

Maîtriser la contamination des eaux pluviales

Effacité d'un filtre planté de roseaux pour éliminer le BPA et les alkylphénols dans les eaux pluviales

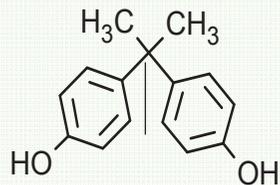
Haong Pham, Johnny Gasperi, Gildas Quiniou, Philippe Branchu

Contexte

Certains perturbateurs endocriniens reconnus

BPA 100-800 ng/l
NP/NP1EO/NP2EO 100-500 ng/l

BPA

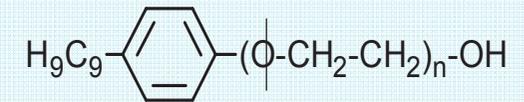


Utilisations
plastiques
polycarbonates,
résines
époxydes, PVC,
papiers



Utilisations
Tensioactifs non
ioniques,
détergents,
agents mouillants

Alkylphénols
polyéthoxylés (n = 1 - 50)

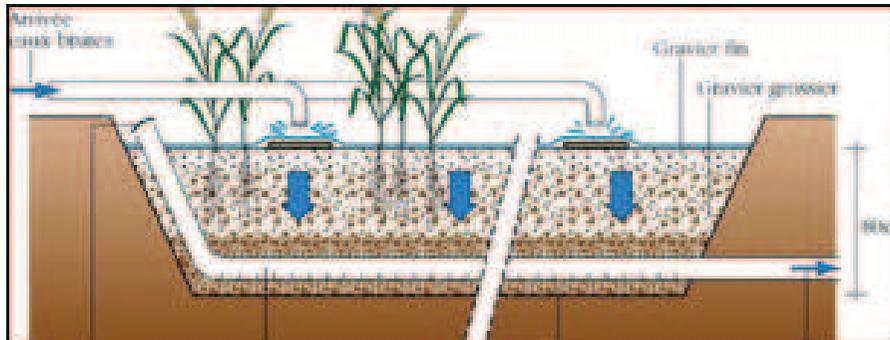


Contexte

Quelles solutions pour éliminer ces polluants ?

- Traitement amont (infiltration, techniques alternatives, etc.)
- Traitement aval (bassin de stockage, filtre planté de roseaux)

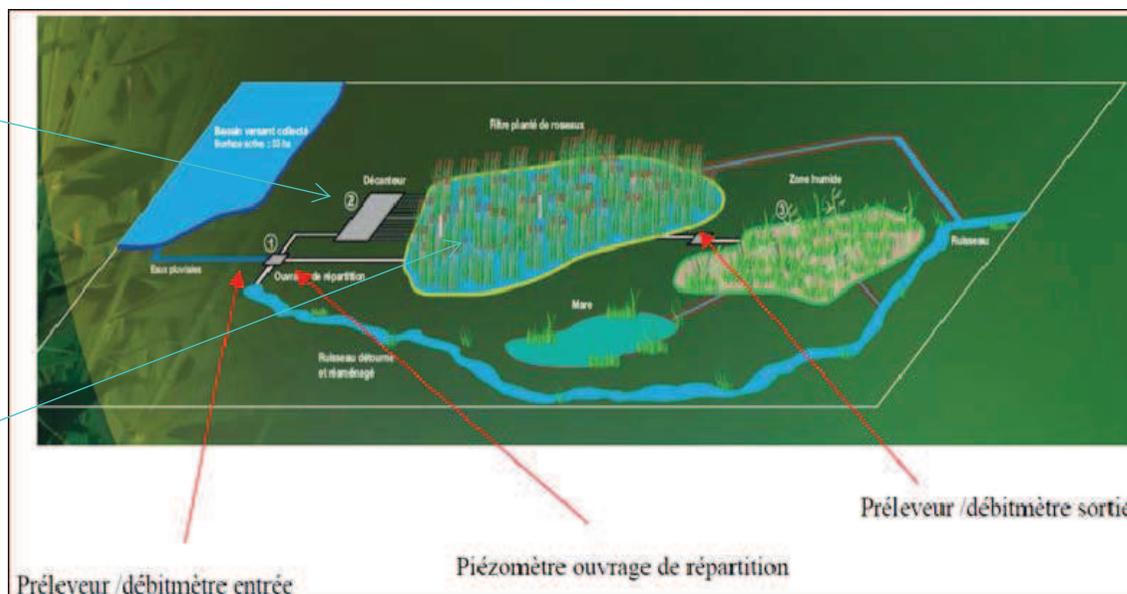
Quelle est l'efficacité d'un filtre planté de roseaux sur l'élimination du bisphénol A et des alkylphénols ?



Matériels et méthodes

Site étudié

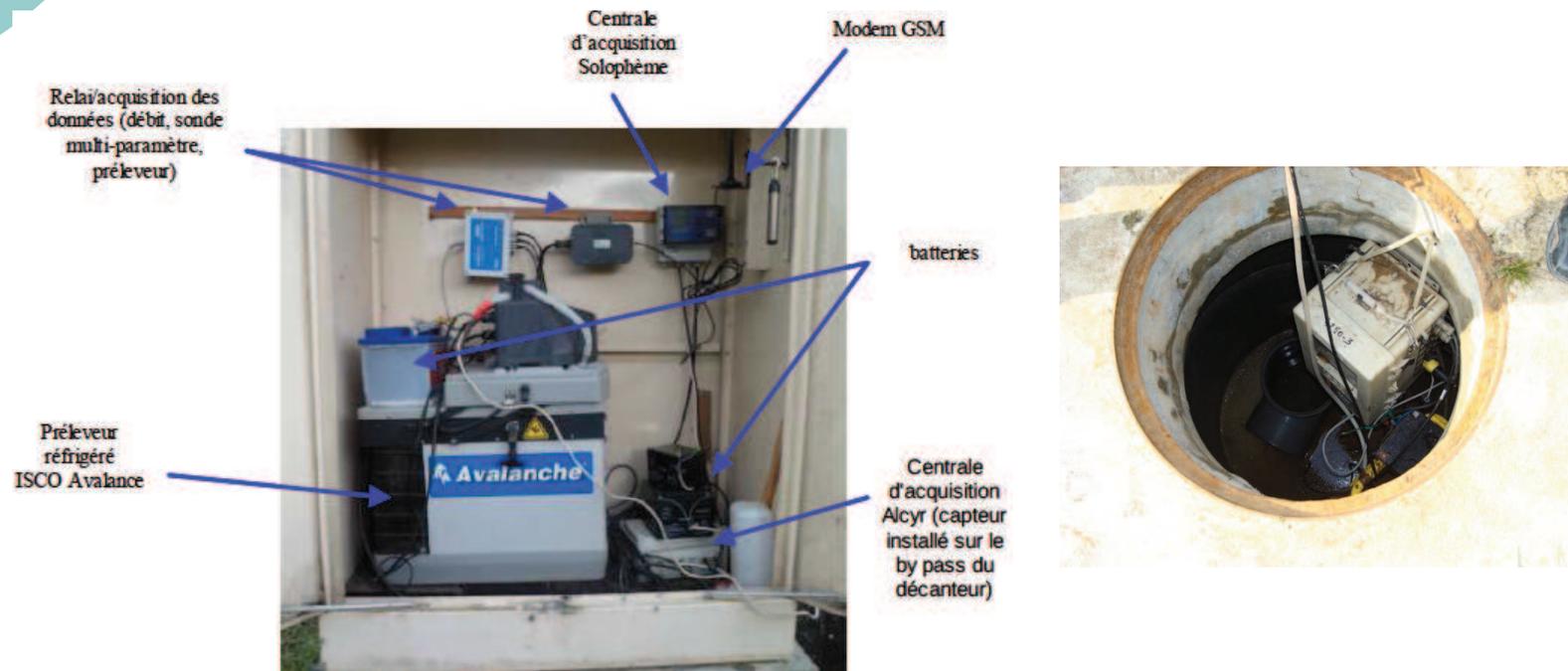
- Bassin versant péri-urbain de surface active de 22 ha
- Communes de Leuville-sur-Orge et Saint Germain les Arpajon - 91
- Constitué d'un bassin de décantation (100 m²) puis FPRv (2500 m²)
- Projet ADEPTE



Matériels et méthodes

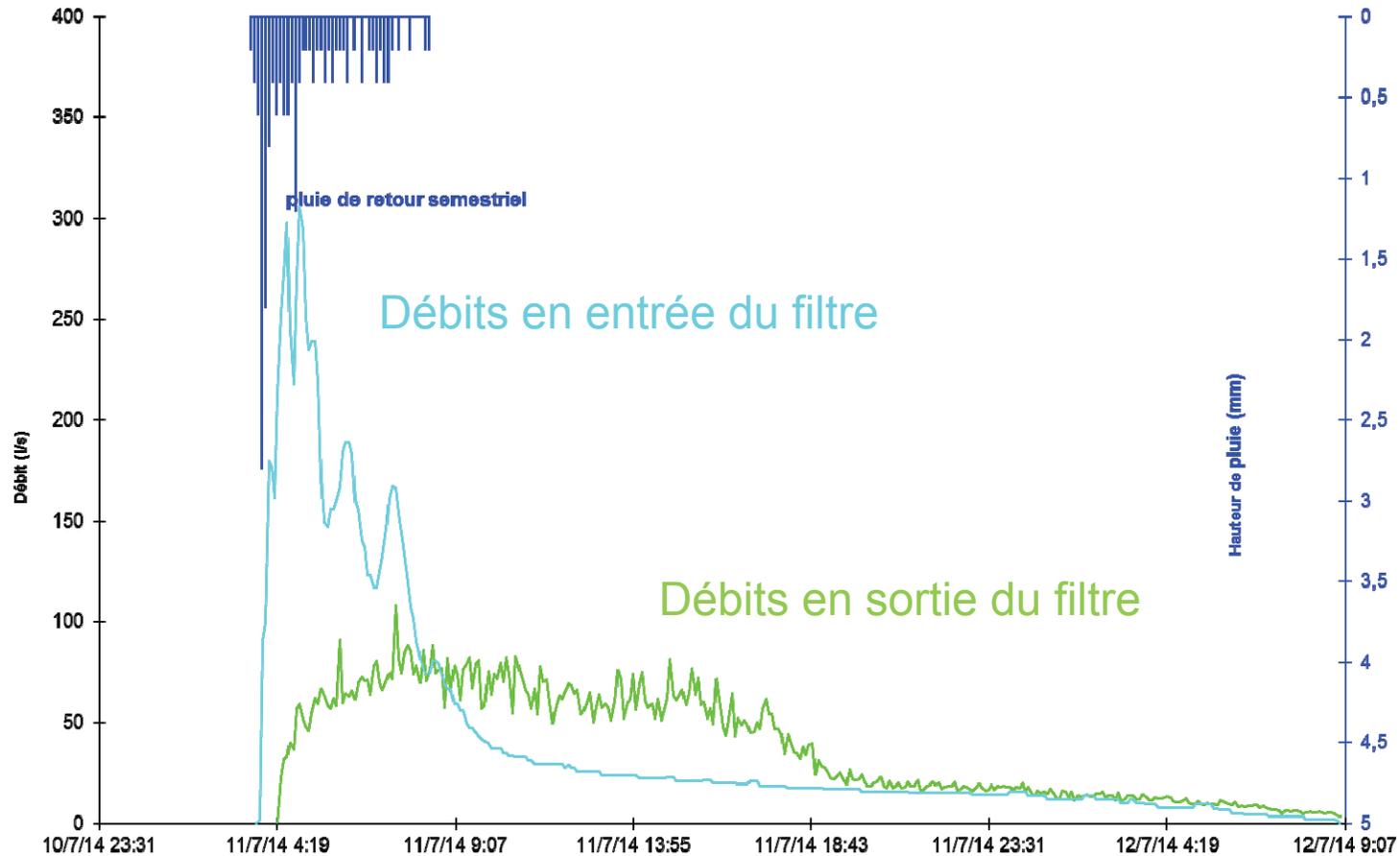
Site étudié

- Débitmètres entrée / sortie
- Préleveurs entrée / sortie
- 4 pluies échantillonnées entre juin et juillet 2004 (5 – 15,4 mm)
- Prélèvements de boues décantées (n=3) et de substrat de filtres (n=3)

