

# Rôle des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales sur la gestion des micropolluants

Sylvie Barraud

Laboratoire DEEP - INSA Lyon



# Système « traditionnel » de gestion des EP

Urbanisation

1965

2000

Source IRSTEA, Lyon



# Solutions alternatives



Photo DEA 93



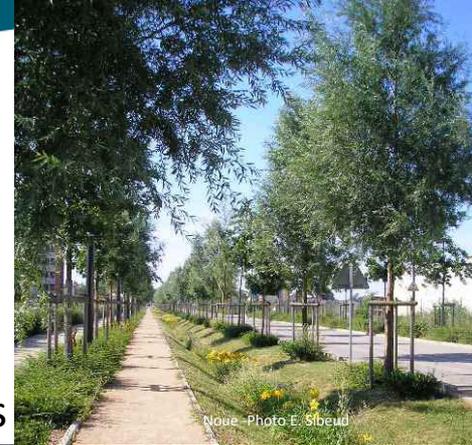
©othu



©othu

Photo GRAIE – Bassin Portes des alpes – terrain football inondable

Décentralisées



Noüe - Photo E. Sibaud



Fosse d'arbre - Photo E. Sibaud



CSR - Photo FN Crêt



Noüe - Photo L. Bacot

**Déconnecter**  
**Infiltrer**  
**Evapotranspirer**  
**Retenir / stocker /**  
**Réutiliser**  
**Retarder**  
**Intégrer à l'aménagement**

Tranche Campus  
Photo S. Barraud

Centralisées

# Pollution des eaux pluviales (EP)

- Depuis année 1980 travaux de recherche sur la question

## Macropolluants

(MES, MO, nutriments)

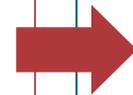
- Préoccupation grandissante pour des polluants qui, à des doses faibles, peuvent avoir des impacts environnementaux ou sanitaires

## Micropolluants

(ETM, Hyd. dans réseaux ou TA (US BMP DataBase))

Peu sur TA

Peu sur une gamme étendue de MP



DCE 2000 Surveillance des milieux et toujours des **points non conformes au bon état chimique** → pollution diffuse liée au temps de pluie)



## PROJET VILLE PERMÉABLE

Comment réussir la gestion des eaux pluviales dans nos aménagements ?

GRANDLYON  
la métropole



OSONS  
DÉSIMPÉRMEABILISER  
LES SOLS !



SAUVER  
L'EAU!



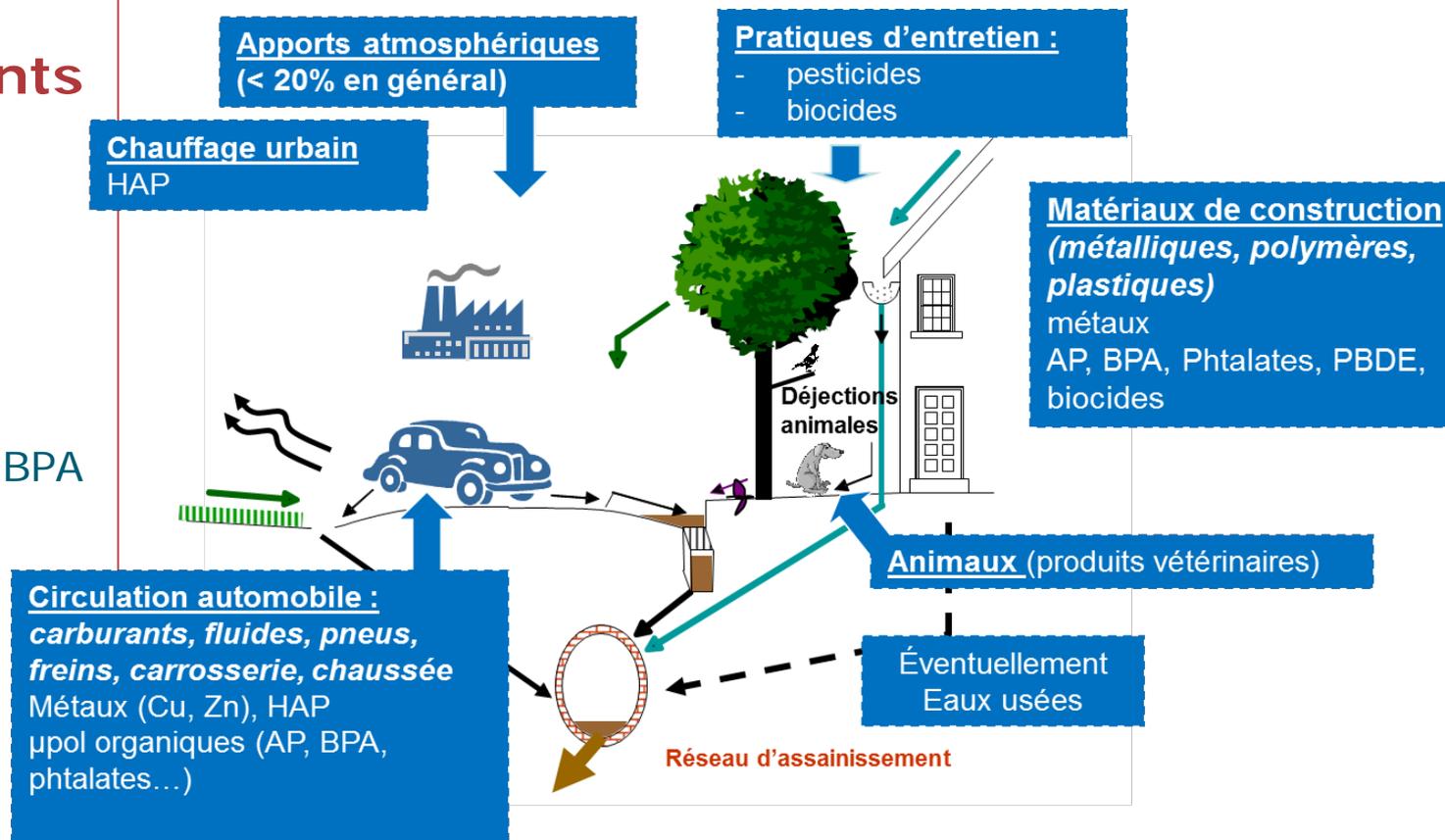
EAU!

