

# Infiltration des eaux pluviales : apports, impacts, préconisation

**C. Delolme, T. Winiarski, L.S.E.  
ENTPE**

**F. Malard, LEHF, Univ Lyon 1  
S. Barraud, LGCIE INSA**

## Les questions opérationnelles

### – Comment gérer la surface des bassins?

- Quelles caractéristiques, quel est le niveau de pollution ?
- Colmatage évolution dans le temps
- Quelle capacité de piégeage des polluants, risques de mobilisation vers le sous-sol?
- Que faire de ces matériaux?

### – Quels sont les impacts de ces pratiques sur la nappe

- Quel impact sur la température?
- Quel impact sur la qualité de la nappe ?



## Les questions scientifiques

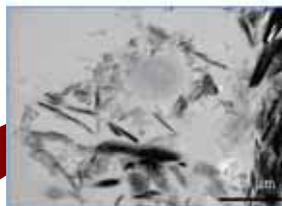
- Quelles sont les propriétés bio-physico-chimiques des matériaux de surface des bassins ?
  - Décrire les propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un matériau complexe?
  - Comprendre et modéliser la solubilisation des polluants
  - Quel est le rôle du compartiment microbien?
- Quels sont les impacts de ces pratiques sur la nappe ?
  - Comment évolue la température de la nappe ?
  - Quel sont les éléments qui atteignent la nappe? Quels sont les effets sur le fonctionnement biogéochimiques?



## Nécessité de mener une approche à plusieurs échelles

Echelle microscopique

Echelle millimétrique



Echelle macroscopique



Echelle mégascopique :  
Sites OTHU



# Les caractéristiques globales

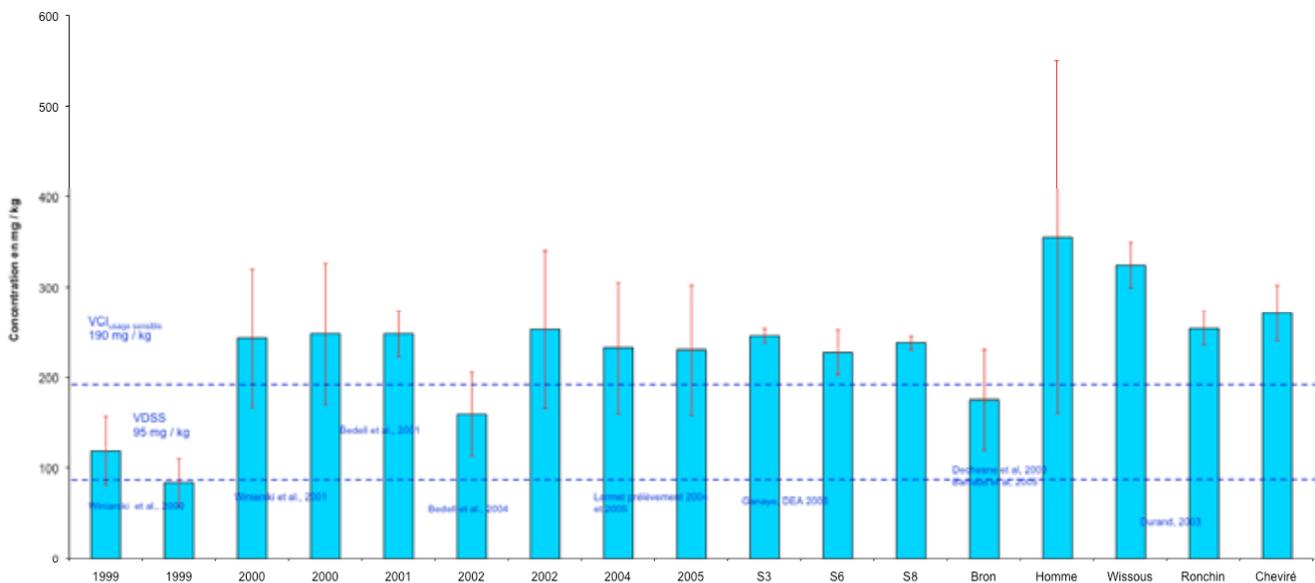
		10 Mai 2006	10 Avril 2007	31 Juillet 2007	11 Septembre 2007	10 Décembre 2007
Teneur en eau (n=30)	% poids sec	0.39 ± 0.07	0.14 ± 0.07	0.05 ± 0.03	0.05 ± 0.01	0.36 ± 0.04
pH (n=15)		7.3 ± 0.1	7.3 ± 0.1	6.9 ± 0.1	7.1 ± 0.1	7.4 ± 0.1
Perte au Feu (n=15)	% poids sec	10 ± 2	10 ± 3	11 ± 1	12 ± 1	14 ± 4
COT (n=3)	% poids sec	4.0 ± 1.7	5.3 ± 0.1	4.4 ± 1.7	5.2 ± 0.7	5.6 ± 0.7
Zn (n=15)	g.kg <sup>-1</sup>	1.21 ± 0.13	1.25 ± 0.20	1.13 ± 0.12	1.10 ± 0.08	1.09 ± 0.10
Pb (n=15)	mg.kg <sup>-1</sup>	377.7 ± 59.1	363.0 ± 105.9	254.9 ± 47.9	318.0 ± 38.8	298.3 ± 65.9
Cu (n=15)	mg.kg <sup>-1</sup>	214.5 ± 30.1 <sup>a</sup>	120.3 ± 27.1 <sup>d</sup>	119.7 ± 18.6 <sup>d</sup>	173.9 ± 12.9 <sup>b</sup>	148.9 ± 15.1 <sup>c</sup>
Cd (n=15)	mg.kg <sup>-1</sup>	15.0 ± 2.0 <sup>o</sup>	11.9 ± 4.4 <sup>b</sup>	9.6 ± 2.2 <sup>d</sup>	10.9 ± 2.1 <sup>c</sup>	9.7 ± 2.5 <sup>d</sup>
Ni (n=15)	mg.kg <sup>-1</sup>	88.4 ± 15.2 <sup>c</sup>	142.4 ± 12.5 <sup>o</sup>	143.7 ± 11.1 <sup>o</sup>	130.8 ± 10.8 <sup>b</sup>	81.3 ± 12.5 <sup>d</sup>
Cr (n=15)	mg.kg <sup>-1</sup>	81.1 ± 7.3	94.5 ± 19.3	78.1 ± 10.0	96.1 ± 10.0	89.5 ± 8.8
Nbre bactéries (n=5)	Nbre bact. / g sed sec x 10 <sup>+9</sup>	35.4 ± 9.5	8.3 ± 4.3	12.4 ± 1.6	12.7 ± 2.5	37.4 ± 3.5
Biomasse	µg of N/g sed	301.0 ± 91.8	68.4 ± 16.3	28.3 ± 9.7	32.7 ± 8.5	165.0 ± 75.5
Hydrocarbures totaux		g/kg		3 à 20		
HAP		mg/kg		2 à 15		
Diuron		µg/kg		3 à 25		