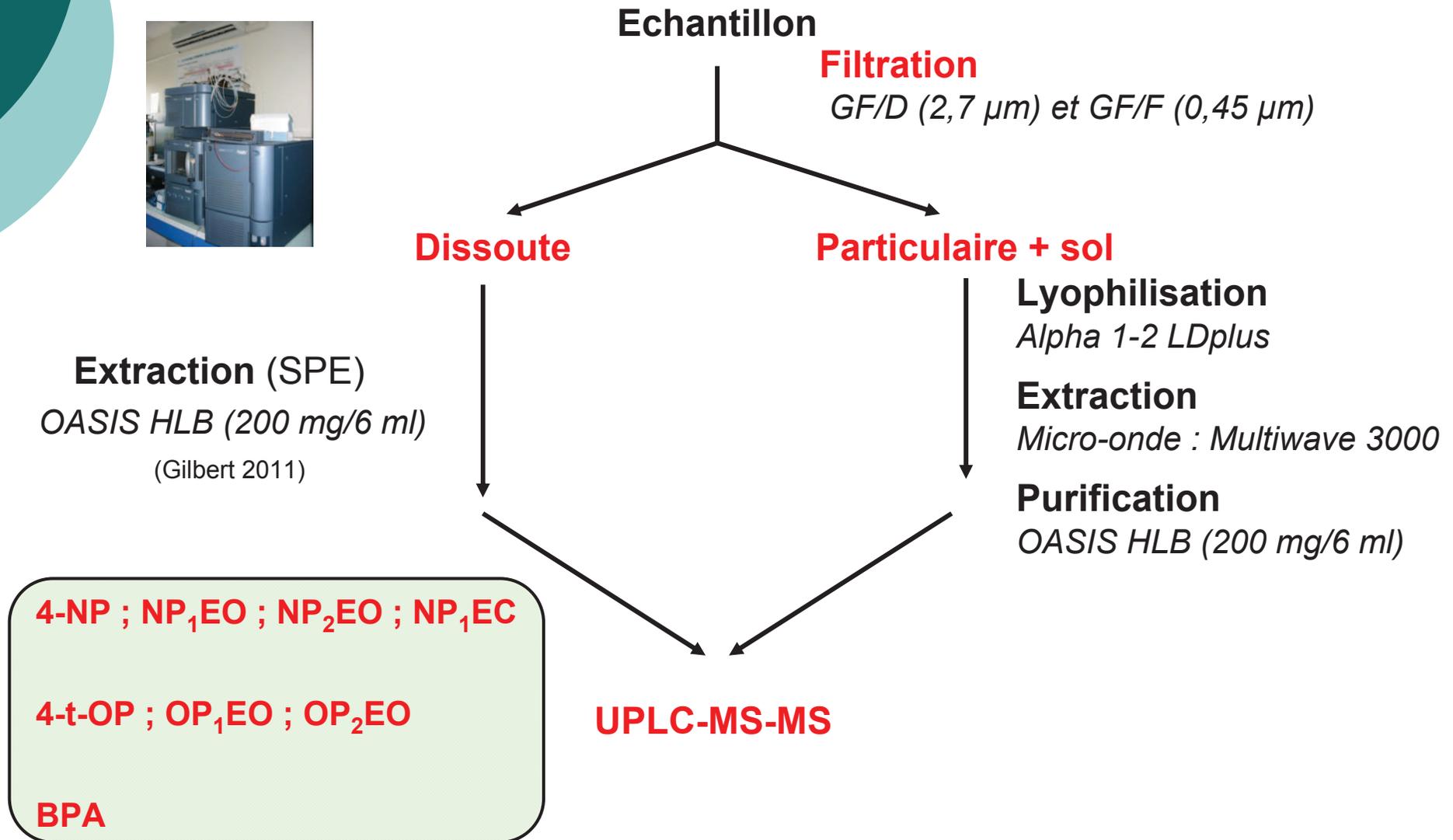


Matériels et méthodes

Exemple de bilan hydraulique



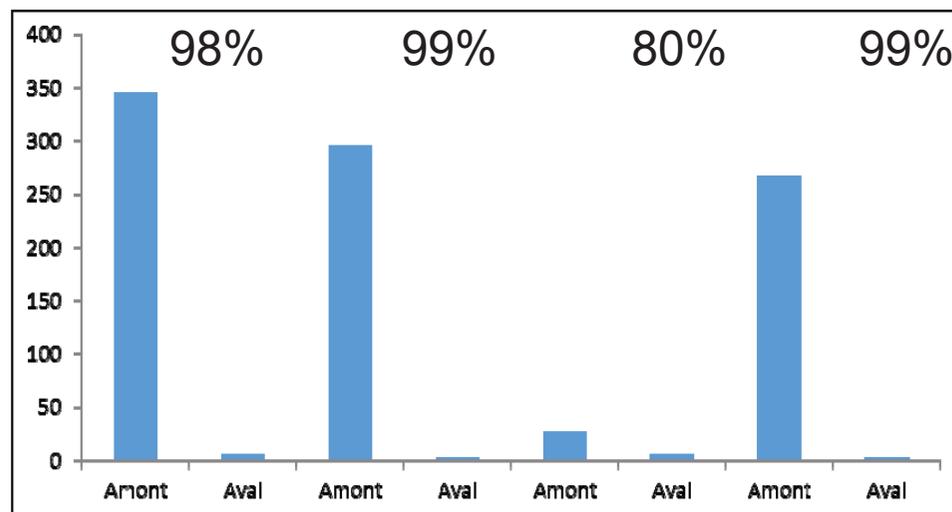
Polluants analysés



Résultats et discussion

Elimination MES

Conc MES (mg/l)



Très bonne rétention
des MES
[MES]_{aval} < 8 mg/l

Abattements
des flux > 95%

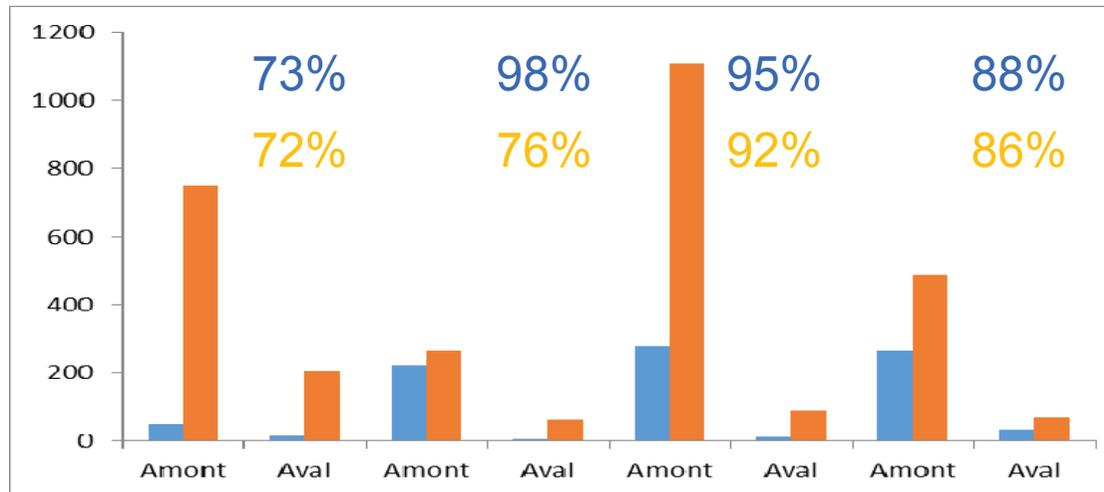
Littérature sur FPR (eaux usées)

FPRv				FPRh			
(AE Rhin-Meuse, 2007)		(Bois et al., 2007)		(Molle et al., 2001)		(Molle et al., 2001)	
Conc (mg/l)	Rendement (%)	Conc (mg/l)	Rendement (%)	Conc (mg/l)	Rendement (%)	Conc (mg/l)	Rendement (%)
10	90	< 20	> 93	≤ 30	> 98	80	86

Résultats et discussion

Elimination BPA / NP

Conc totale (ng/l)



Très bonne rétention
du BPA et NP
Mêmes tendances
pour NPnEO, OPnEO
et NP1EC

Conc (ng/l)

$50 < [BPA]_{\text{amont}} < 280$
 $200 < [BPA]_{\text{biblio}} < 800$

$5 < [BPA]_{\text{aval}} < 40$

Conc (ng/l)

$260 < [NP]_{\text{amont}} < 1100$
 $100 < [NP]_{\text{biblio}} < 500$

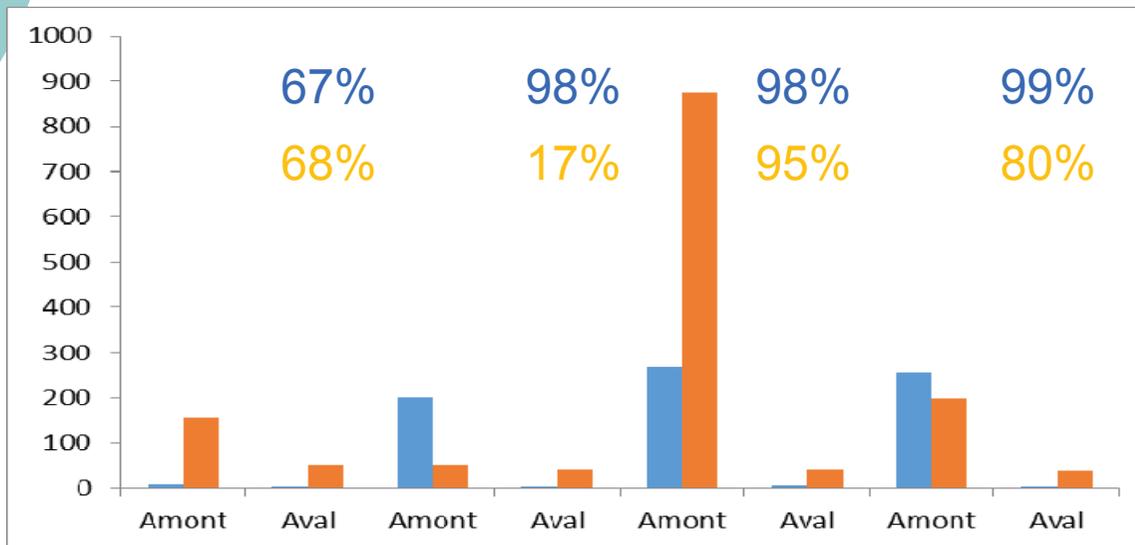
$60 < [NP]_{\text{aval}} < 200$

Résultats et discussion



Elimination BPA / NP

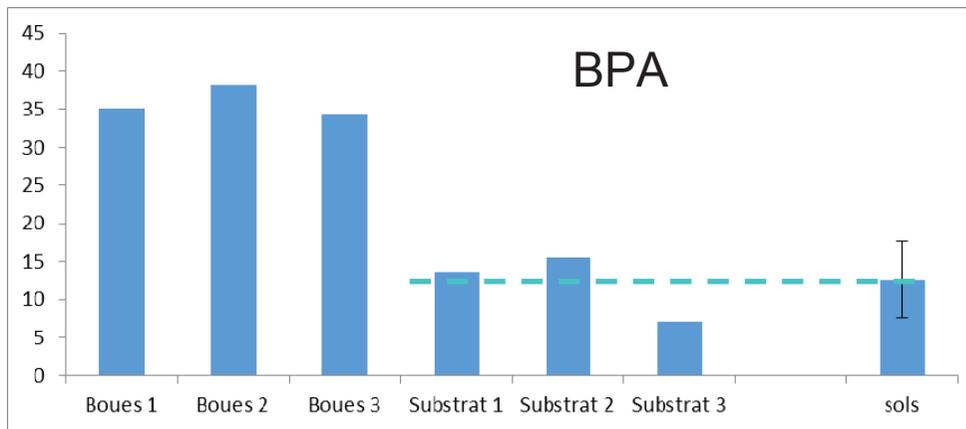
Conc dissoute (ng/l)



Très bonne rétention
du BPA et NP
Mêmes tendances
pour NP1EC mais des
abattements plus
fluctuants pour
NPnEO et OPnEO

Résultats et discussion

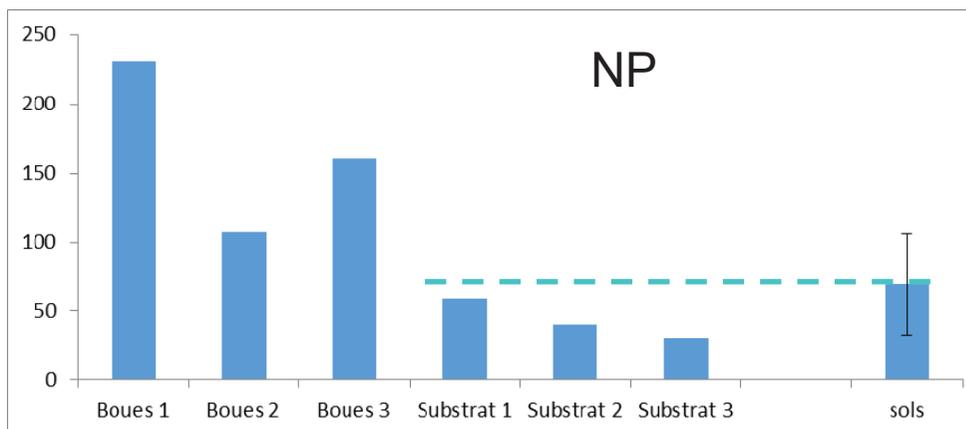
Qualité des boues et des substrats – Teneurs (ng/g)



Boues plus
contaminées que
substrats

Boues moins
contaminées que MES

39-331 ng/g ds MES → Dégradation peu probable



Substrats → niveaux
de contamination
similaires à ceux
observés dans 30 sols
franciliens

Différences de
conditions et de temps
de séjour

720-8570 ng/g ds MES → Dégradation

Conclusions



Le FPR permet

- Élimination des MES > 80%, voire > 90%
- Élimination > 70% pour les concentrations totales
- Élimination de la fraction dissoute et particulaire

Les boues semblent plus contaminées que les substrats

- Décantation d'une fraction plus contaminée (?)
 - Dégradation au sein des filtrats
 - Filtre en service depuis 1,5 ans des prélèvement et que les végétaux étaient moyennement développés
- ➔ Efficacité du FPR en fonction de la maturité du système ?

