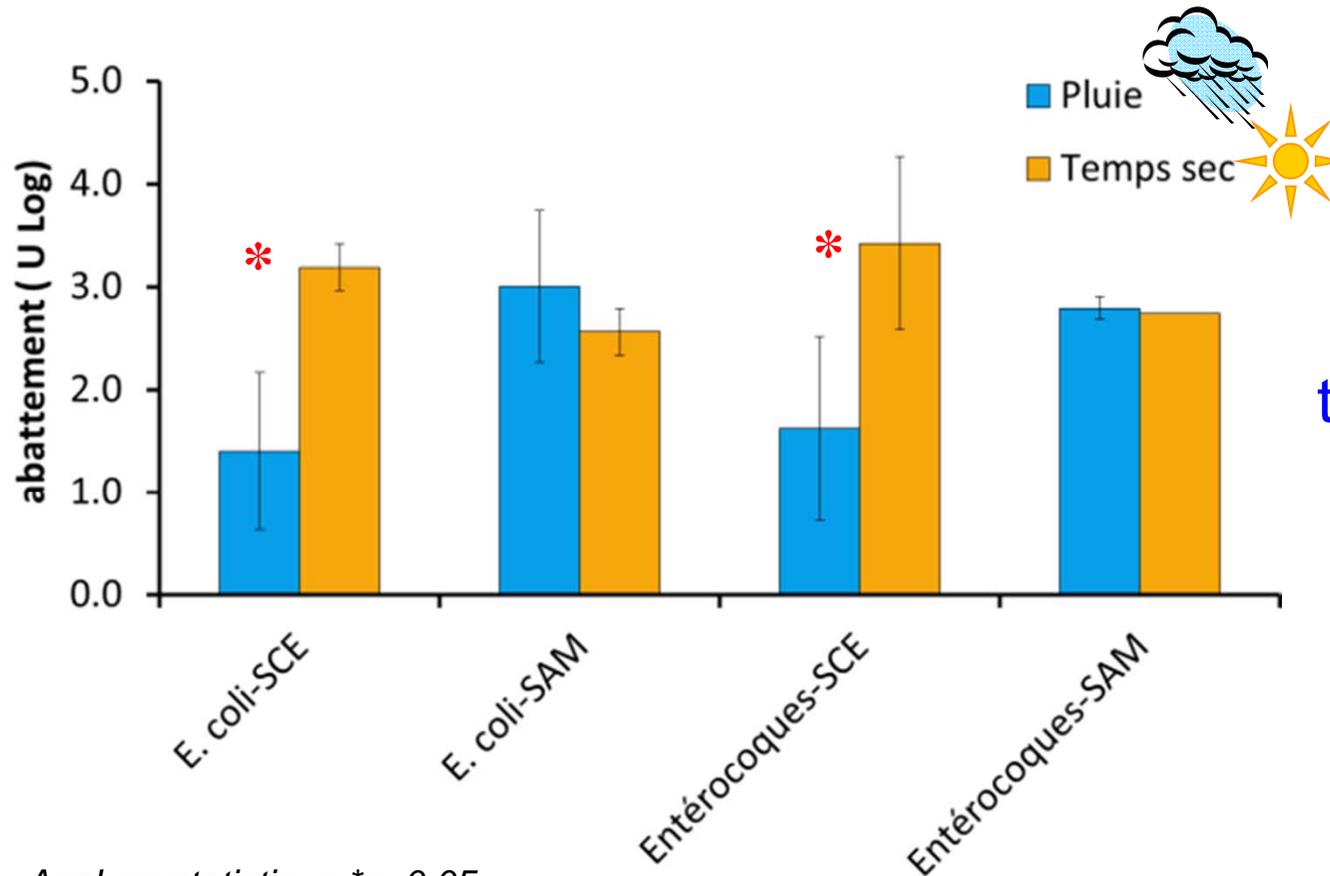
- Partiellement expliquée par les indicateurs fécaux
- Variations de débits
- Conditions d'exploitation





Quelles conséquences pour l'abatement?