- 🟢 10 à 15% de MO
- 🟢 Zn : 1000 à 2000 ppm
- 🟢 Pb : 200 à 400 ppm
- 🟢 Cu : 150 à 350 ppm
- 🟢 Hydrocarbures 0,3 à 2% en masse
- 🟢 Bactéries : 10<sup>9</sup> à 10<sup>10</sup>/g



# L'évolution dans le temps

Evolution de la concentration en Cu total

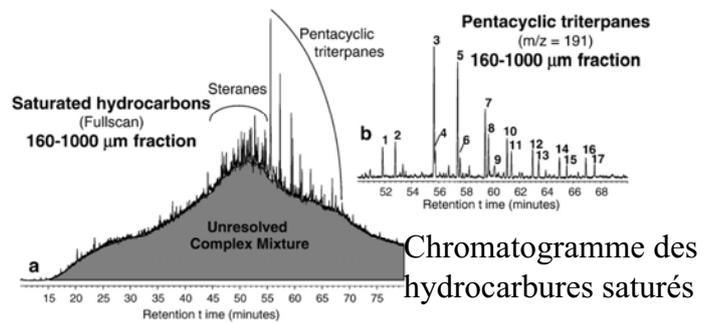




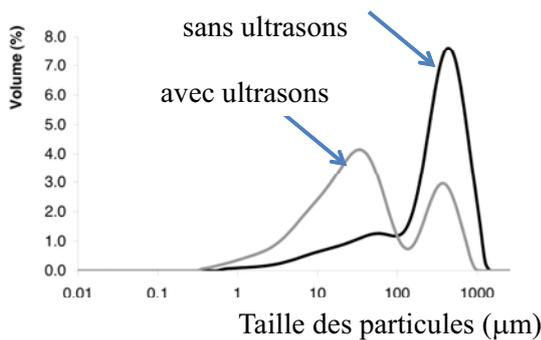
# Les caractéristiques globales



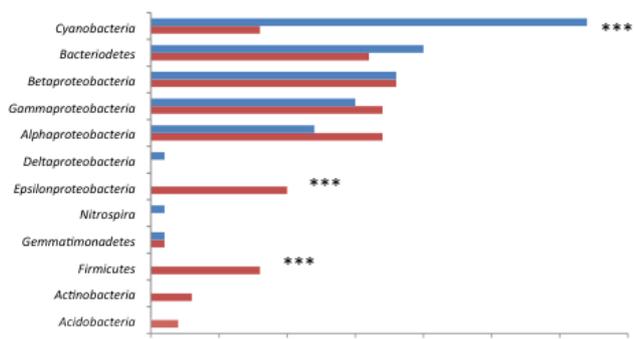
- Signature urbaine caractéristique
- Micro-organismes actifs : respiration, activités métaboliques
- Zone d'accumulation des MES et des polluants en surface (10 à 20 cm)
- Répartition des métaux suivant les zones sollicitées (Fiche Technique OTHU)