Efficacité d'un filtre planté de roseaux pour éliminer le BPA et les alkylphénols dans les eaux pluviales

Merci pour voter attention

Haong Pham, Johnny Gasperi, Gildas Quiniou, Philippe Branchu

Influence des bassins de rétention en eau sur la biodisponibilité des micropolluants métalliques

Viet Tran Khac, Mathilde Lauzent, Ningxin Chen, Bruno J. Lemaire, Gilles Varrault, Martin Seidl, Mohamed Saad, Philippe Dubois et Brigitte Vinçon-Leite



Introduction

2

- Fonctions des bassins de rétention des eaux pluviales
 - protéger la ville contre les inondations
 - dépollution des eaux pluviales
 - activités de loisirs, site d'intérêt écologique

- Spécificités d'un bassin de rétention en eau
 - Temps de séjour élevé
 - Alternance mélange et stratification thermique
 - Développement de phytoplancton à l'origine de matière organique dissoute

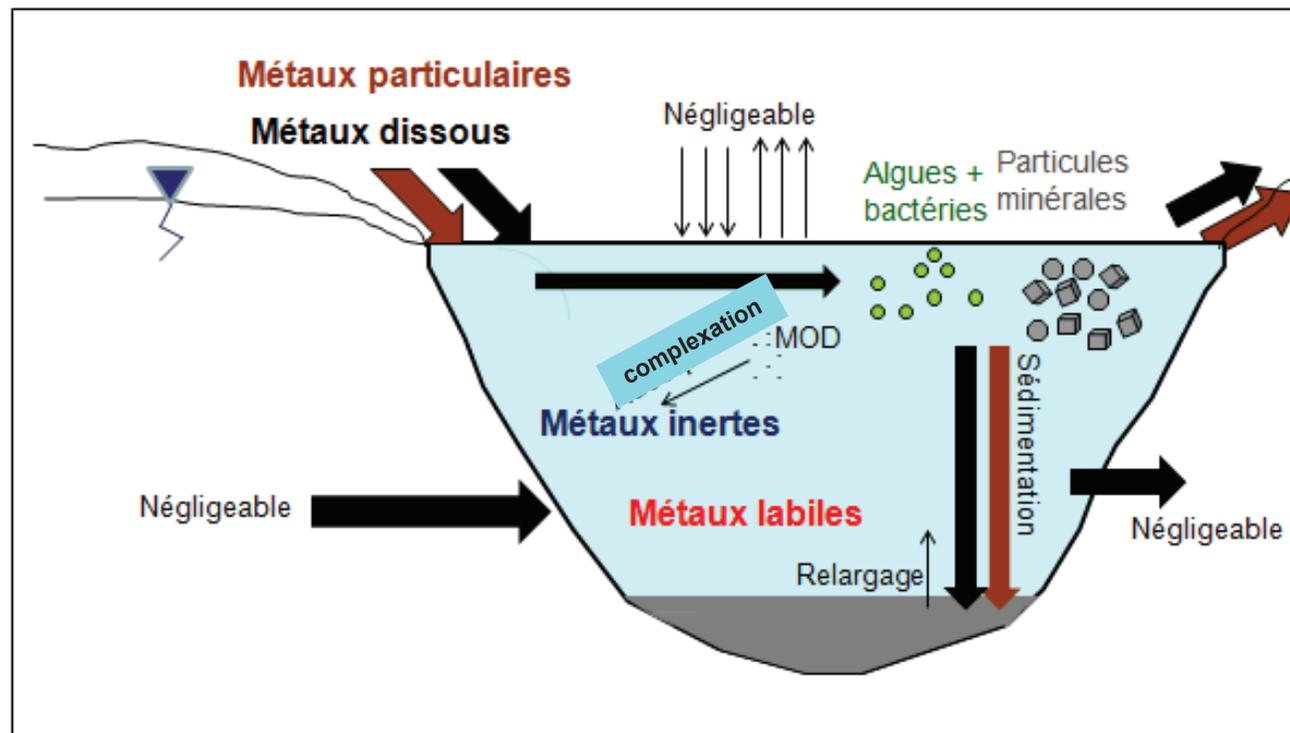
- Etat de l'art sur effet de la rétention d'eaux pluviales sur les métaux
 - contamination et spéciation des métaux dans les sédiments étudiées
 - peu de travaux sur spéciation dans l'eau : **seule la fraction biodisponible est toxique à court terme**

- **Objectif de recherche : Le passage des eaux pluviales par le bassin de rétention en eau modifie-t-il la biodisponibilité des métaux ?**

Méthode de travail

3

- Quantifier flux de métaux entrants et sortants
- Quantifier fraction labile, supposée biodisponible, des métaux
- corrélations entre fraction labile, matière organique dissoute et phytoplancton ?



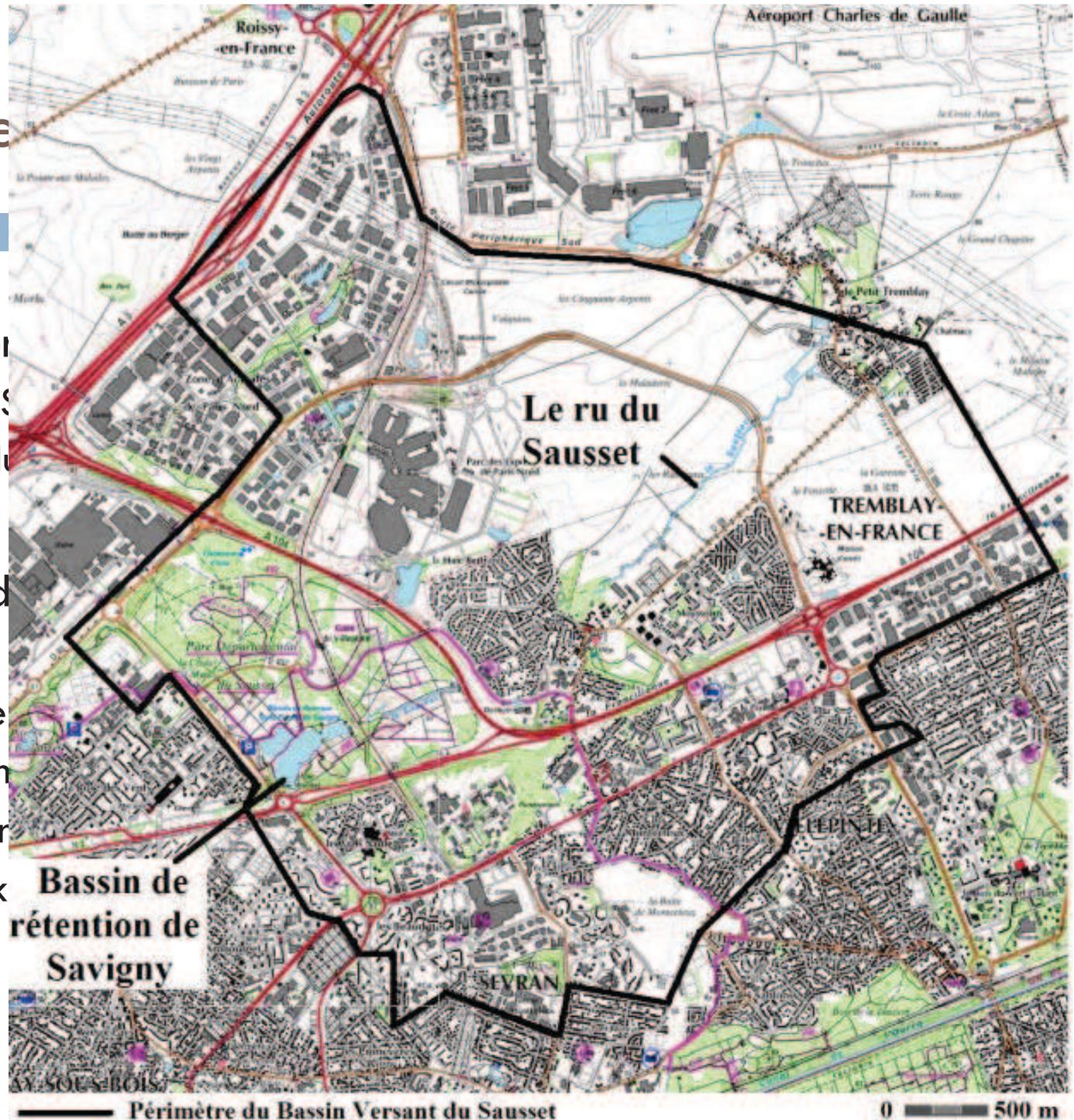
Métaux dissous = Métaux labiles + Métaux inertes

Métaux particulaires

Site d'étude

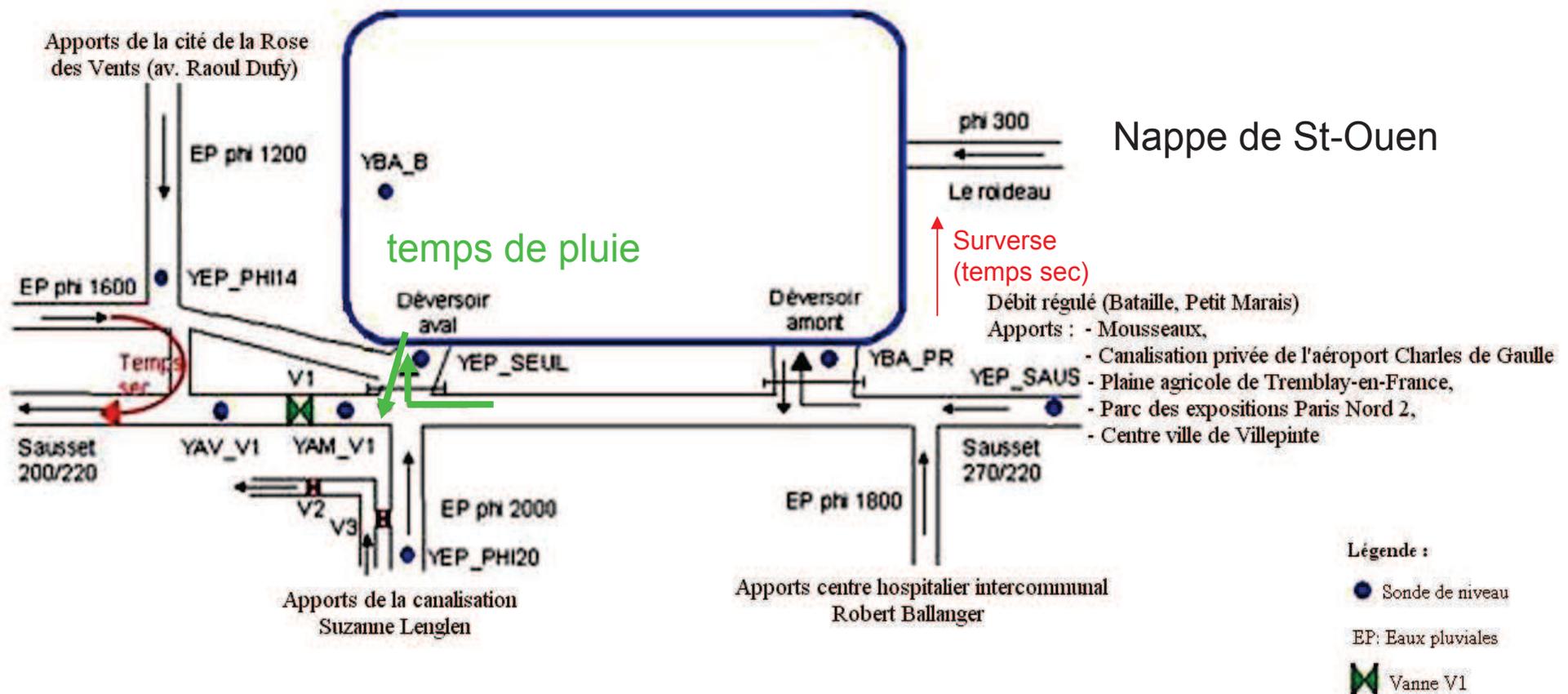
4

- Bassin de rétention
 - Aulnay-sous-Bois (S)
 - régule les eaux pl
- Surface du bassin
- Caractéristiques d
 - surface 4,3 ha
 - profondeur moye
 - volume permanen
 - profondeur maxim
 - capacité de stock