# Micropolluants dans les E.P.

## Que sait-on ?

### Micropolluants

- ETM
- HAPs
- Pesticides
- Alkylphénols, BPA
- PBDE



# Ce que l'on sait de la pollution des E.P. !

- Une contribution significative à la pollution diffuse en micropolluants des milieux aquatiques
  - Volumes en jeu très importants
  - Sources de contamination multiples
- Des concentrations très variables
  - Dans l'espace (très variable à l'amont, + stable à l'aval des BV)
  - Dans le temps (d'un évènement à l'autre, au sein d'un évènement)
- Principalement sous forme particulaire
  - ... mais une phase dissoute dominante pour certains micropolluants
  - ... des formes dissoutes ou peu décantables souvent dominantes dans le ruissellement amont

# Micro Megas

## PROJET MICROME GAS

Les systèmes alternatifs sont-ils efficaces vis-à-vis des Micropolluants ?

Les systèmes à la source sont-ils plus efficaces que les dispositifs centralisés ?



Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines



AGENCE FRANÇAISE  
POUR LA BIODIVERSITÉ

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



INSA

INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
LYON

GRANDLYON  
la métropole

deep

graie

OTHU

# Comparaison de sites centralisé et à la source



EcoCampus Lyon Tech  
La Doua



Chassieu –  
BR Django Reinhardt



Bassin de retenue



Dispo. décentralisés



HAP

→ 16 HAPs :

Naphtalène (Nap), Acénaphthylène (Acy), Acénaphtène (Ace), Fluorène (Flu), Phénanthrène (Ph), Anthracène (A), Fluoranthène (Flh), Pyrène (Pyr), Benzo(a)anthracène (BaA), Chrysène (Chr), Benzo(b)fluoranthène (BbF), Benzo(k)fluoranthène (BkF), Benzo(a)pyrène (BaP), Indeno(1,2,3-cd)pyrène (IP), Dibenzo(a,h)anthracène (D(a,h)A), Benzo(g,h,i)pérylène(BPER)



Pesticide

→ 12 Pesticides :

2,4-MCPA , atrazine, carbendazime, Diflufenicanil, Diuron, DCPMU, glyphosate ammonium, Glyphosate, AMPA Isoproturon, mecoprop, simazine



PBDE

→ 6 PBDE : B28, B47, B100, B99, B153, B183, B209

→ Bisphenol A (BPA)

→ 7 Alkyphénols : 4-tert-octylphénol (N-OP), octylphénol-mono-éthoxylé, octylphénol-bi-éthoxylé, 4-nonylphénol (4-NP), nonylphénol-mono-éthoxylé, nonylphénol-bi-éthoxylé, nonylphénol-1-carboxylé

→ 14 ETM : Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sr, Ti, V, Zn, As, Ba

→ Eléments majeurs : Al, Fe, Mn,P, Na, K, Mg, Ca



PLASTIQUE



MÉTAUX



# PRINCIPAUX RÉSULTATS

# Concentrations en entrée ou sur surface de référence

- Présence avérée de toutes les familles de MP
- En concentrations les eaux sont  
**chargée en :**
  - ETM (As, Cr, Cu, Pb, Zn)
  - HAP (Fluoranthène)**Peu chargées en :**
  - Pesticides (les plus présents carbendazime, Atrazine et Diuron)
  - Alkylphénols & BPA (très forte occurrence)
  - PBDE
- Dans la gamme des concentrations de la littérature quand elles existent  
(plutôt la frange moyenne à basse)

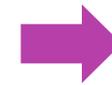
# Concentrations en entrée ou sur surface de référence

- Concentrations **plutôt plus élevées en médiane en entrée du bassin de retenue (syst. centralisé)** comparées au parking (référence des systèmes à la source)
- En raison de la grande variabilité, **pas de différence statistique entre les distributions de concentrations des systèmes centralisés et décentralisés** pour la majorité des MP
- **Pas toujours particulière**  
Majorité ETM, HAP, PBDE (particulaire  $f_p > 75\%$ ), les pesticides et BPA sont dissous ( $f_p < 10\%$ ) et AP ( $f_p < 10\%$ )

# Efficacité / Abattement de MP

Efficacité en termes de concentrations (%)

$$E_c = (CME_{ref} - CME_{so}) / CME_{ref}$$



Aptitude à  
traiter  
(processus  
interne de  
dépollution)

Efficacité en termes de masses au m<sup>2</sup>actif (%)

$$E_m = (M_{ref} - M_{so}) / M_{ref}$$



Aptitude à  
limiter les  
rejets  
polluants

$CME_{ref}$ : Concentration moyenne évènementielle des eaux issus des surfaces de référence