# Un matériau structuré

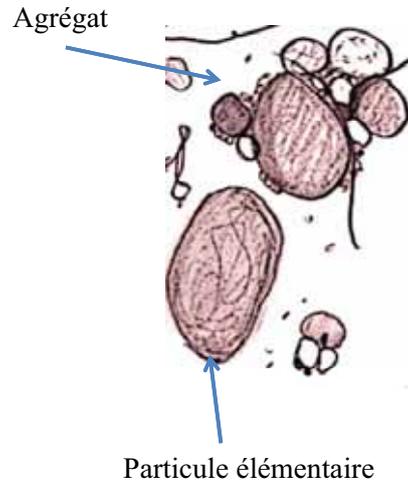
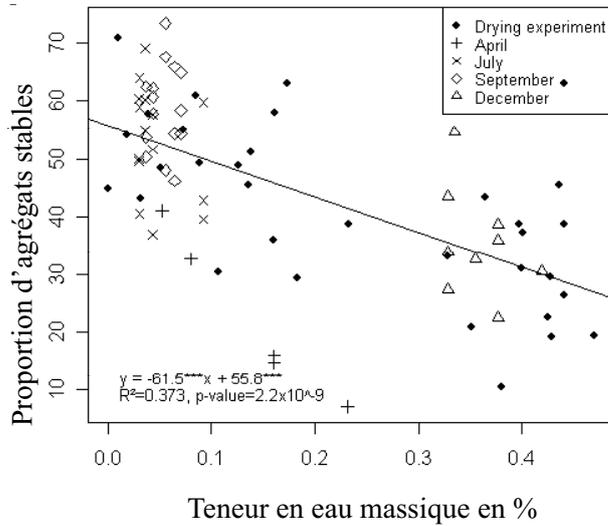


- Agrégats : 200 à 500  $\mu\text{m}$
- Particules élémentaires : 10 à 30  $\mu\text{m}$
- Facilite l'infiltration de l'eau
- Agrégation due à la matière organique
  - Hydrocarbures
  - Cyanobactéries



Proportion de clones dans les agrégats (bleu) et la fraction mobiles (rouge)