Site d'étude : fonctionnement hydraulique

5



Suivi du plan d'eau

7

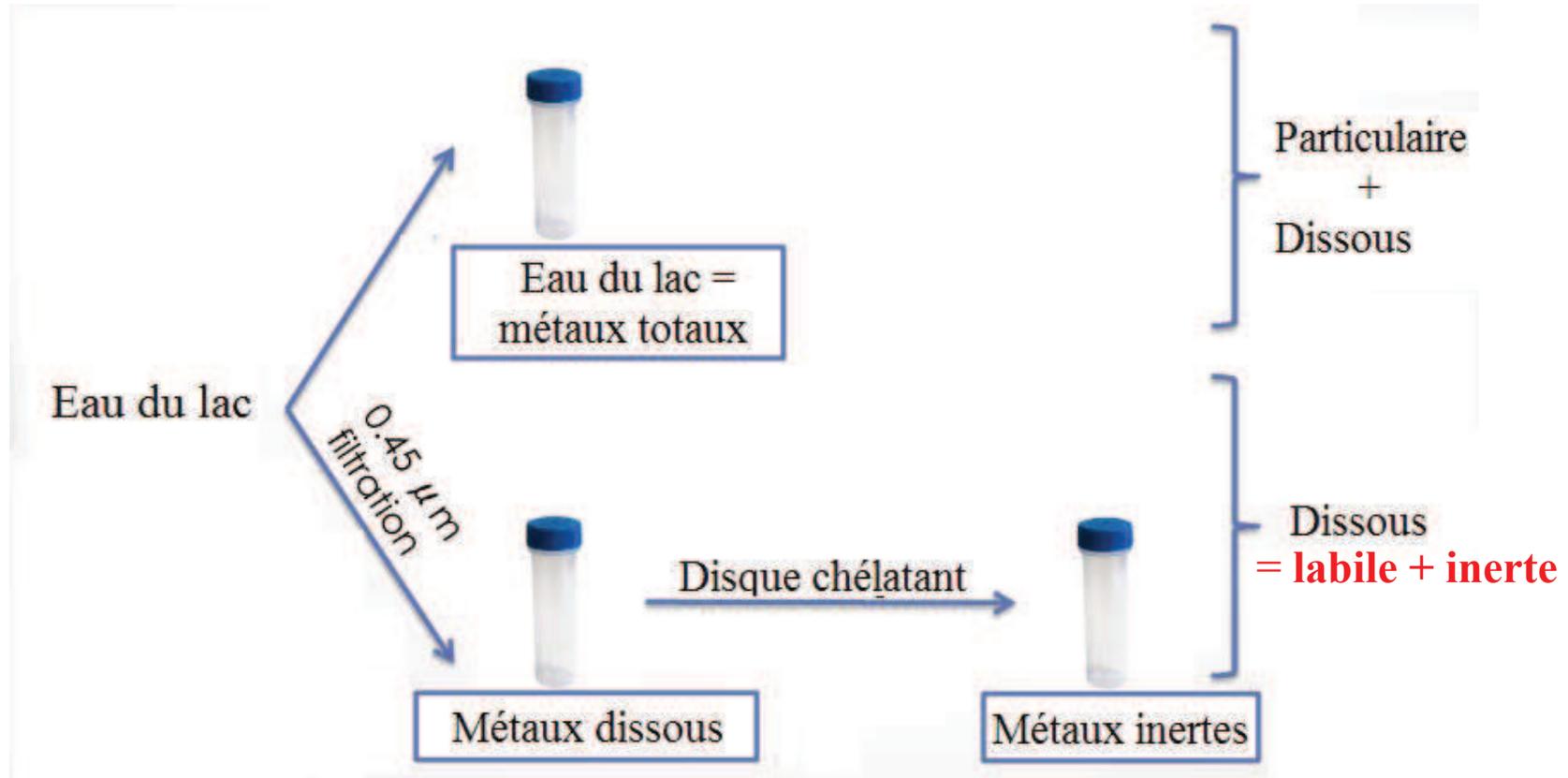
- Echantillonnage automatique sur déversoir pendant la pluie asservi à la hauteur (pas de temps constant, 12 h pour crue et décrue)

- Campagnes de temps sec et après une pluie
 - échantillons sous la surface
 - MES, chlorophylle a, phosphore total, PO_4 , NO_3^- , carbone organique particulaire et dissous.
 - métaux (totaux, fractions dissoute et labile)
 - profils de sonde :
 - température, $[\text{O}_2]$ dissous, conductivité et pH (Seabird SBE 19).
 - [chlorophylle a] avec fluorimètre (Fluoroprobe 3).
 - transparence de l'eau avec disque de Secchi.

- Suivi en continu de la température (0,2, 0,7 et 1,2 m de profondeur).

Analyse des fractions métalliques

8



- ❑ Conservation dans HNO_3 ($\text{pH} < 2$)
- ❑ Fraction totale : extraction par minéralisation (HNO_3 et HCl) à chaud (2h30 à 95°C).
- ❑ Analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS) au LSCE

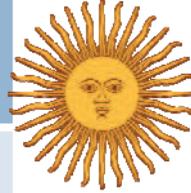
Campagnes de mesure

9

temps sec - durée depuis dernier remplissage

21/02/13 - 1 mois, 1 500 m³

25/04/13 – 2 semaines, 1 500 m³



Savigny, campagne de temps sec du 21/02/13

Pluies - volume déversé (DEA 93)



21/05/13 : 1 000 m³

25 mm la veille au Bourget et à Roissy

17/06/13 : 3 000 m³

24 mm à Roissy

29/07/13 : < 1 000 m³

2 mm au Bourget, 4 à Roissy

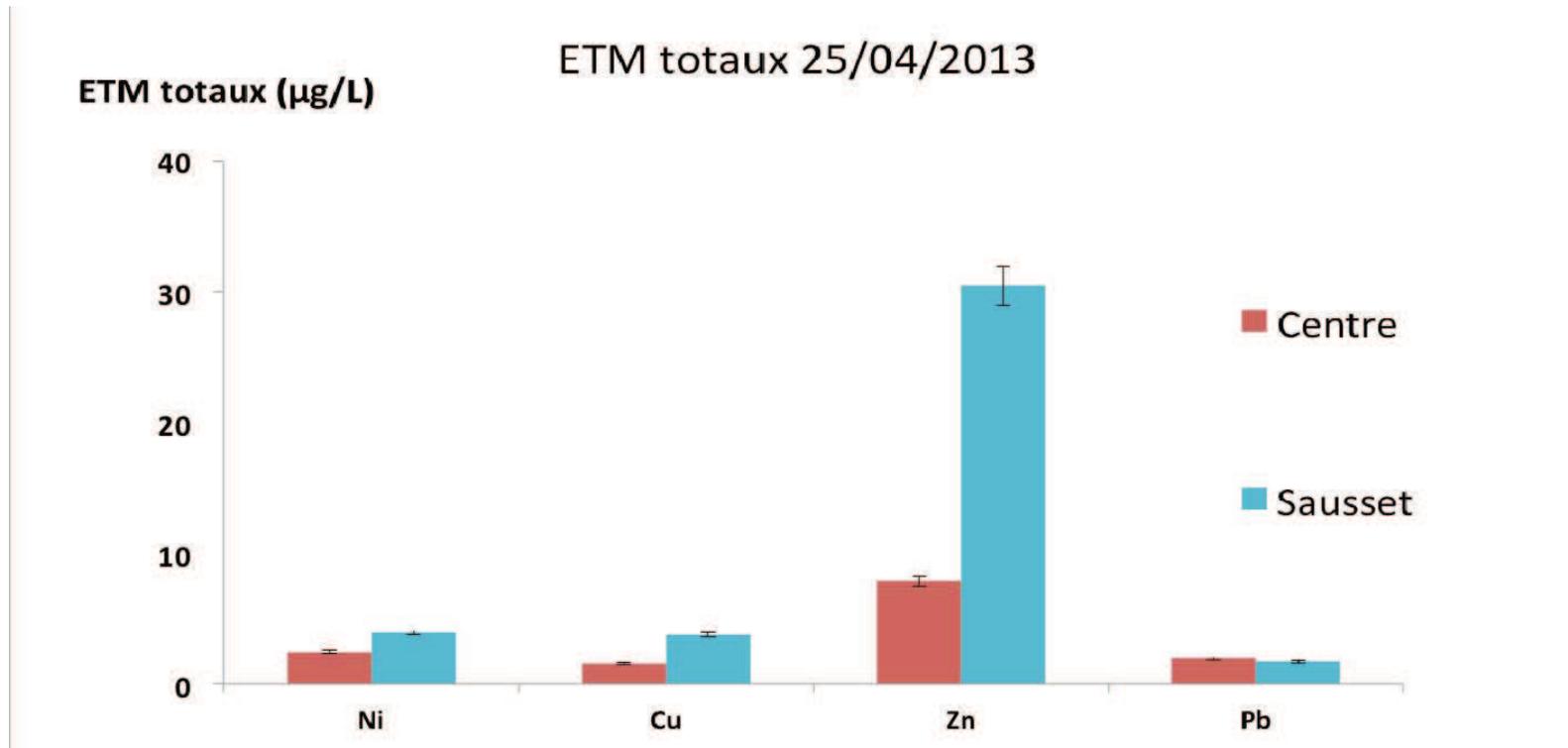
07/08/13 : 9 000 m³

27 mm et 18 la veille au Bourget ; 23 mm les 2 j à Roissy

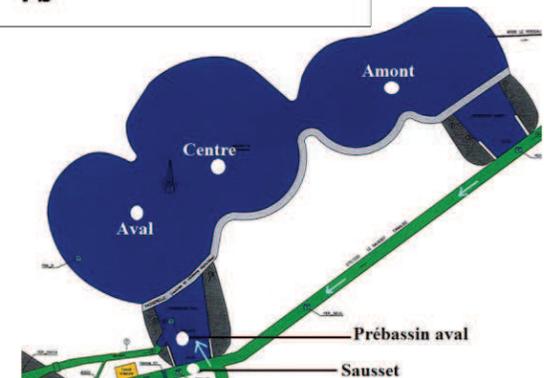
Temps sec : moins de métaux **totaux** dans bassin que rivière



10



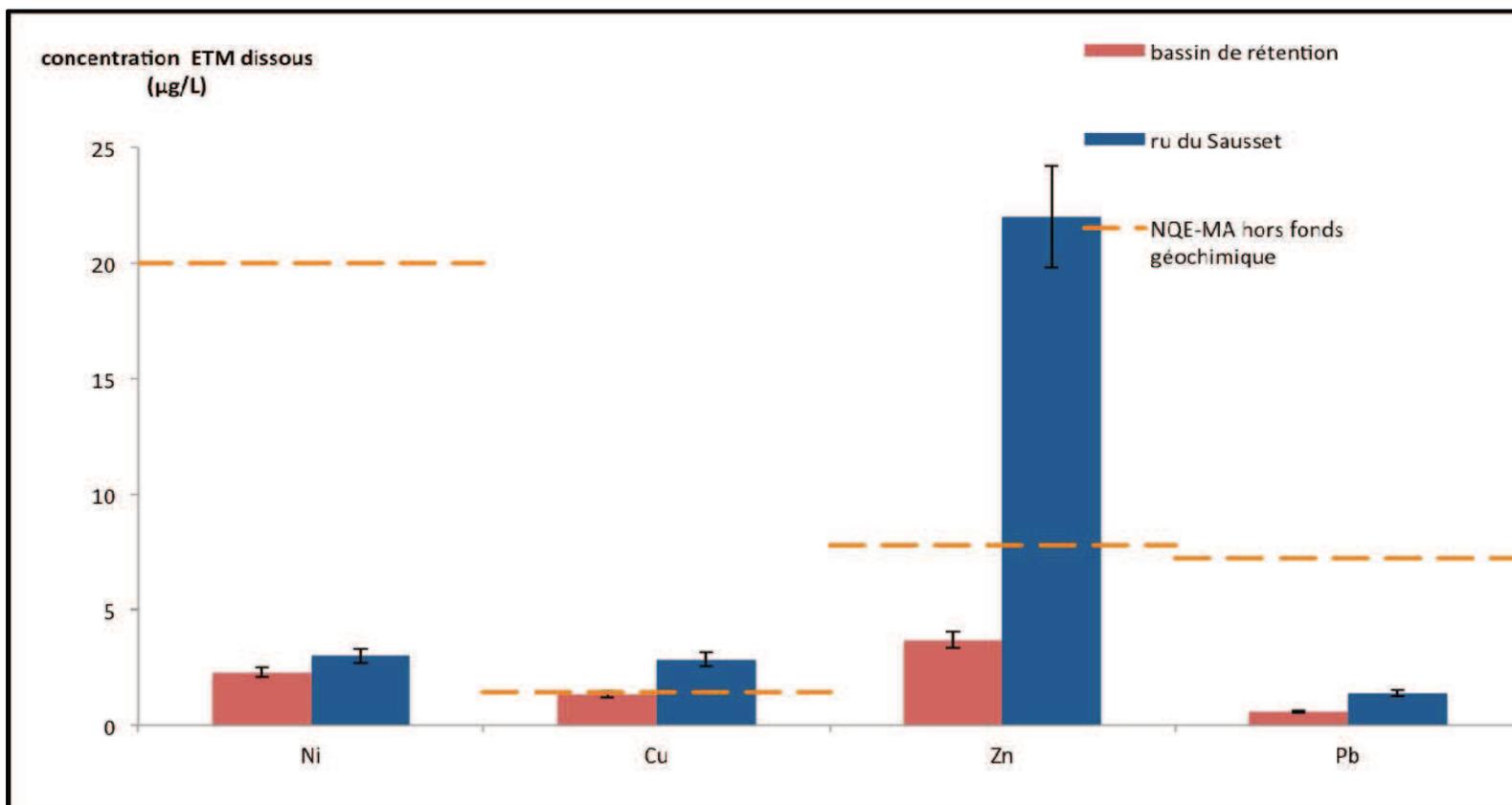
Cd toujours proche des limites de quantification, non présenté.
Concentrations proches dans bassin aux deux campagnes.