$CME_{so}$ : Concentration moyenne évènementielle en sortie d'ouvrage

$M_{ref}$ : Masse évènementielle des eaux issus des surfaces de référence

$M_{so}$ : Masse évènementielle des eaux sortie d'ouvrage

# Efficacité / Aba

Efficacité en termes de conce

$$E_c = (CME_{ref} - CME_{so}) / CME_{ref}$$

Efficacité en termes de mass

$$E_m = (M_{ref} - M_{so}) / M_{ref}$$

$CME_{ref}$ : Conc. moyenne événementielle des eaux de référence

$CME_{so}$ : Concentration moyenne événementielle des eaux de sortie

$M_{ref}$ : Masse événementielle des eaux issues des sources de référence

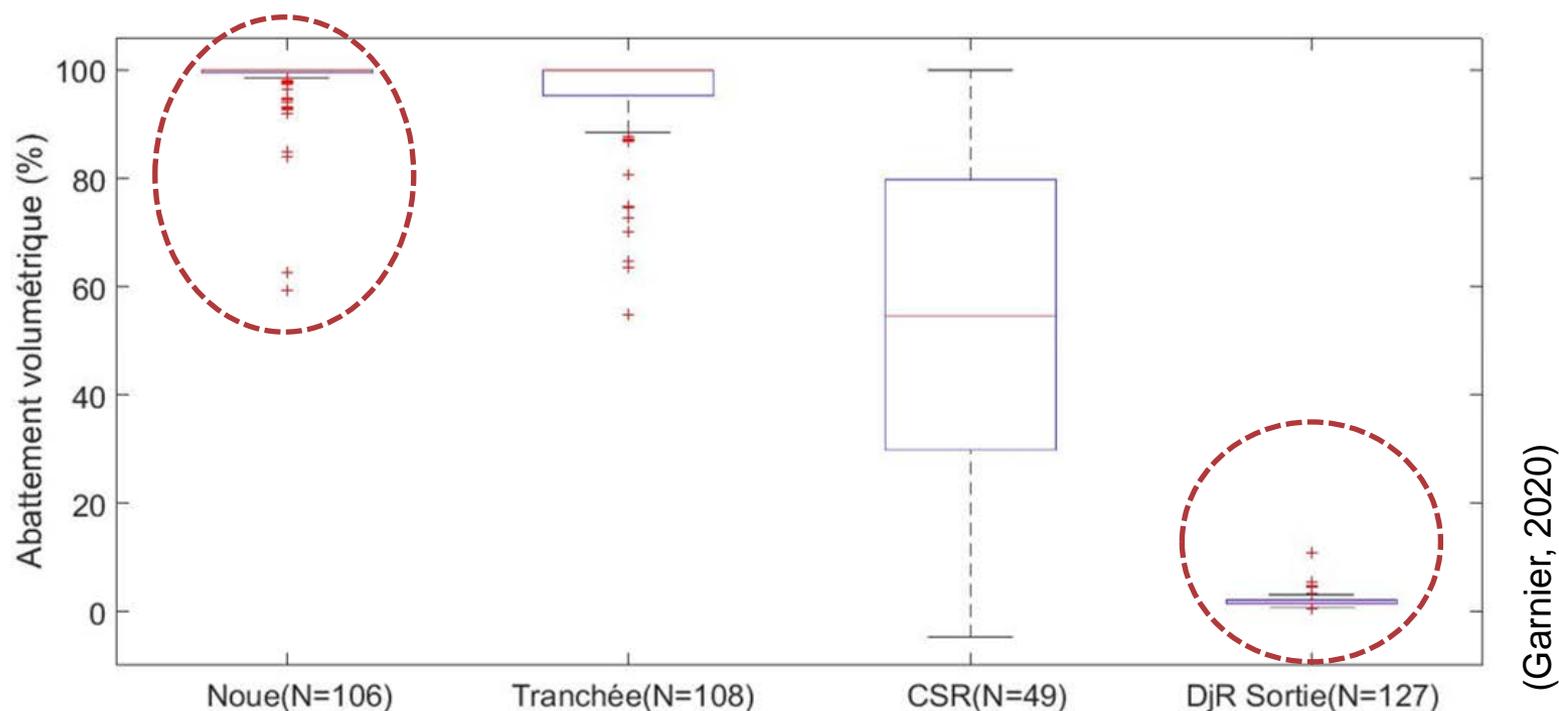
$M_{so}$ : Masse événementielle des eaux de sortie

## Au sujet des 2 indicateurs présentés :

- Présenté ici en phase totale
- Indicateurs nécessitent des données appariées (Ref/Sortie)
- Indicateurs en % présentent des biais notamment
  - pour les concentrations faibles ou peu contrastées
  - ➔ garder un regard sur les niveaux de concentrations
- Mais permet de visualiser des tendances (indicateurs classiques)