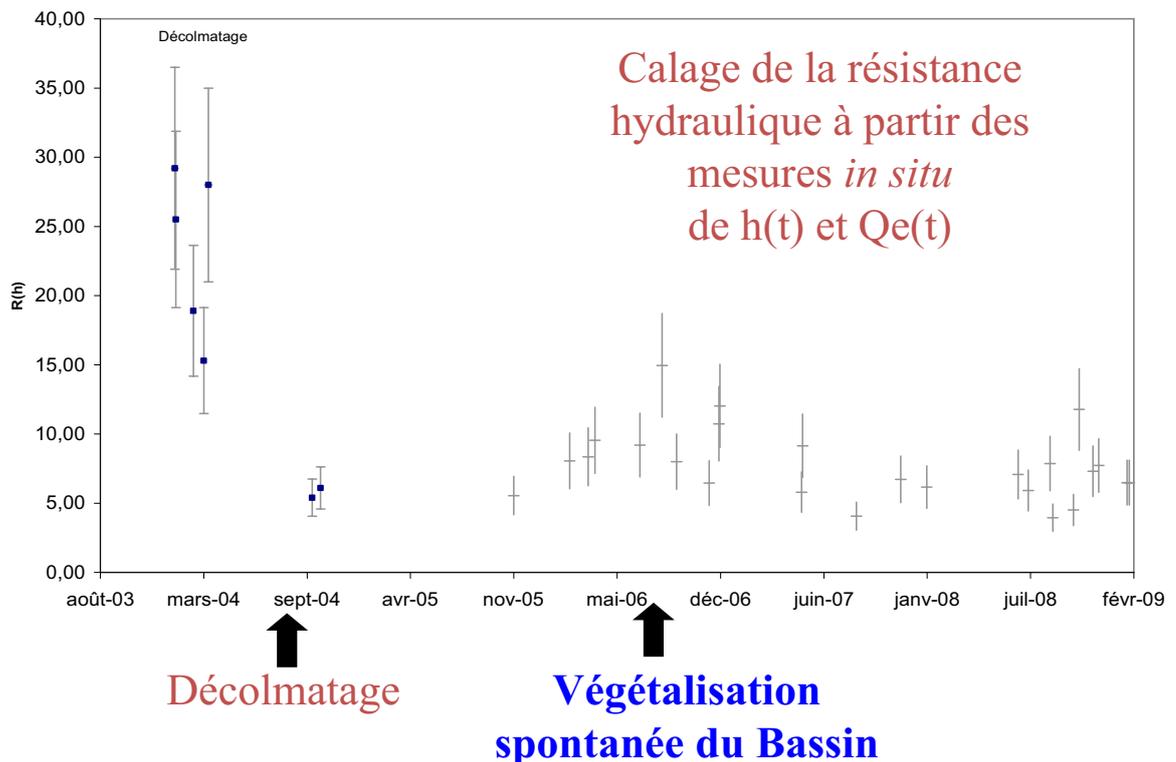
# Un matériau qui évolue dans le temps



## Favoriser des cycles de séchage/humidification

# Un matériau qui évolue dans le temps

Evolution temporelle de la résistance hydraulique R(h)

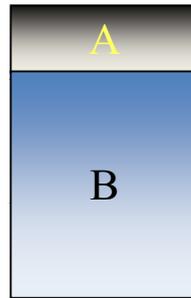




# Quelle mobilité dans la zone non saturée?



Me



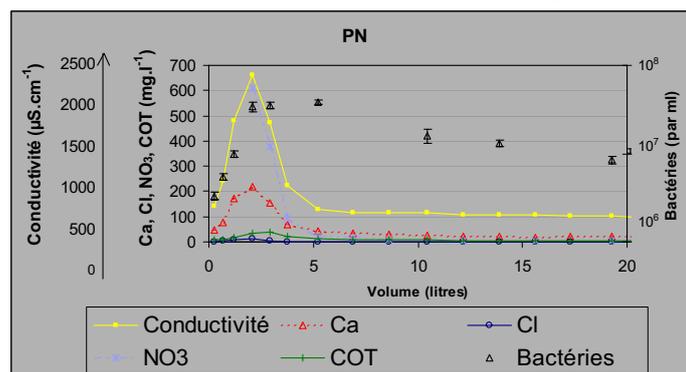
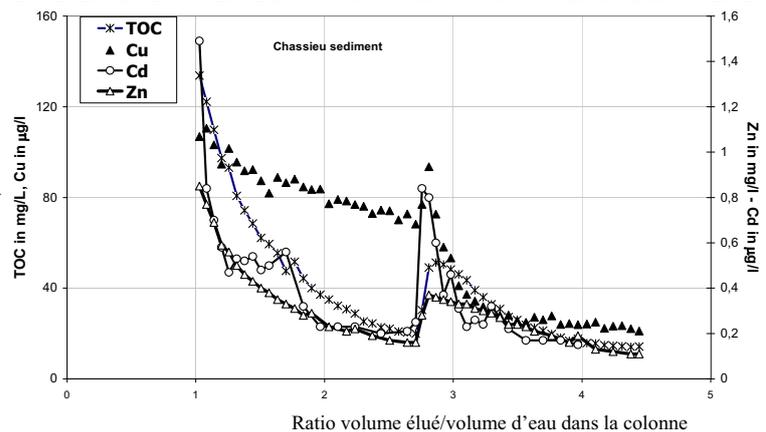
Me



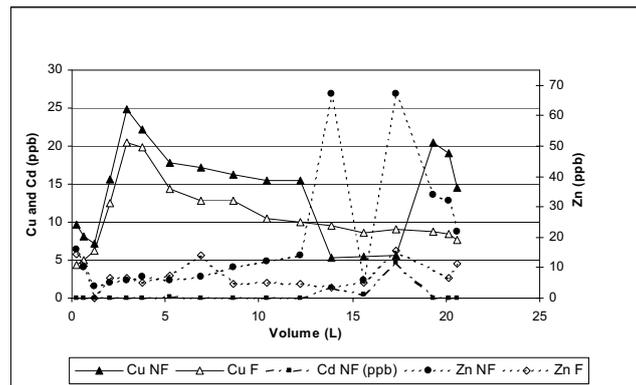
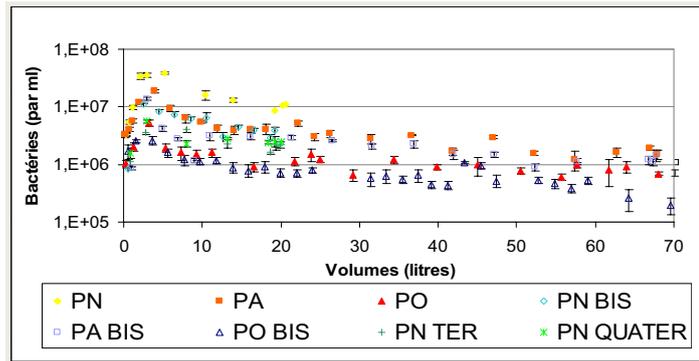
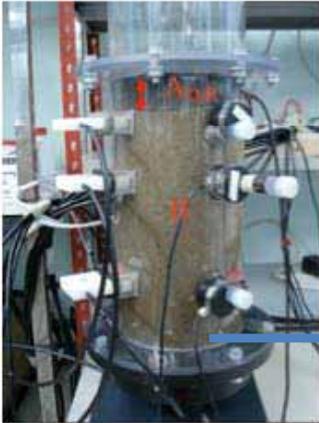
## Evaluation de la mobilité potentielle en colonne de laboratoire simulant différents épisodes d'infiltration