Temps sec : moins de métaux dissous dans bassin contamination rivière au Cu et Zn



11



Moyenne sur les deux campagnes de temps sec.

NQE-moyenne annuelle en négligeant le fonds géochimique

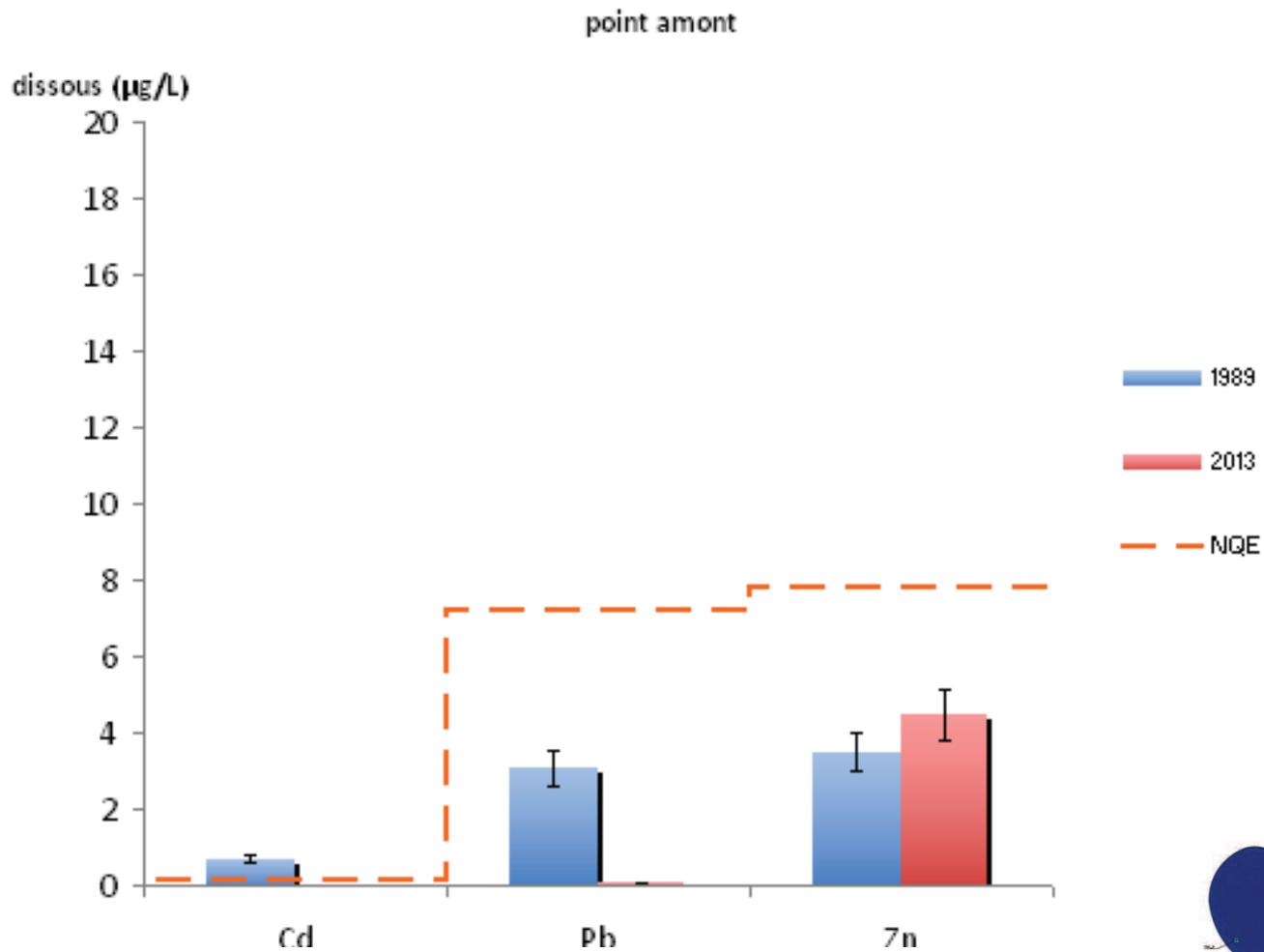
(Guide technique Évaluation de l'état des eaux de surface continentales, 11/2012)

Temps sec : comparaison 1989-2013 sur métaux dissous

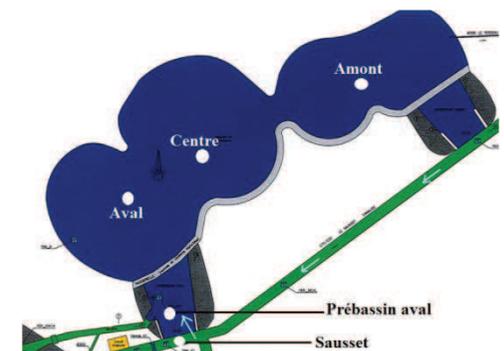
effondrement Pb et Cd et augmentation Zn



12



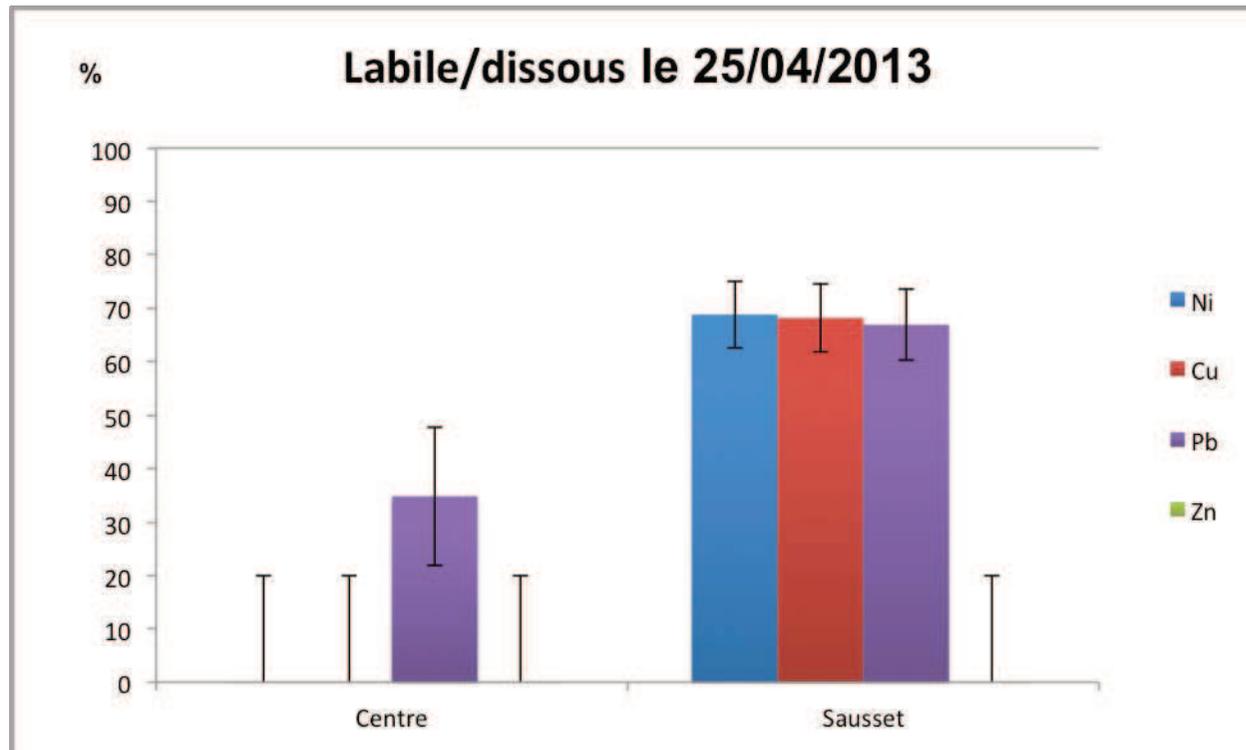
Source : thèse J. Flores Rodriguez, 1989



Temps sec : métaux dissous moins labiles dans bassin que rivière

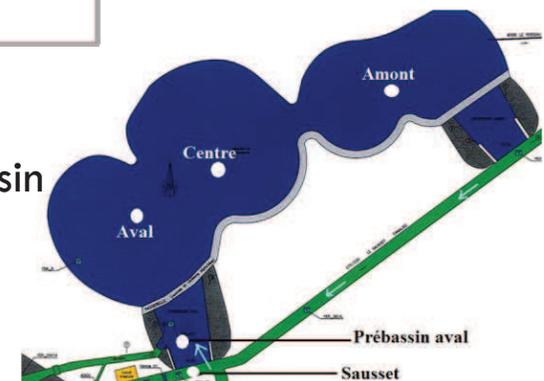


13



Résultats de temps sec :

- concentrations des métaux totaux et dissous inférieures dans le bassin
- métaux dissous moins labiles dans le bassin



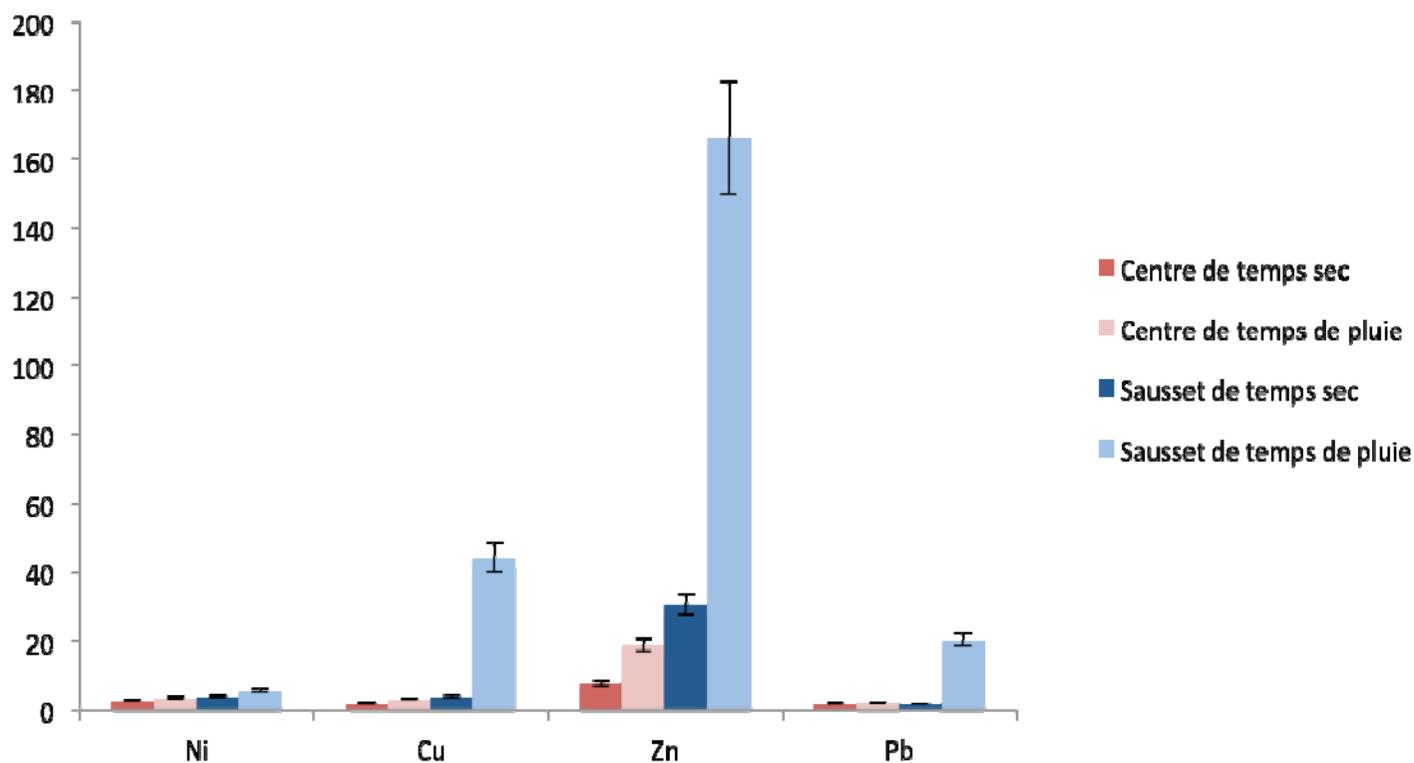
Comparaison des concentrations **totales** moyennes en temps sec et en temps de pluie