➔ Guide méthodologique bientôt disponible GLIP

# 1- L'abattement des volumes est un premier levier efficace ...



Ab. débit de pointe → 99%

95%

80%

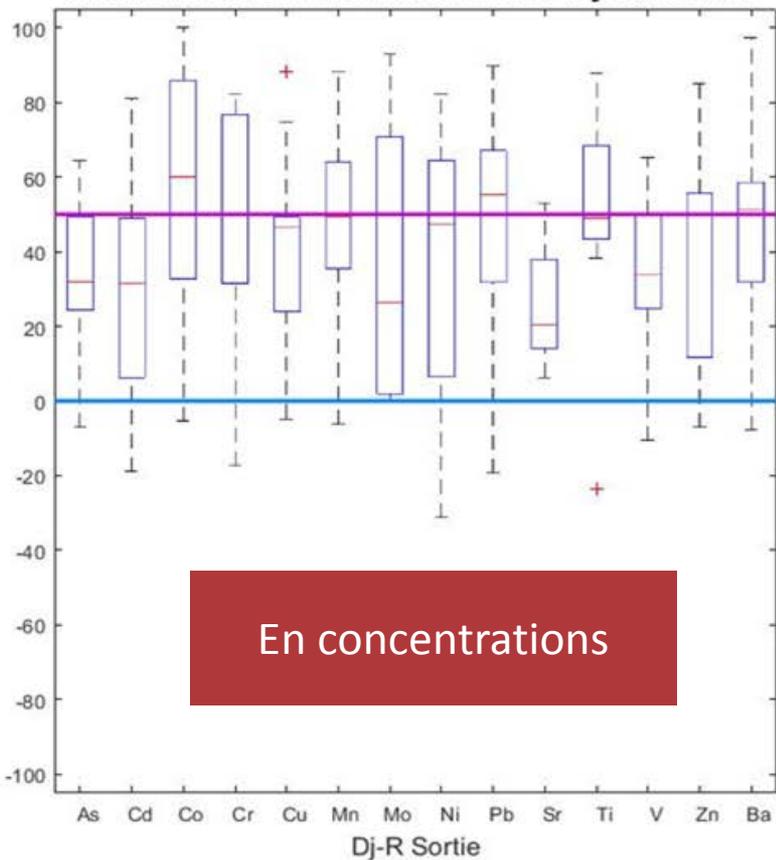
76%

# Exemple : Abattements en Métaux et Métalloïdes

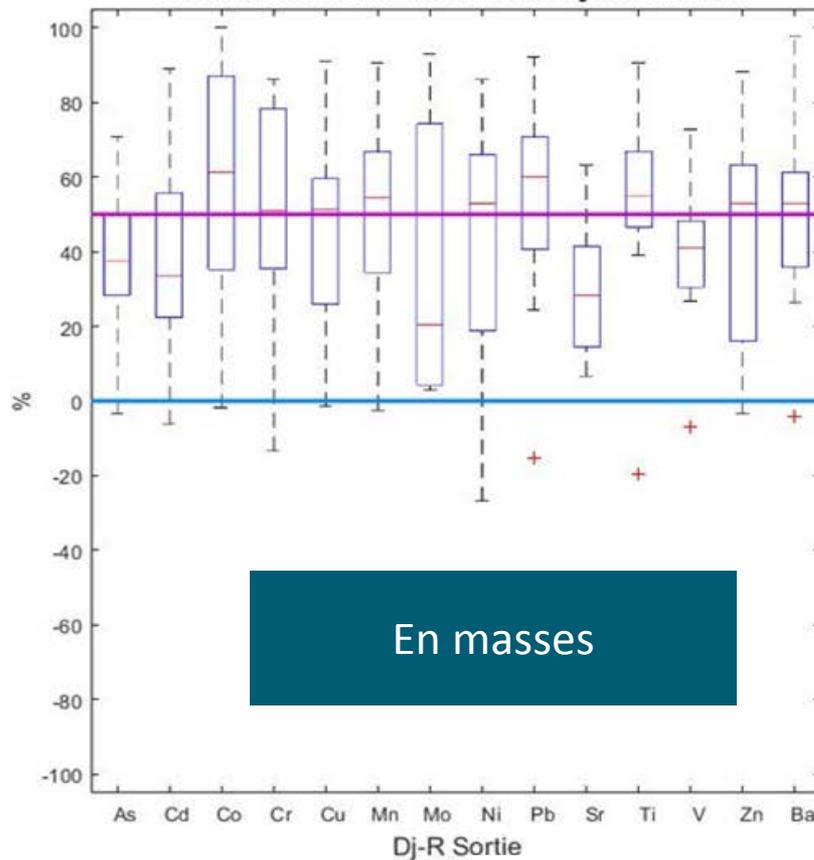


Syst. centralisé

Abattement en concentration des rejets Métaux



Abattement en masse des rejets Métaux



En concentrations

En masses

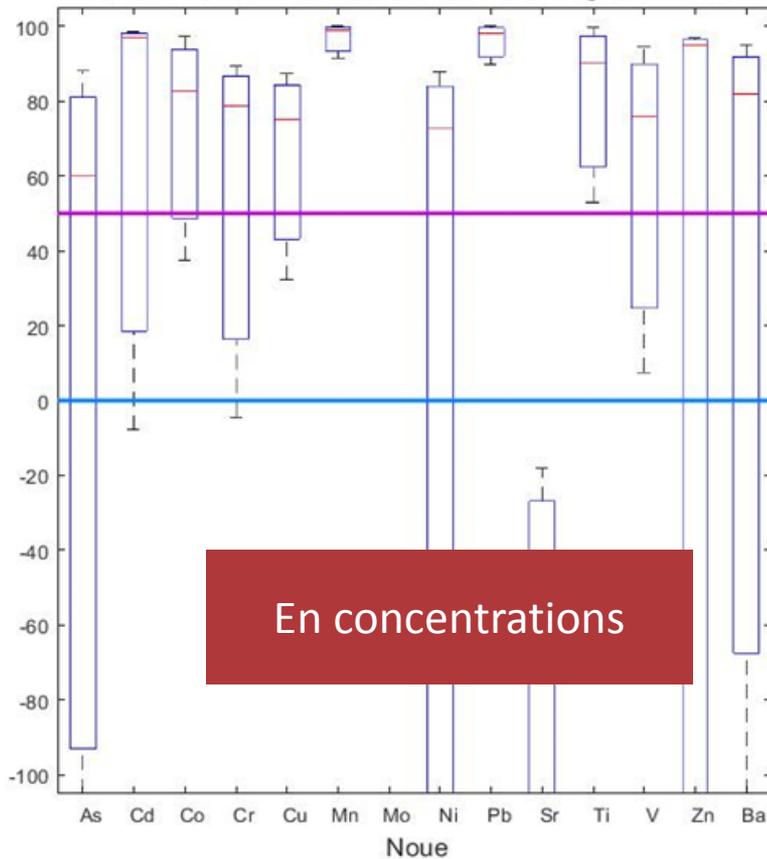
# Exemple : Abattements en Métaux et Métalloïdes