# Quelle mobilité dans la zone non saturée?



## Les métaux peu mobiles



GRAIE – GRAND LYON - Hôtel de la communauté urbaine de Lyon – Mardi 20 octobre 2009

## Quelle mobilité dans la zone non saturée?



*COD mobile en forte concentration :*

10 à 20 mg/L dans l'eau mobile

Très faible mobilité des métaux lourds piégés à la surface à chaque phase d'infiltration:

Zn : 0,05 à 0,15%

Cu : 0,20 à 0,50%

*Mobilité importante des bactéries : 5 à 10% à chaque événement*

GRAIE – GRAND LYON - Hôtel de la communauté urbaine de Lyon – Mardi 20 octobre 2009



## Intérêt des approches en colonnes

Utilisation d'approche non normalisée (lixiviation)

Permet de simuler des temps de transfert réaliste

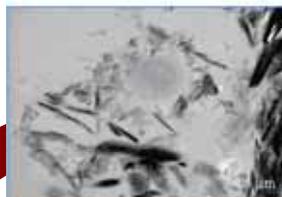
Permet d'approcher la qualité de l'eau dans la zone non saturée

**Permet l'optimisation des modèles de transfert d'eau et de polluants**



Echelle microscopique

Echelle millimétrique



Modélisation du fonctionnement de la ZNS

Echelle mégascopique : Sites OTHU



Echelle macroscopique



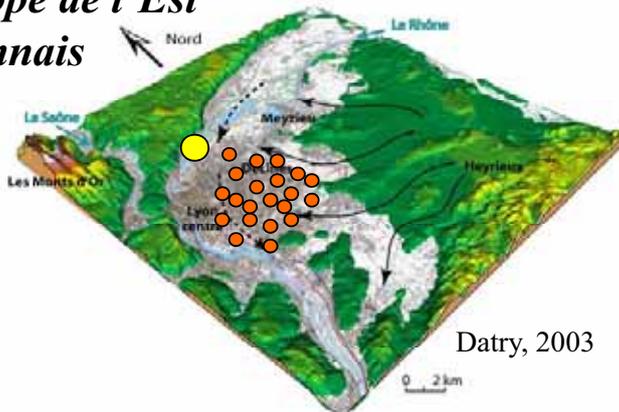
## Quelques recommandations

### – Comment gérer la surface des bassins?

- Gérer l'apport de polluants en amont des ouvrages d'infiltration
- Favoriser la structuration physique de la surface
  - Éviter les eaux de temps sec
  - Éviter l'arrivée de lumière (plante, couverture,...)
  - Favoriser l'apport de MO végétale
- Suivre les bactéries pathogènes