14

- Concentrations plus fortes qu'en temps sec
- Comme en temps sec, moins de métaux totaux dans bassin que dans rivière
 - Attendu : dilution et sédimentation, variables suivant métaux

total($\mu\text{g/L}$)

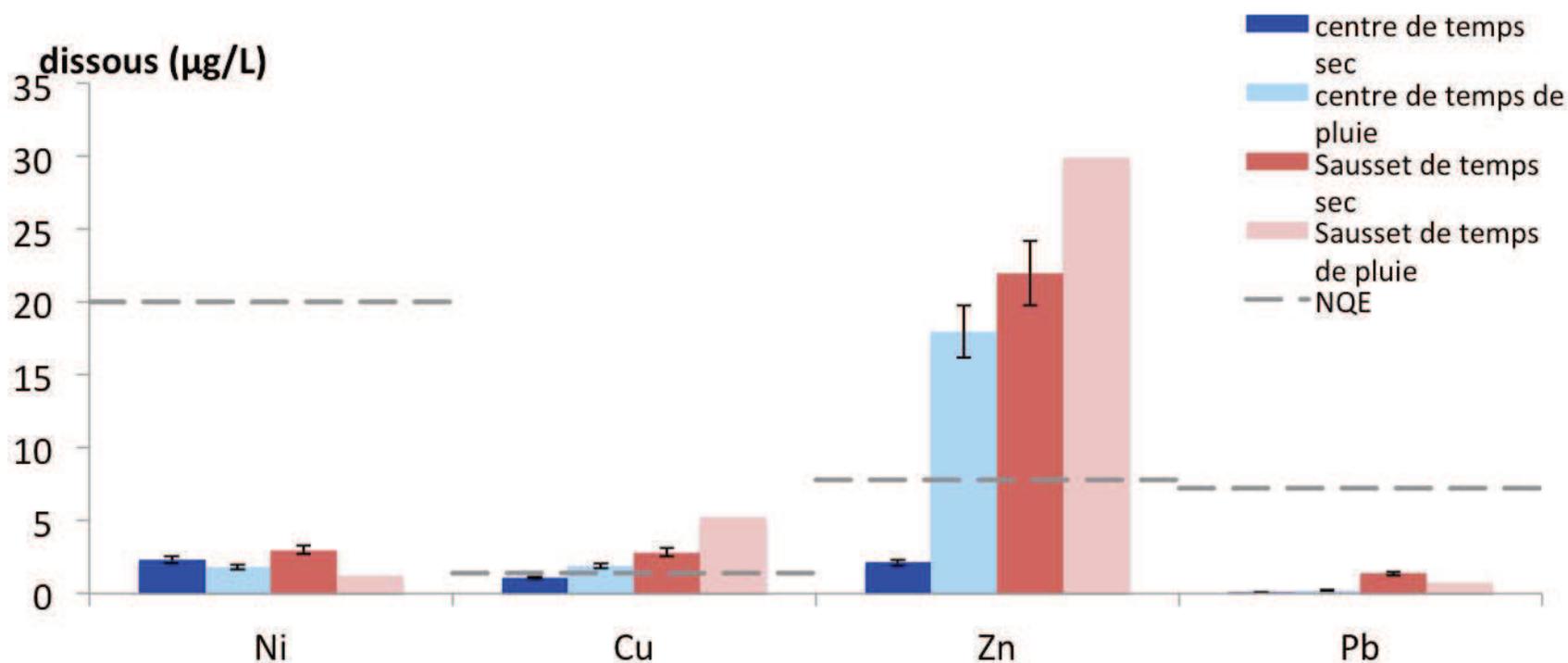


Comparaison des concentrations **dissoutes** en temps sec et en temps de pluie



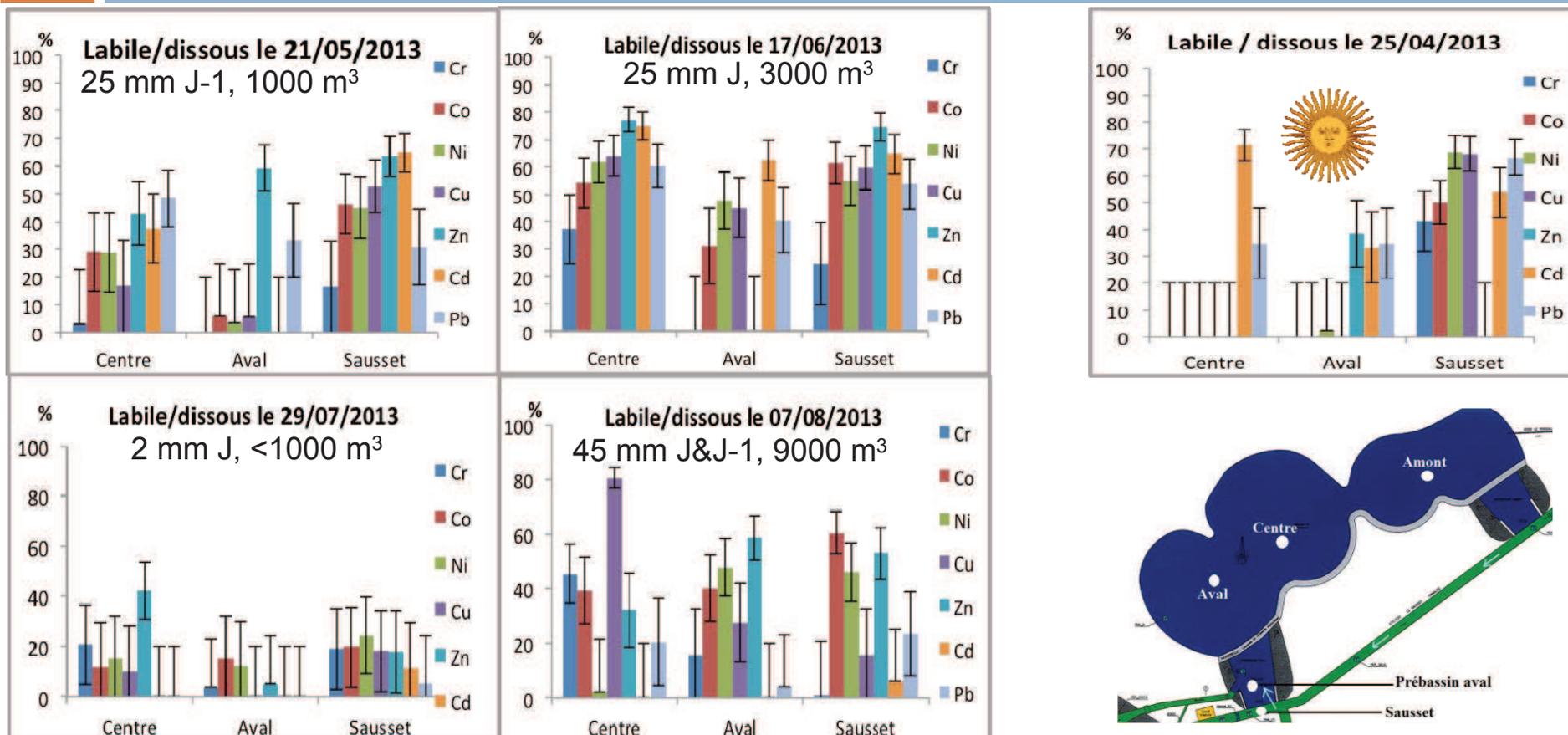
15

- Concentrations plus faibles dans bassin que dans Sausset (sauf Ni)
- Dans bassin, plus de Zn et Cu en temps de pluie qu'en temps sec :
 - ▣ lors du séjour dans bassin, concentrations dissoutes et pas seulement totales baissent probablement adsorption ou absorption puis sédimentation
- Zn et Cu presque toujours au-dessus des NQE



Un rapport labile/dissous différent pour faibles et forts déversements

16



En moyenne : plus de labile/dissous dans bassin qu'en temps sec
effet notable du rejet sur l'eau du bassin malgré dilution

Forts déversements : fractions proches dans bassin et rivière ; trop tôt pour voir effet du bassin ?

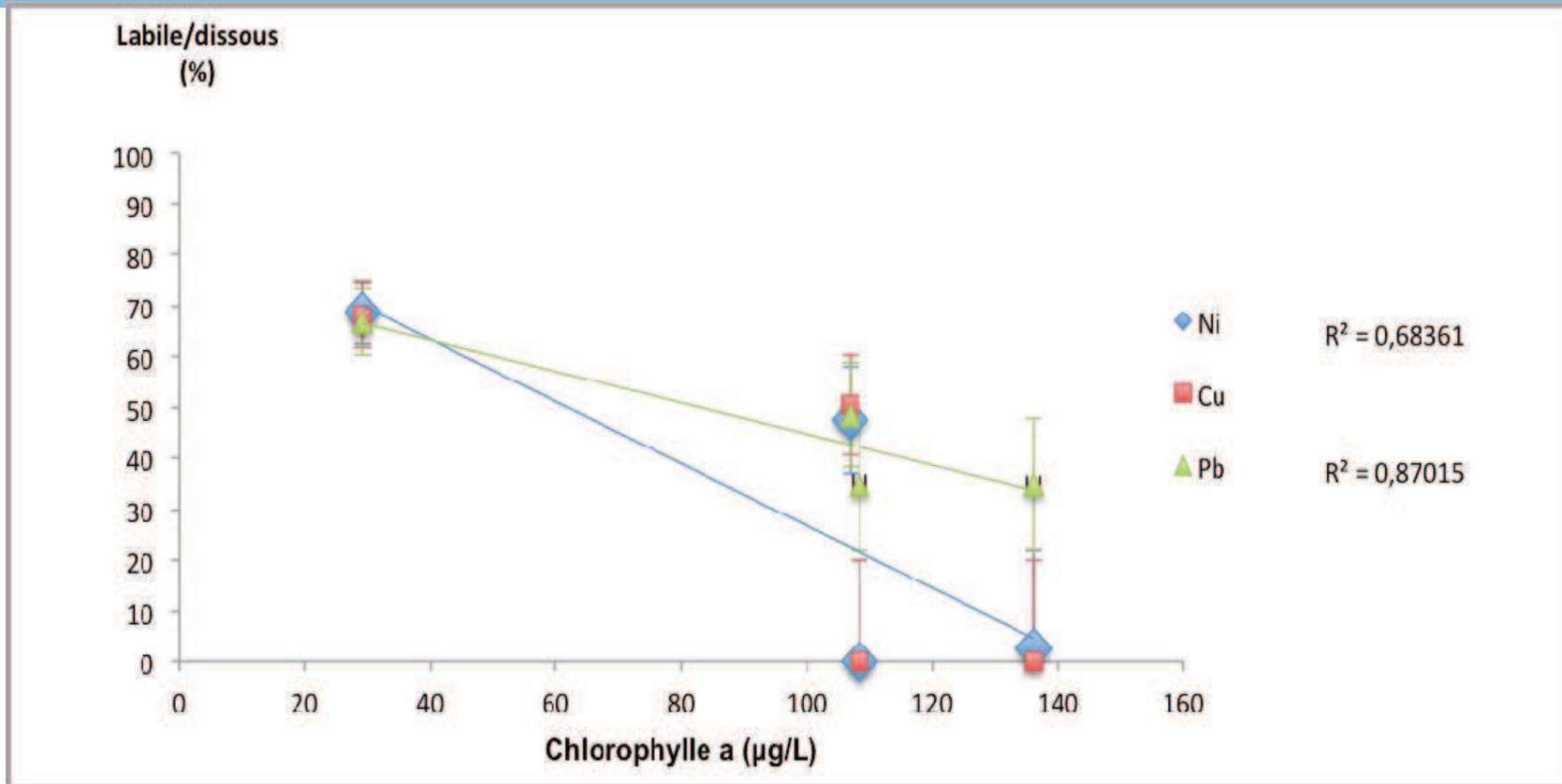
A confirmer par d'autres campagnes.

Hypothèse : interaction métaux - matière organique
dissoute liée au développement du phytoplancton ?



Temps sec

17



- Rapport Pb labile/dissous décroît avec la chlorophylle (significatif à 90 %)
- Tendence à confirmer avec davantage de mesures
- la biosorption joue sur la biodisponibilité des métaux (Chojnacka, 2010)

Conclusion : temps sec



19

- Concentration en métaux dissous plus faible dans bassin que dans rivière
- Rapport labile/dissous plus faible aussi
- Probablement dû à la matière organique dissoute mais pas de relation significative

- Conséquence opérationnelle : faire passer eaux pluviales par le bassin de rétention avant rejet
 - réduire la concentration totale par sédimentation
 - réduire la concentration dissoute et la biodisponibilité des métaux

Conclusion : temps de pluie



20

- Labile / dissous plus élevé dans bassin en temps de pluie qu'en temps sec
 - ▣ effet notable du rejet sur l'eau du bassin malgré dilution
- Forts déversements : fractions proches dans bassin et rivière
 - ▣ trop tôt pour voir réduction dans le bassin comme en temps sec ?