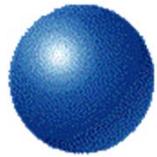
● Effet des évènements pluvieux



Analyse statistique * $p < 0.05$

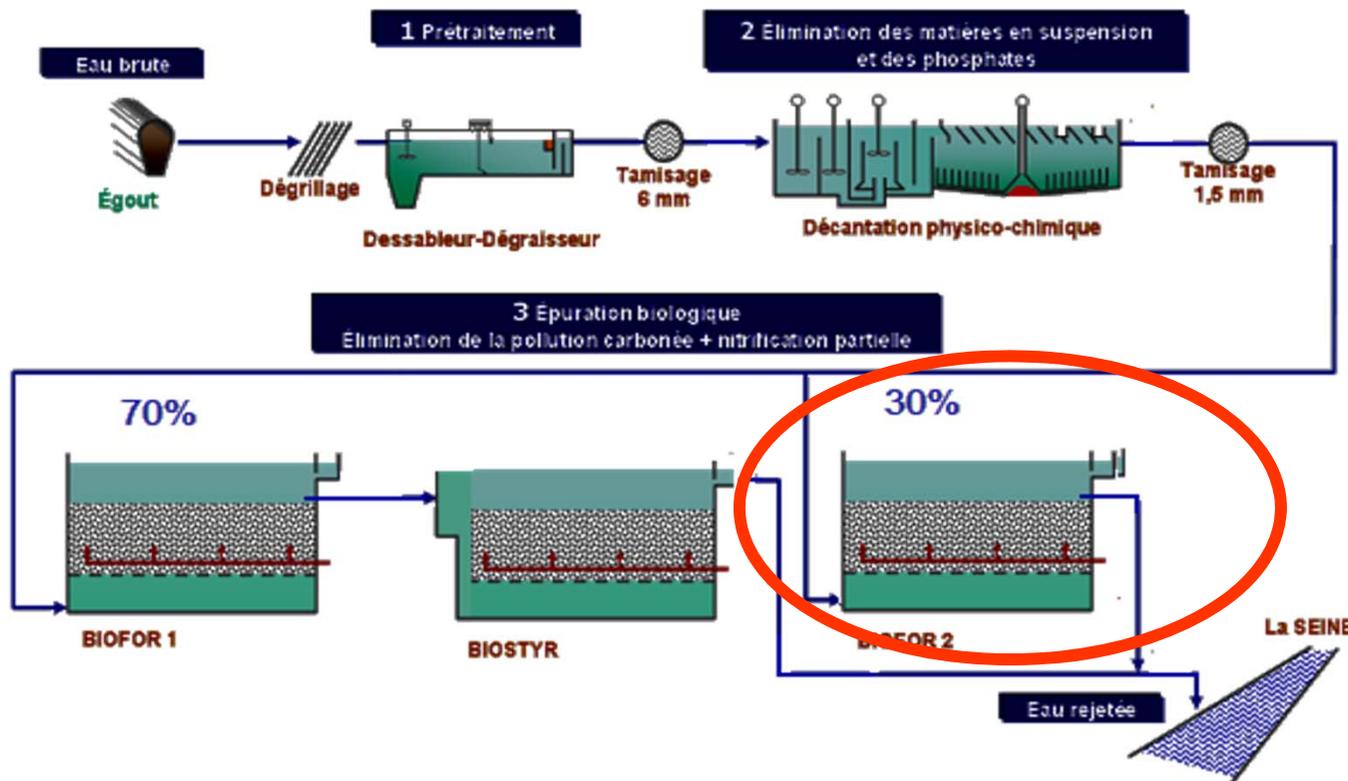
Abattements
totaux diminuent

A Seine-Centre
=>
configuration
modifiée sur le
traitement
biologique



Quelles conséquences pour l'abatement?