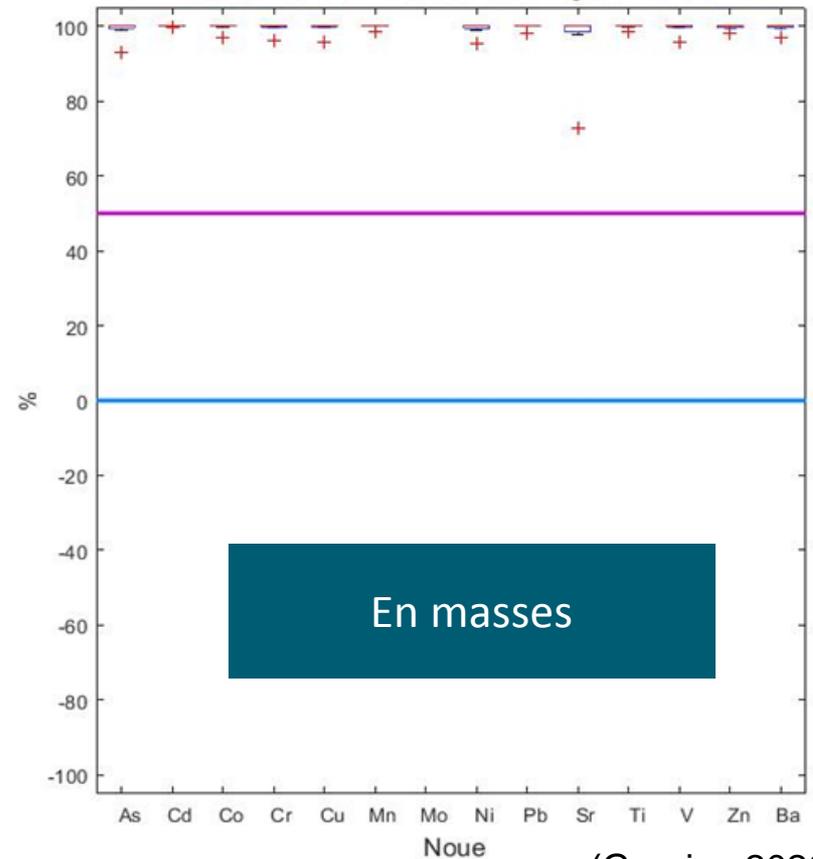
Noüe

Syst. décentralisé

Abattement en concentration des rejets Métaux



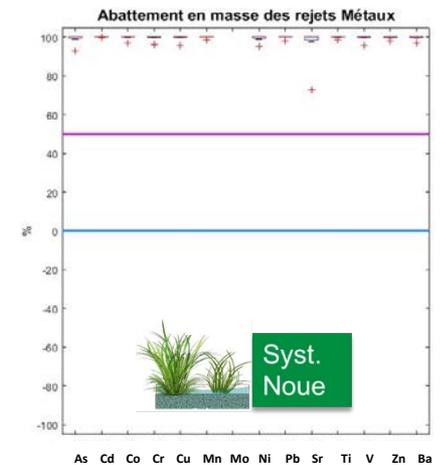
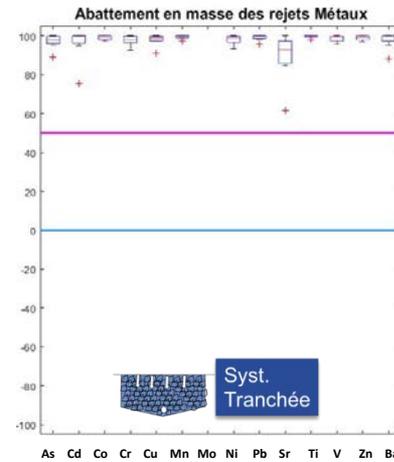
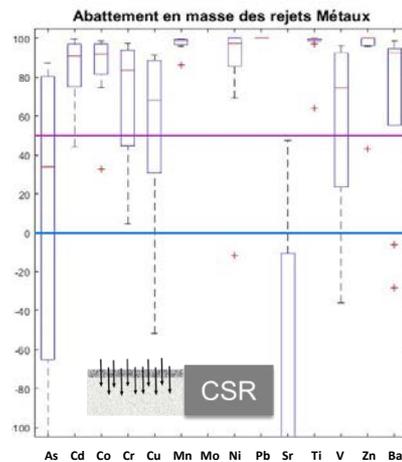
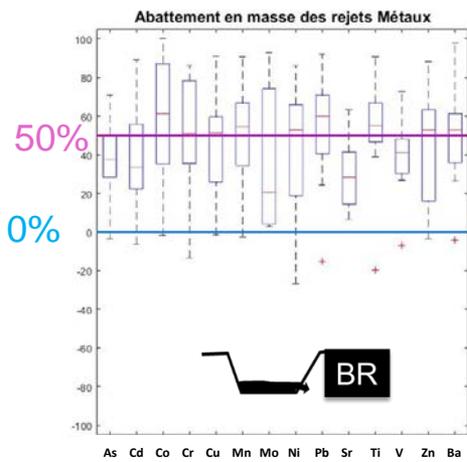
Abattement en masse des rejets Métaux