- Attention à ne pas trop généraliser les résultats :
 - ▣ peu de campagnes
 - ▣ campagnes de temps sec en hiver et au printemps, de pluie au printemps et en été (espèces de phytoplancton différentes)

Perspectives

21

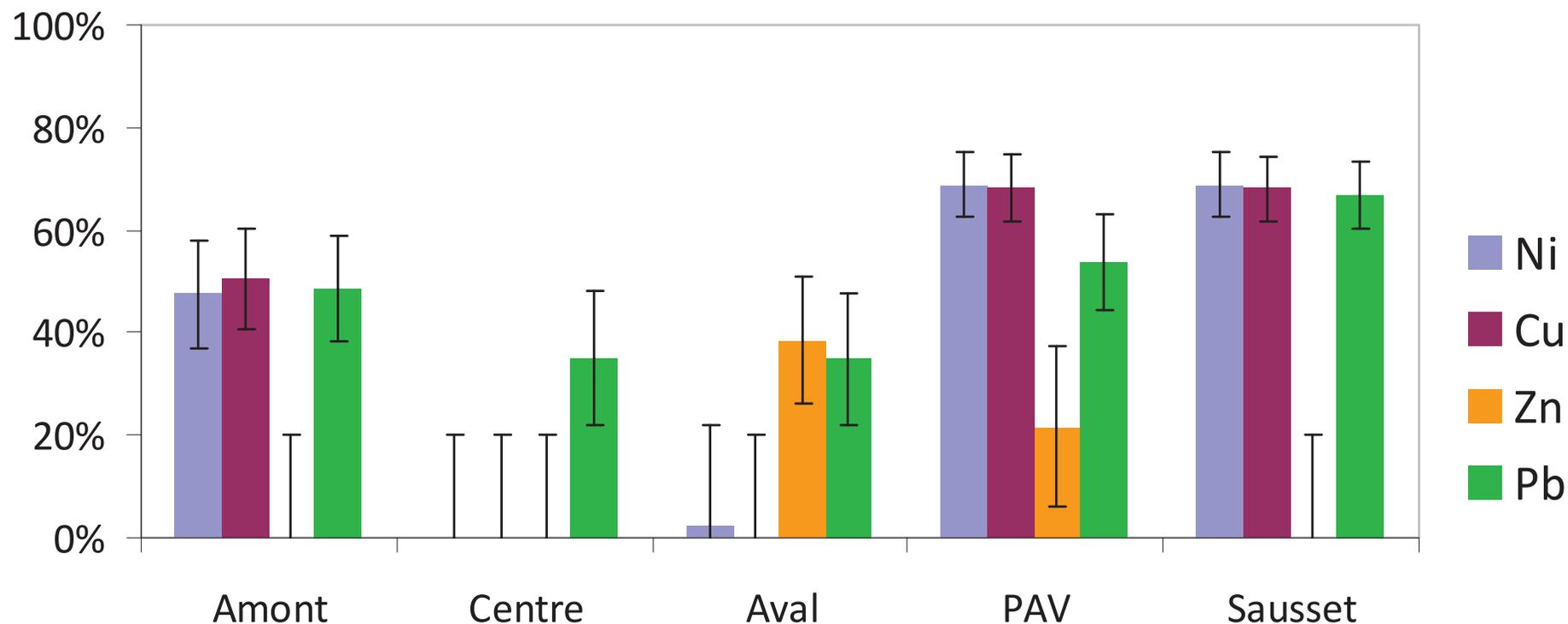
- ❑ campagnes de temps sec et de temps de pluie intercalées et plus nombreuses
- ❑ fonctionnement hydraulique à approfondir avec modèle : clarifier les apports entre rivière et nappe, éventuellement modélisation du panache entrant dans le bassin
- ❑ Fluorescence 3D pour caractériser le carbone organique dissous (différent en temps sec et de pluie ?)

Merci de votre attention

Temps sec : compléments sur spéciation

23

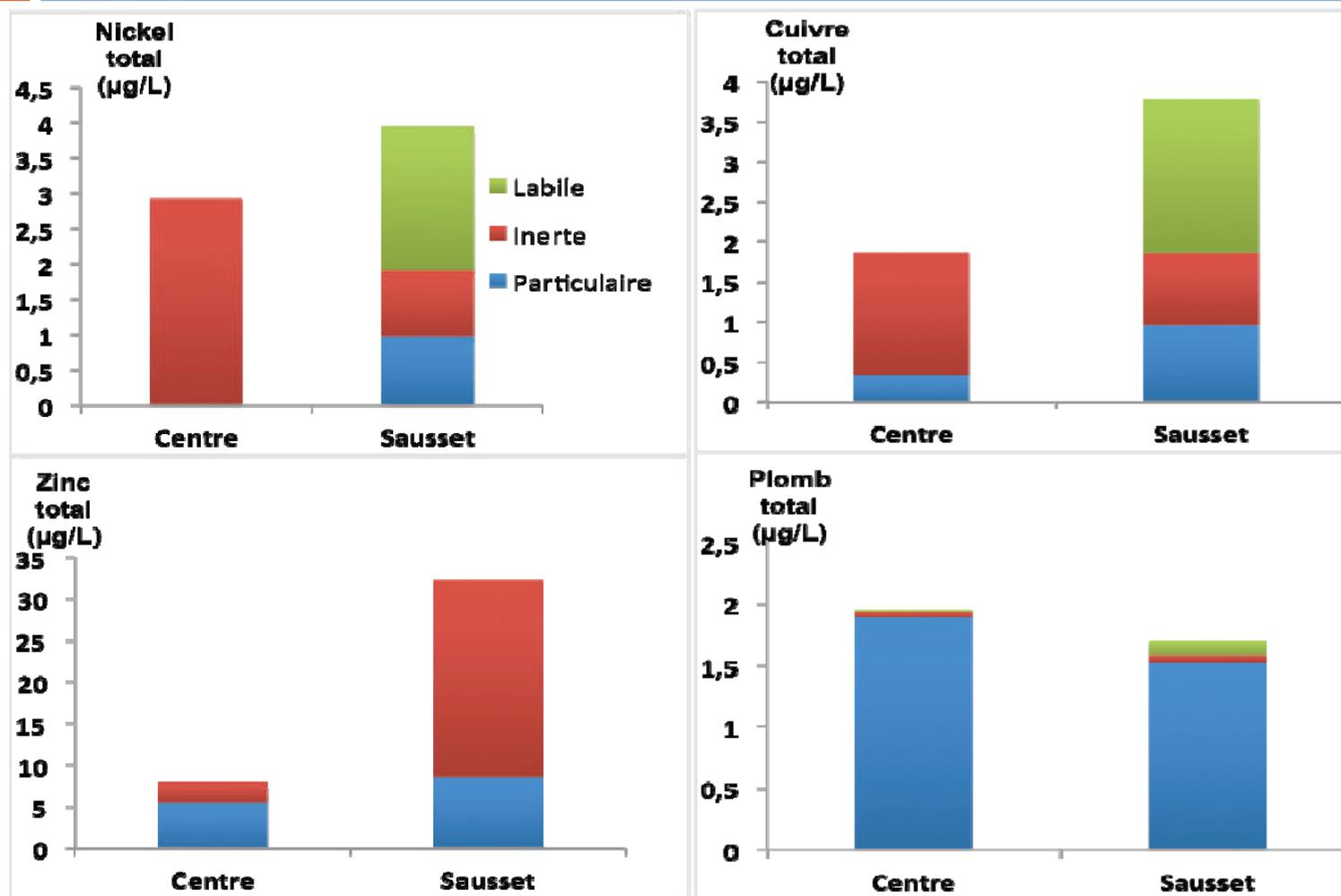
labile / dissous



- Ni et Cu : pas de labile dans bassin contrairement au Sausset
- Zn dissous peu labile dans Sausset comme bassin : inattendu ; Pb surtout particulaire

Temps sec : compléments sur spéciation

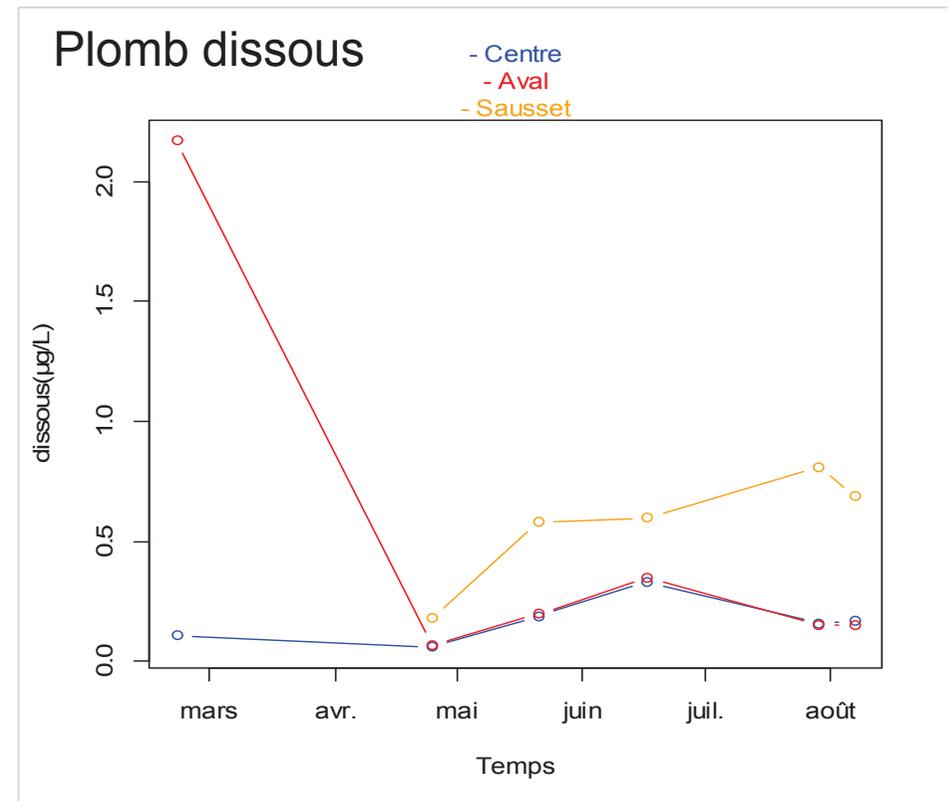
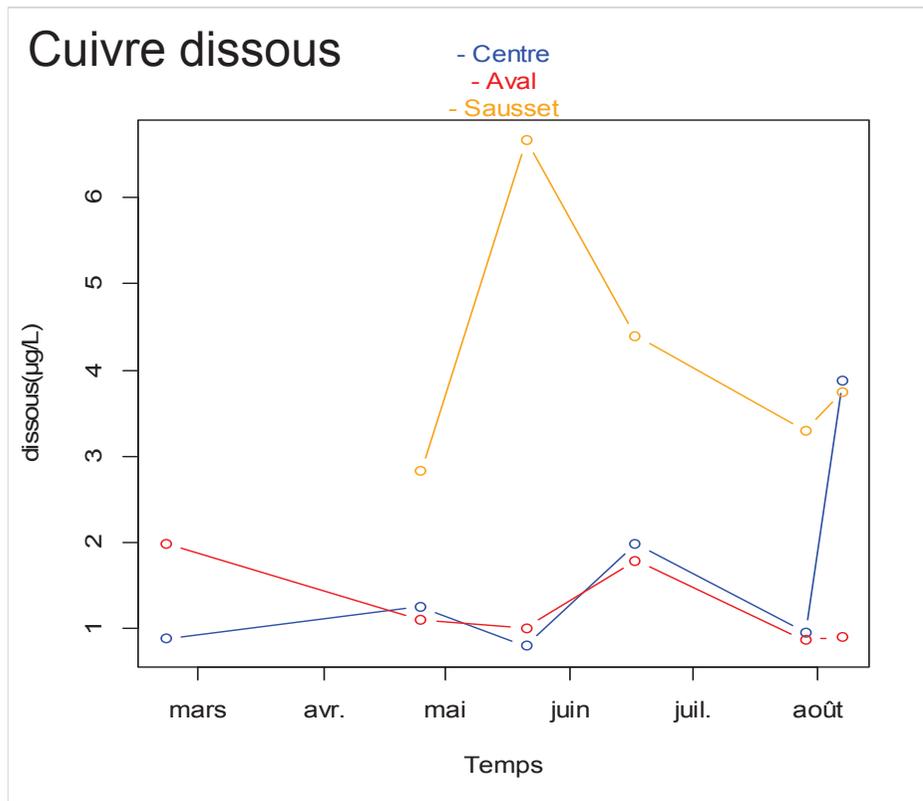
24



- Ni et Cu : pas de labile dans bassin contrairement au Sausset
- Zn dissous peu labile dans Sausset comme bassin : inattendu ; Pb surtout particulaire