● Effet des évènements pluvieux

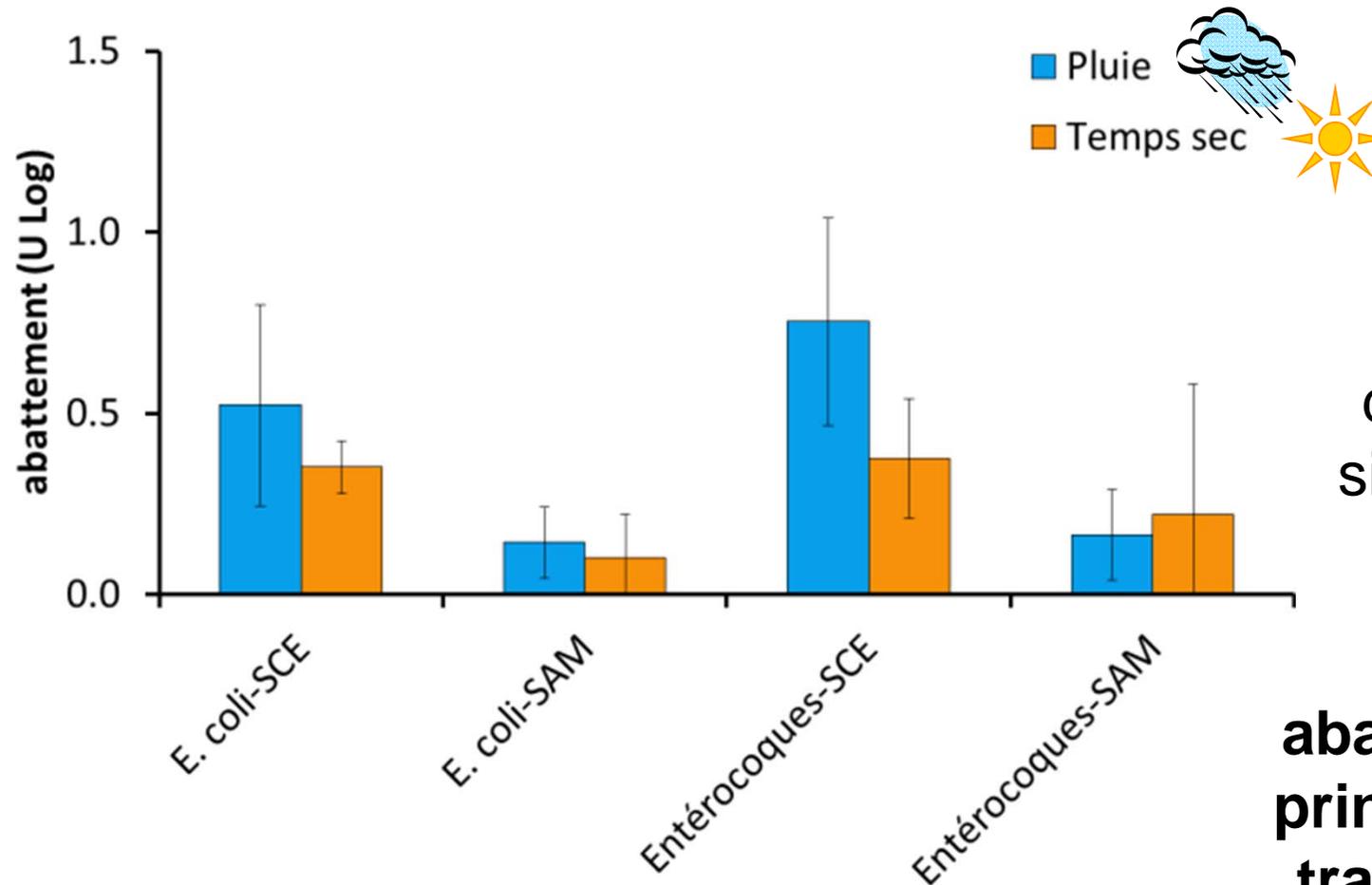


1 seul biofiltre =
10 à 100 fois
plus
d'indicateurs
fécaux
(Goncalves et al. sous
presse)



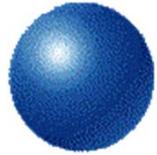
Quelles conséquences pour l'abattement?

Décantation : même configuration



Pas de différence significative

Mais abatement principal en traitement biologique



Conclusions

Conditions hydrologiques et configuration du réseau d'assainissement

● Taux d'attachement à la fraction sédimentable

- Décantation en STEP et sédimentation en milieu naturel
=>Modélisation

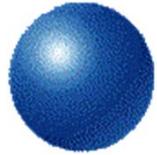
● Comportement différentiel des BIF

- sédimentable => $74 \pm 18\%$ Entérocoques
 $64 \pm 17\%$ *E. coli*

- *E. coli* ~ *Salmonella*
mais \neq *Campylobacter* et Mycobactéries

(Wery et al. 2008,
Radomski et al. 2011)

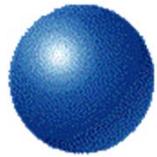
=> Choix d'indicateurs \neq pour l'origine (fécal, réseau, pluie)
et pour le % attachement



Conclusions

● Limites des méthodes d'évaluation

- Attachement => sous-estimation
10 à 50% d'erreur sur la mesure (*Plancherel et Cowen 2007*)
 - Variabilité => mesure fonction de la stratégie d'échantillonnage
- ⇒ Nombre de prélèvements
- ⇒ Moment du prélèvement (heure, pluie)
- moyen 24H?
- impact maximal ou pluie totale?



Merci de votre attention