En concentrations

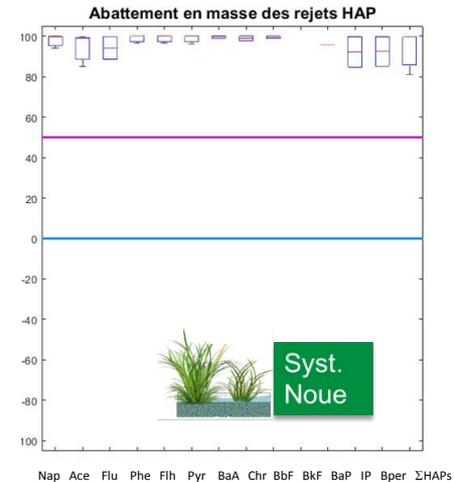
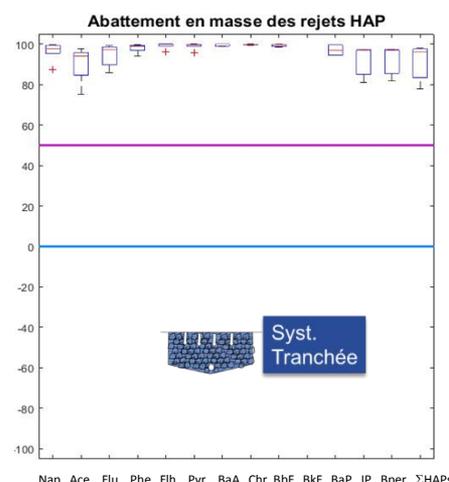
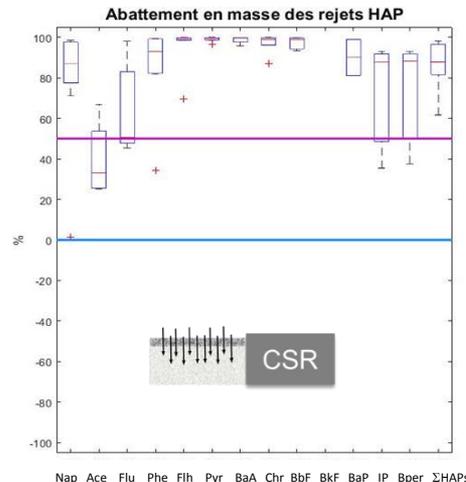
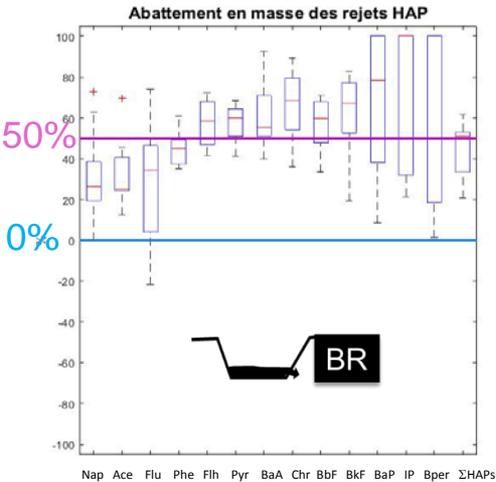
En masses

# Abattements en masse au m<sup>2</sup> actif en Métaux et Métalloïdes



Garnier (2020)

# Abattements en masse au m<sup>2</sup> actif en HAP



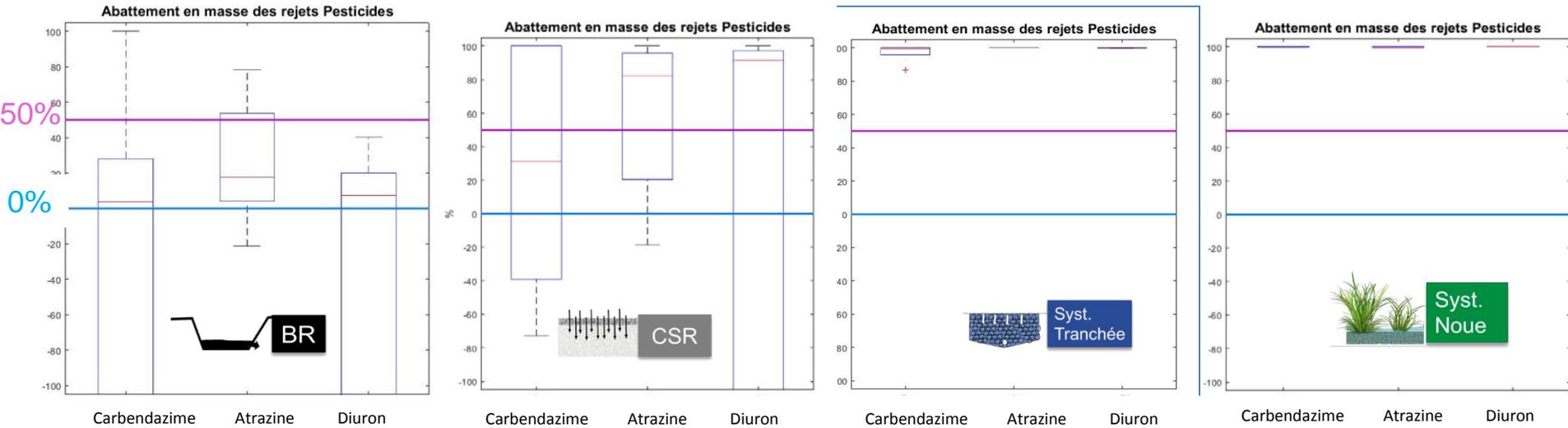
**Nap** Naphtalène  
**Acy** Acénaphthylène  
**Ace** Acénaphène  
**Flu** Fluorène  
**Phe** Phénanthrène  
**A** Anthracène