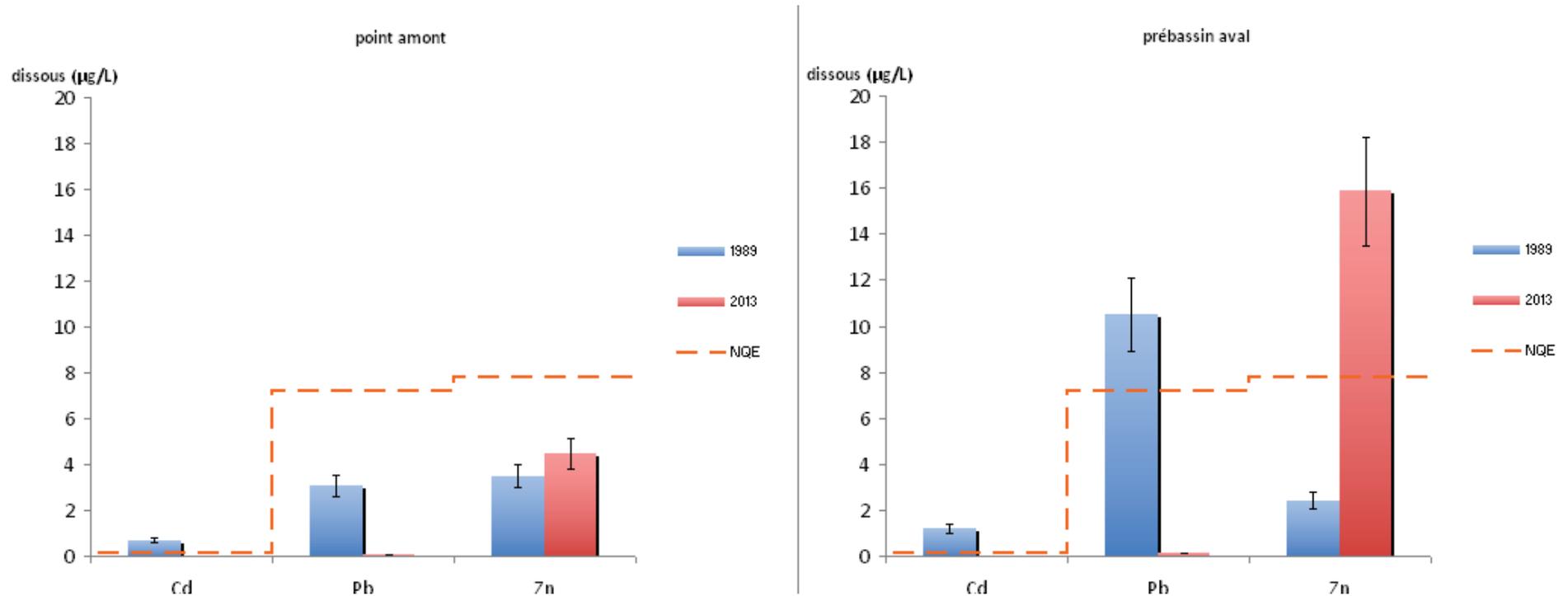
Evolution concentration métaux dissous dans temps

- Forte variabilité, supérieure dans Sausset que dans bassin

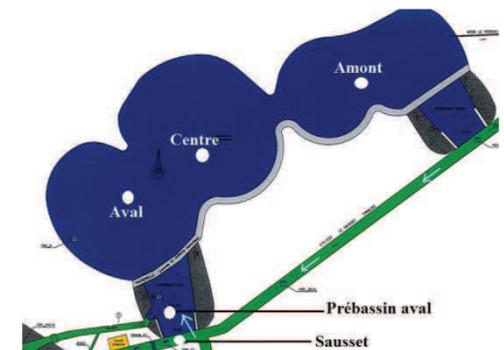


Concentrations inférieures aux NQE baisse Pb et Cd et augmentation Zn depuis 1989

27



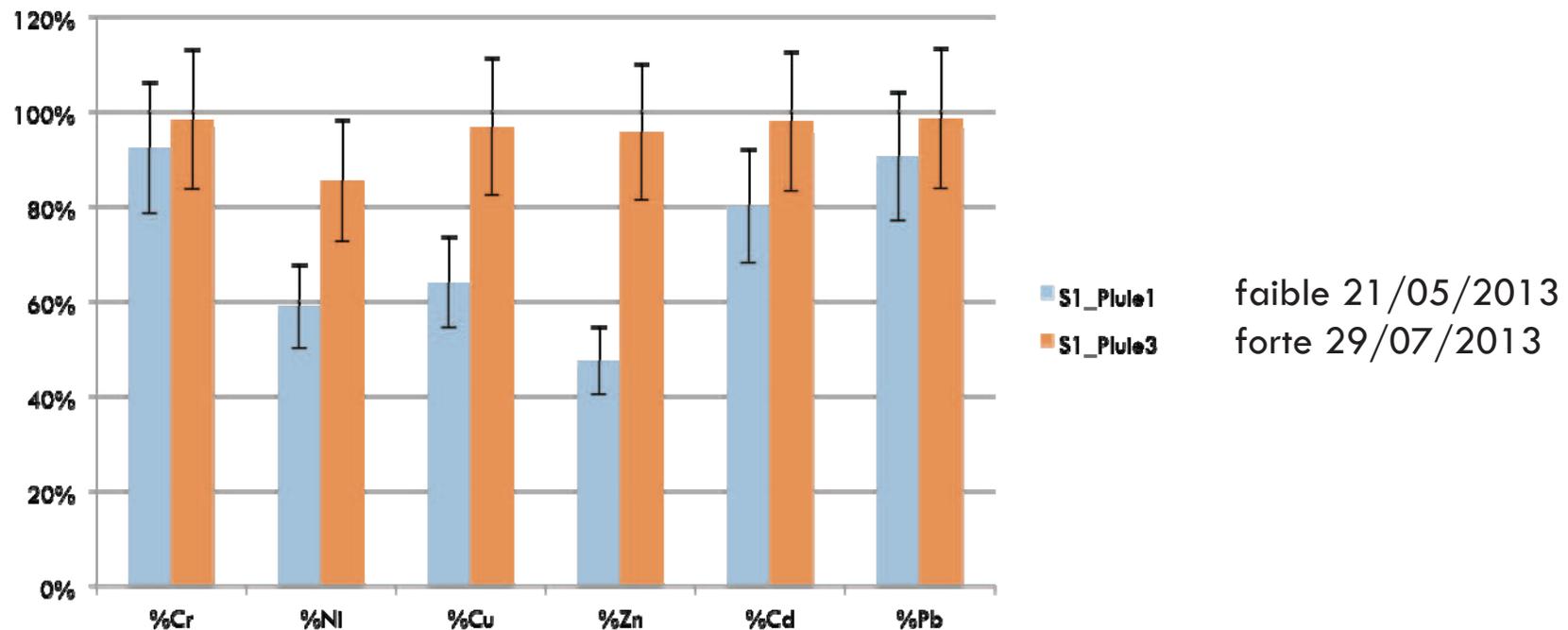
Comparaison des niveaux de concentration entre 1989 et le 25/04/2013 (temps sec) aux points amont et dans le prébassin aval



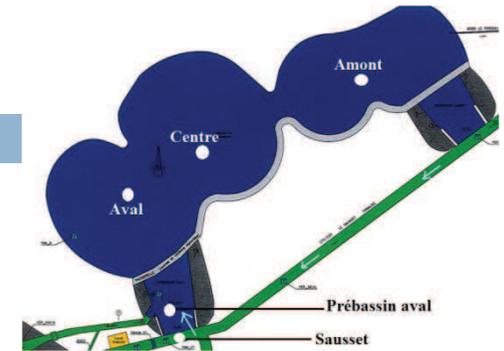
Des fractions particulières très variables en temps de pluie

28

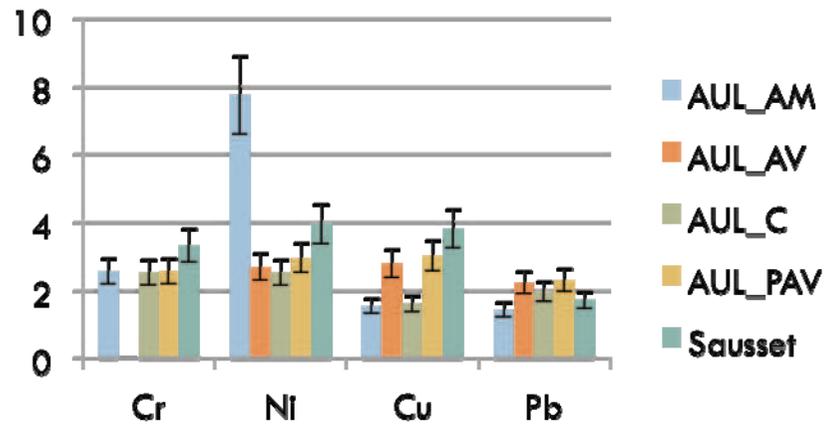
% Particulaire de la Pluie 1 et Pluie 3



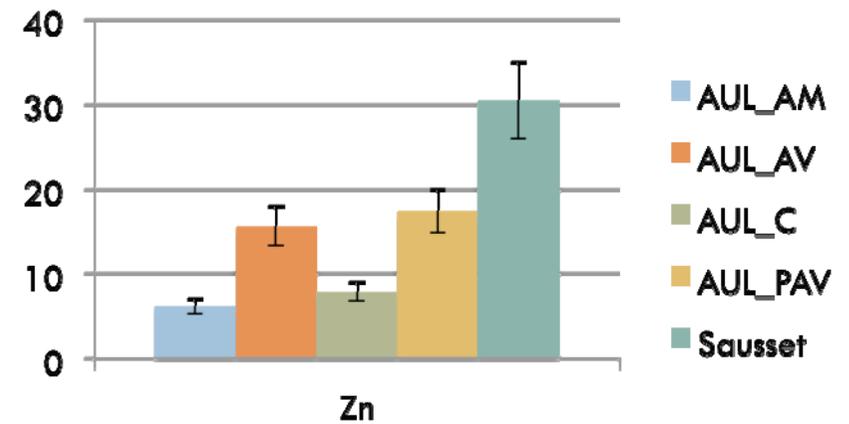
niveau de contamination par temps sec



µg/L



µg/L

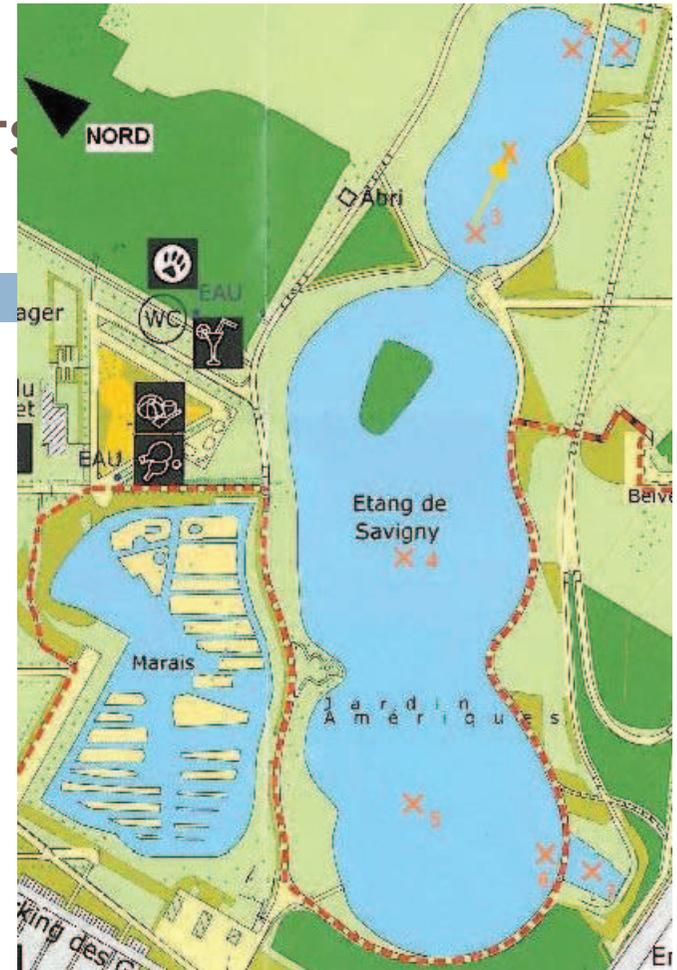


Niveau de concentration totale par temps sec 25/04/2013

Site d'étude : qualité des sédiments (analyses Dubost Environnement 24/09/08)

30

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	mg/kg						
Point 1 (prébassin amont)	0,6	22	72	<1	15	75	297
Point 2	0,7	19	57	<1	12	93	218
Point 3	0,6	21	62	<1	13	56	171
Point 4 (centre du bassin)	0,6	21	102	<1	15	60	182
Point 5	1	48	185	<1	28	110	374
Point 6	0,6	74	146	<1	39	91	306
Point 7 (prébassin aval)	-	-	-	-	-	-	-
Valeurs limite d'épandage	10	1000	1000	10	200	800	3000
Niveaux moyens du bruit de fond métallique dans les sédiments naturels du bassin de la Seine (PIREN Seine, 2009)	0,22	40	15	0,03	16	20	60
Concentrations < bruit de fond métalliques							



Plan de prélèvements des sédiments
(Dubost environnement 2008)

Stations 1, 2, 3 et 4 : les moins chargées en polluants métalliques.

Cohérent, eaux pluviales arrivent majoritairement par prébassin aval, stations 6, 7.

Pas de résultats station 7: pas de sédiments. (Curage des 2 prébassins 04/04 (DEA, 2012).