## Augmentation du débit: le filtre est-il toujours efficace?

### Nappe de l'Est lyonnais



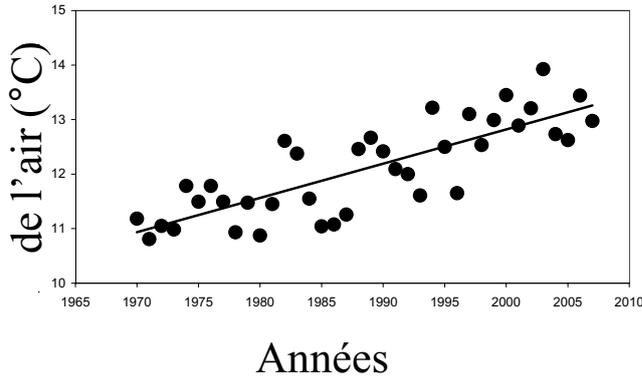
### Bassin Django Reinhardt



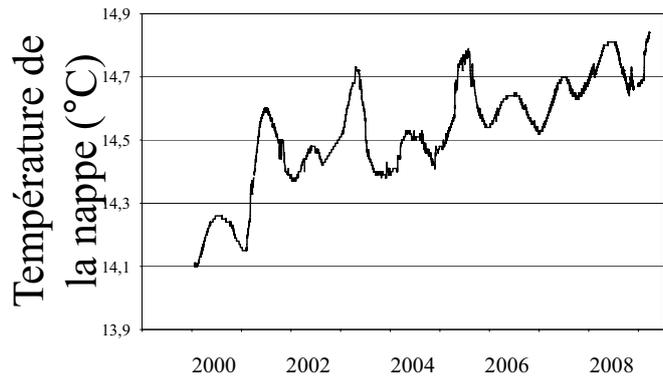


## L'air de la ville de Lyon se réchauffe (poste de Bron),

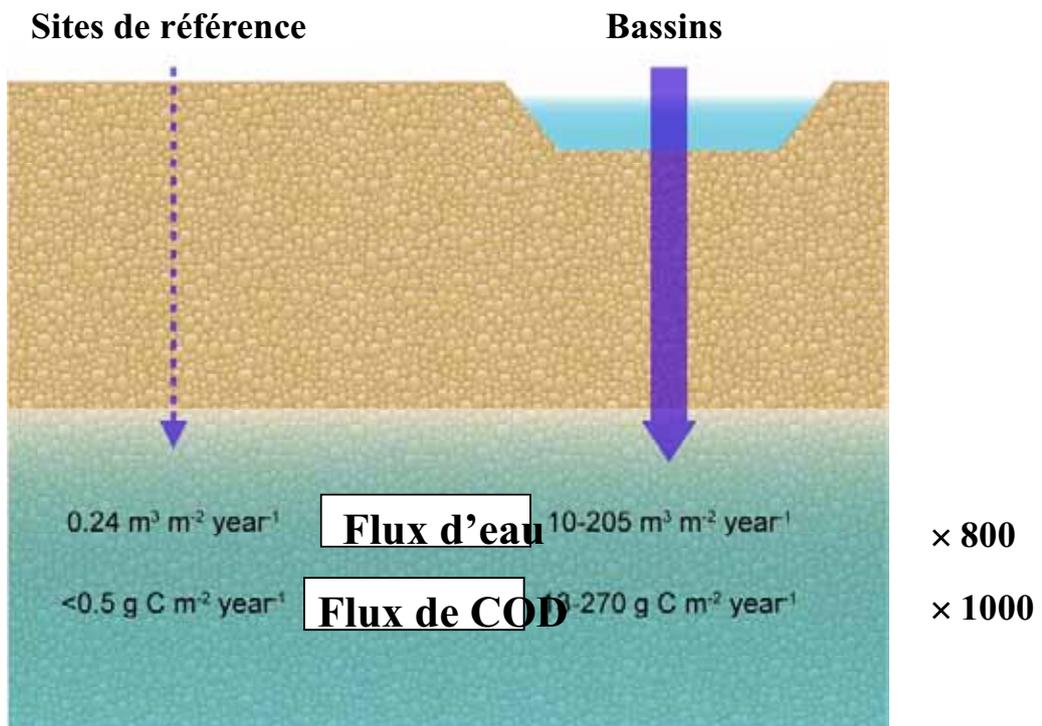
Température annuelle de l'air (°C)



l'eau de la nappe aussi (piézomètre amont, Django).