**Flh** Fluoranthène  
**Pyr** Pyrène  
**BaA** Benzo(a)anthracène  
**Chr** Chrysène  
**BbF** Benzo(b)fluoranthène

**BkF** Benzo(k)fluoranthène  
**BaP** Benzo(a)pyrène  
**IP** Indeno(1,2,3-cd)pyrène  
**D(a,h)A** Dibenzo(a,h)anthracène  
**Bper** Benzo(g,h,i)pérylène

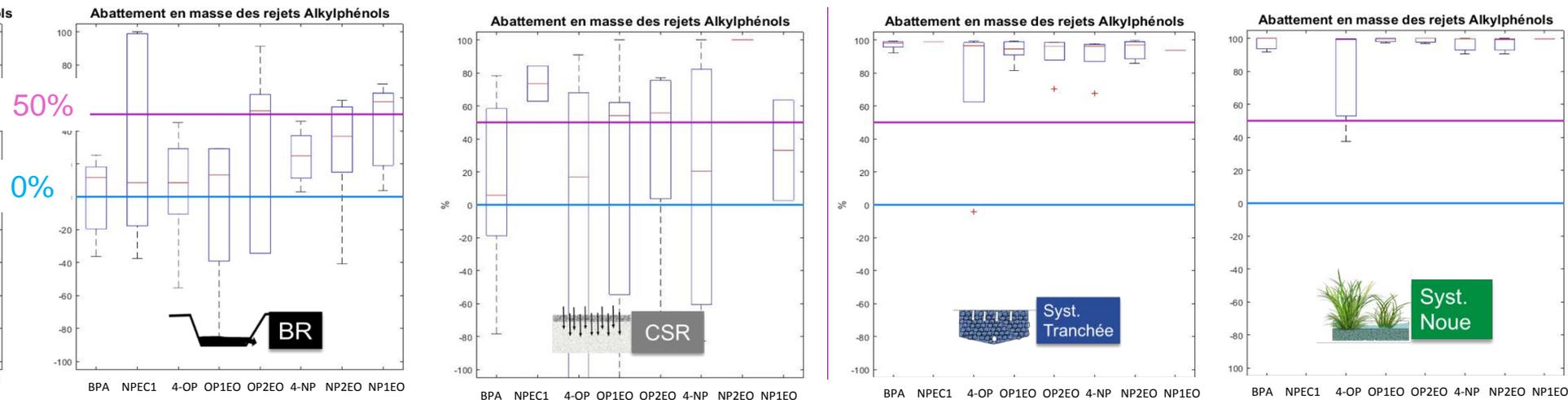
Garnier (2020)

# Abattements en masse au m<sup>2</sup> actif en pesticides



Garnier (2020)

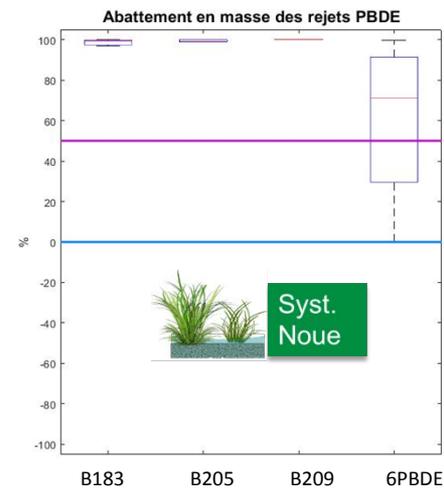
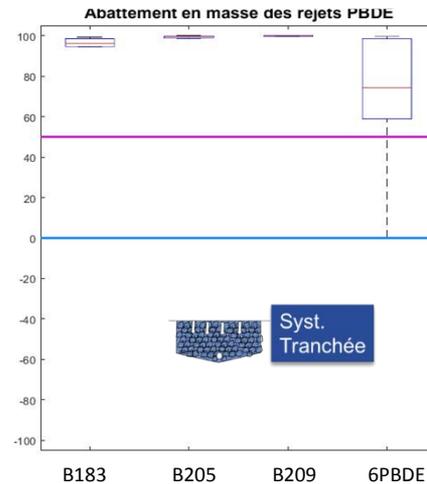
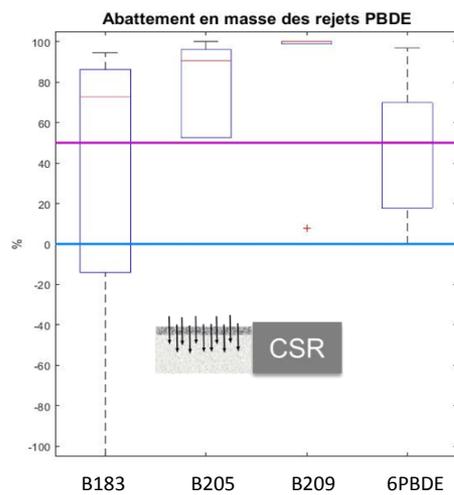
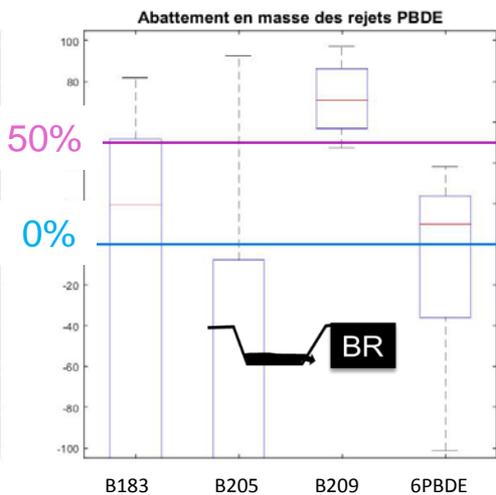
# Abattements en masse au m<sup>2</sup> actif en Alkylphénols



Garnier (2020)

<b>BPA</b>	Bisphénol A	à surveiller	<b>OP2EO</b>	Octylphénol-di-éthoxylé	
<b>NPEC1</b>	Nonylphenol-1-carboxylé	DCE, SP	<b>4-NP</b>	4-Nonylphénol	DCE, SPD
<b>4-OP</b>	4-Tert-Octylphénol	DCE, SP	<b>NP2EO</b>	Nonylphénol-di éthoxylé	DCE, SP
<b>OP1EO</b>	Octylphénol-mono-éthoxylé		<b>NP1EO</b>	Nonylphénol-mono-éthoxylé	DCE, SP

# Abattements en masse au m<sup>2</sup> actif en PBDE

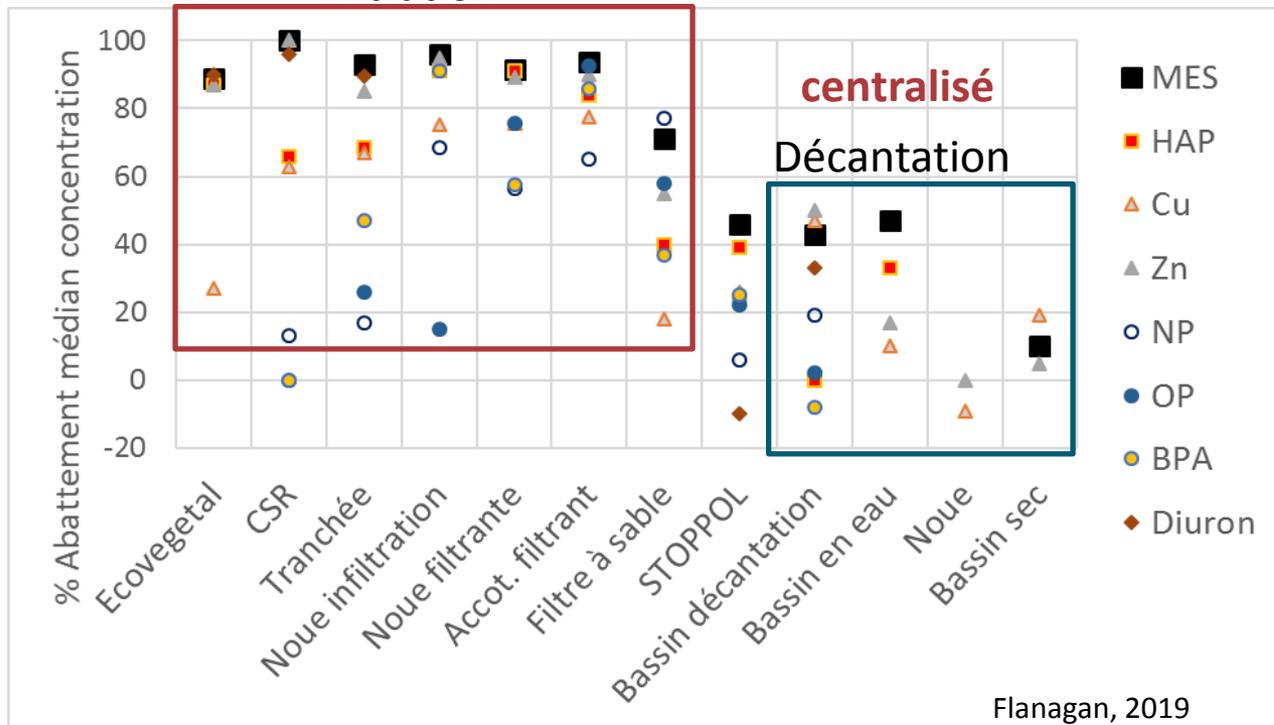


Garnier (2020)

## 2- L'efficacité des dispositifs en concentration plus élevée dans les dispositifs de « Filtration »...

A la source

« Filtration »



Flanagan, 2019

- Abattements généralement inférieurs aux MES
- Variables :
  - D'un micropolluant à l'autre (↗ affinité pour la phase solide)
  - D'un ouvrage à l'autre (↗ adsorption sur les sols,
  - relargages par matériaux de construction

# Conclusions

- La gestion alternative des eaux pluviales, une approche efficace de maîtrise des flux de micropolluants
- Agir sur les volumes c'est contribuer à intercepter les flux polluants (ouvrages perméables végétalisés, viser les faibles pluies ... nombreuses !)
- Favoriser les dispositifs basés sur la filtration au travers d'un sol/substrat vivant et donc les dispositifs végétalisés (rétention efficace de l'eau et des polluants hydrophobes dans les premiers cm de sol ... mais pas par phytoextraction)
- Favoriser la gestion à la source (faibles concentrations à traiter et à piéger)
- Les systèmes centralisés sont toujours meilleurs qu'une solution réseau

# Conclusions

Ne pas oublier que les polluants les plus faciles à traiter sont ceux que l'on n'émet pas !

Agir sur les émissions c'est encore mieux !

Merci à Robin Garnier, Hélène Castebrunet, Laetitia Bacot pour leur contribution à Micromegas sur la question de l'efficacité des dispositifs vis-à-vis des micropolluants

Kelsey Flanagan, Marie-Christine Gromaire, Fabrice Rodriguez pour leur collaboration dans le cadre du GLIP (Groupe de Liaison Interprojets)

Merci à l'Agence de l'Eau RMC, l'AFB, La métropole de Lyon, IMU pour leur soutien



# Annexe : Métrologie



EcoCampus Lyon Tech  
La Doua



Dispo. décentralisés



Bassin de retenue



Très compliqué  
Pb de la référence  
Souvent peu d'eau  
(Garnier et al, 2019)