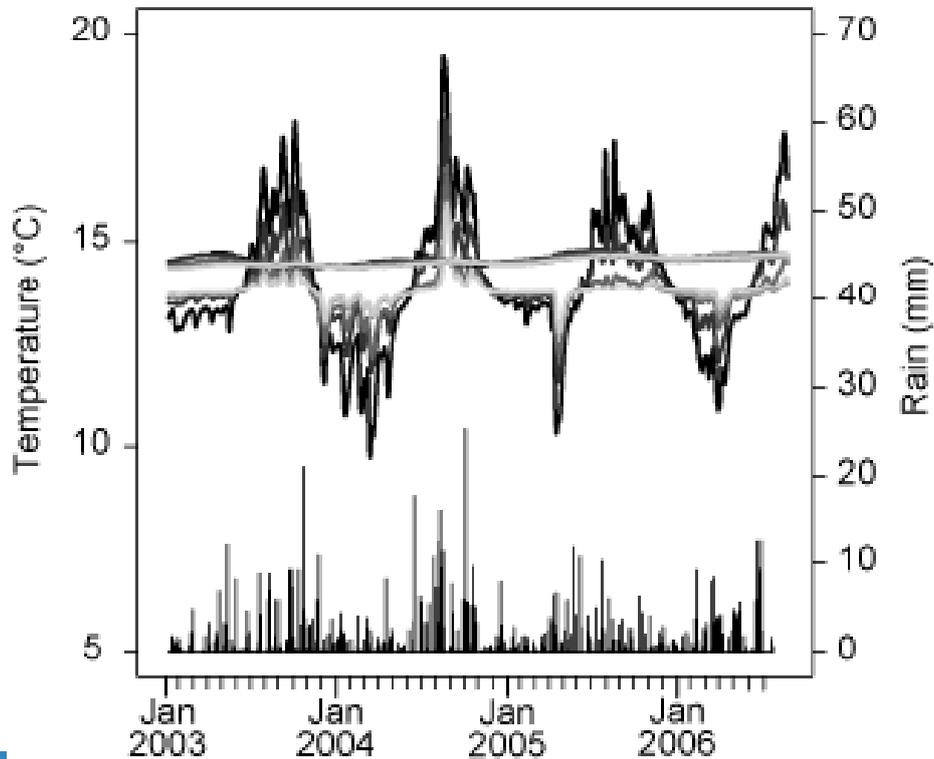


## Augmentation des flux





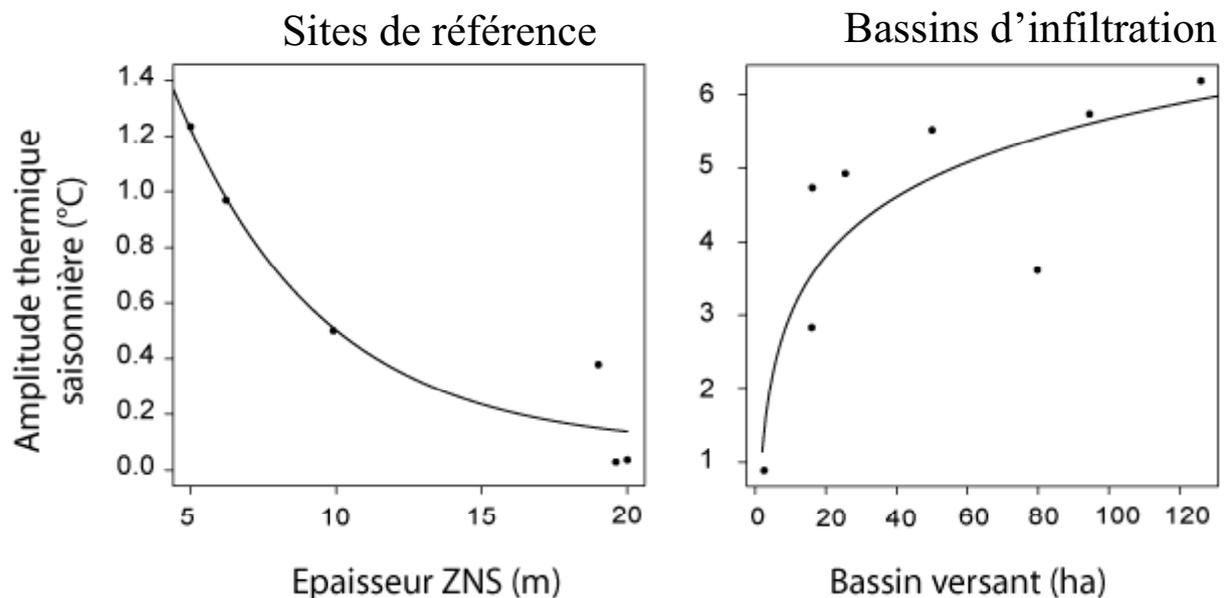
## Température des eaux de nappe à l'amont et à l'aplomb du bassin de Django

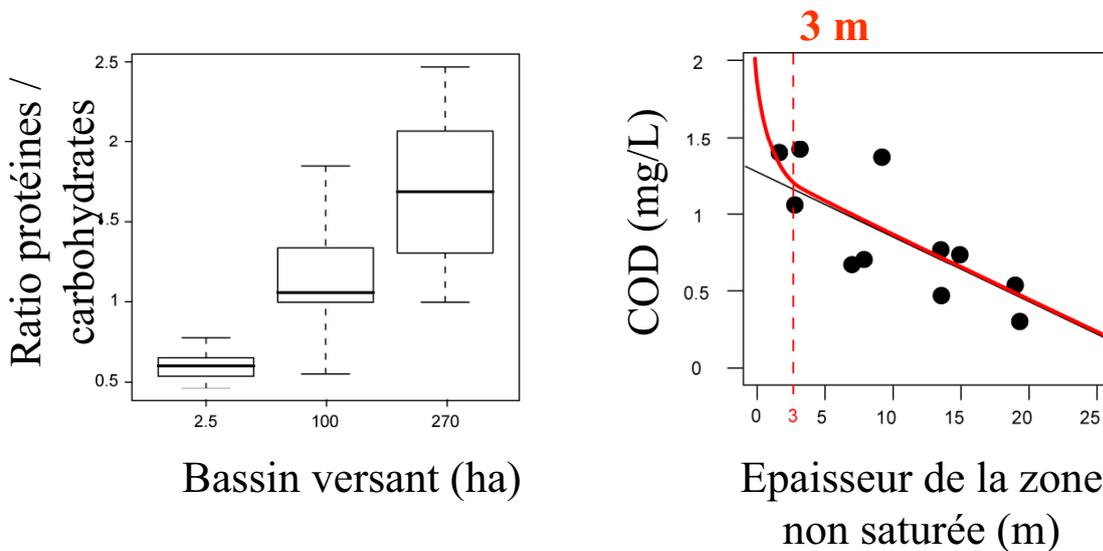
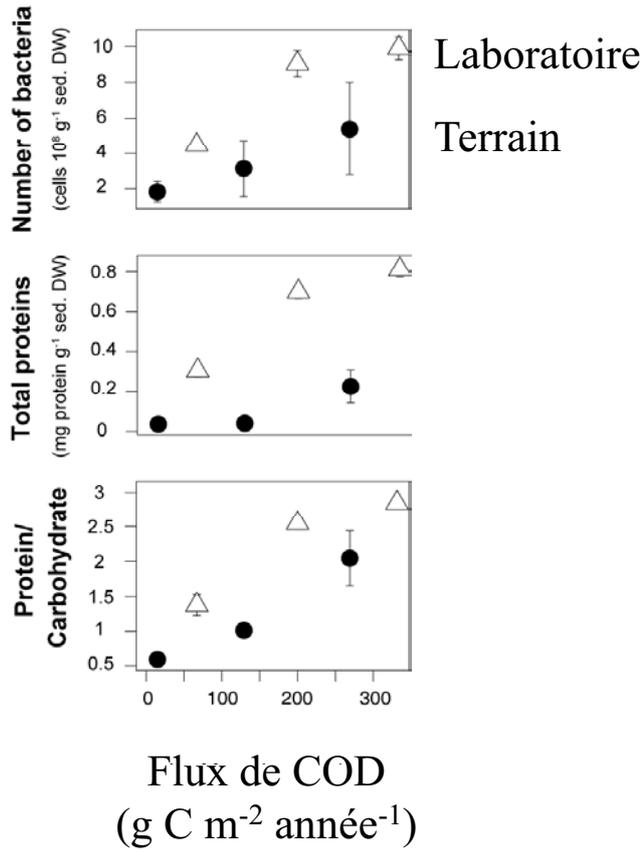


Mardi 20 octobre 2009



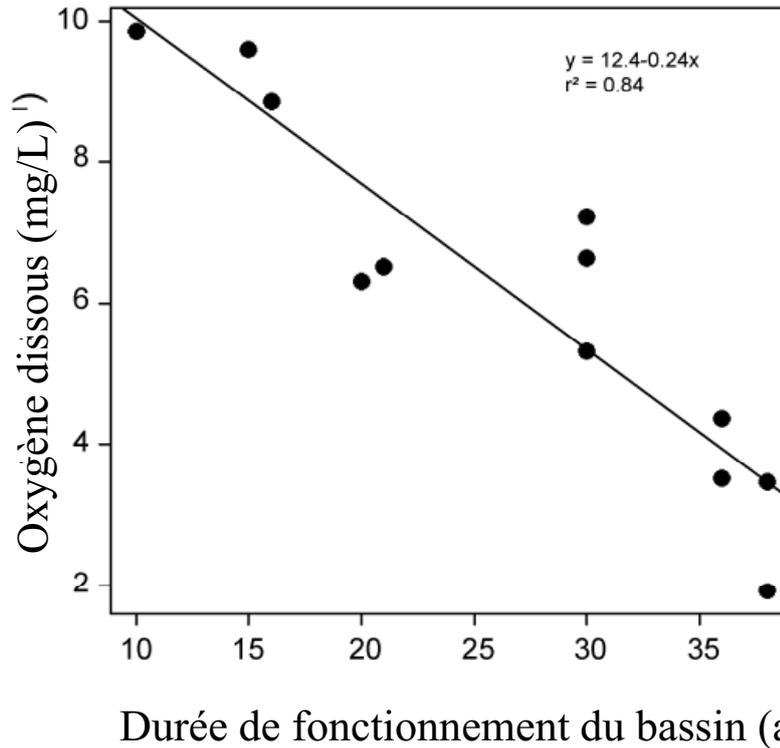
## Amplitude thermique annuelle à l'aplomb des bassins d'infiltration







## Mais... les sols accumulent de la matière organique



## Les questions opérationnelles

### – Comment gérer la surface des bassins?

- Quelles caractéristiques, quel est le niveau de pollution ?
- Colmatage évolution dans le temps
- Quelle capacité de piégeage des polluants, risques de mobilisation vers le sous-sol?
- Que faire de ces matériaux?

### – Quels sont les impacts de ces pratiques sur la nappe

- Quel impact sur la température?
- Quel impact sur la qualité de la nappe ?



## Les questions scientifiques

- Quelles sont les propriétés bio-physico-chimiques des matériaux de surface des bassins ?
  - Décrire les propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un matériau complexe?
  - Comprendre et modéliser la solubilisation des polluants
  - Quel est le rôle du compartiment microbien?
- Quels sont les impacts de ces pratiques sur la nappe ?
  - Comment évolue la température de la nappe ?
  - Quel sont les éléments qui atteignent la nappe? Quels sont les effets sur le fonctionnement biogéochimiques?