

Projet de recherche « INOGEV »

Innovations pour une gestion durable de l'eau en ville

Connaissance et maîtrise de la contamination des eaux pluviales urbaines



**Contamination en micropolluants des EP urbaines :
synthèse des campagnes de mesure**

Gasperi J., Sebastian C., Ruban V., Delamain M., Percot S., Wiest L., Mirande C.,
Caupos E., Demare D., Diallo Kessoo M., Saad M., Schwartz JJ., Dubois P., Fratta C.,
Wolff H., Moilleron R., Chebbo G., Cren C., Millet M., Barraud S, Gromaire MC.

Contexte



Différentes études à l'échelle internationale et nationale

OTHU à Lyon (Becouze, 2010)

ONEVU à Nantes (Lamprea, 2009)

OPUR à Paris (Bressy 2010, Gasperi *et al.*, 2012, Zgheib, 2009)

Intercomparaison délicate

Divergence sur les molécules suivies

Divergence des méthodologies et approches scientifiques/exp.

Divergence de protocoles et de sensibilités analytiques

**Qualité similaire des eaux pluviales selon le bassin versant ?
Influence occupation des sols, des activités ?**

Projet INOGEV

En harmonisant les approches scientifiques

En homogénéisant les aspects expérimentaux

En suivant la même méthodologie d'interprétation des résultats

Contexte



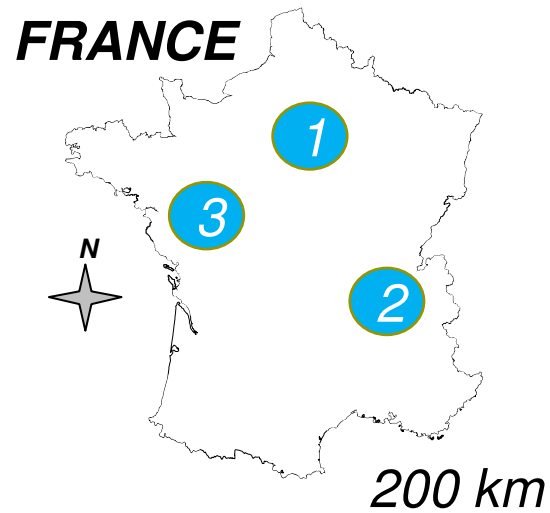
Quels objectifs ?

- 1) Evaluer la qualité des eaux pluviales pour un large panel de polluants (n=77) à l'échelle de 3 BV urbanisés
- 2) Déterminer si la qualité des eaux pluviales diffère sur ces bassins et analyser si le plan d'occupation des sols ou les activités sont responsables de ces différences,
- 3) Evaluer la contribution relative des apports atmosphériques et des sources locales de contamination (chaussées, bâtis) à la pollution des eaux pluviales

Matériels et méthodes



Site d'étude



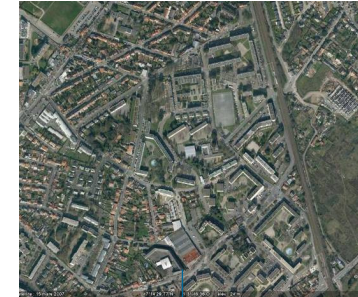
(1) Sucy



(2) Chassieu



(3) Pin Sec

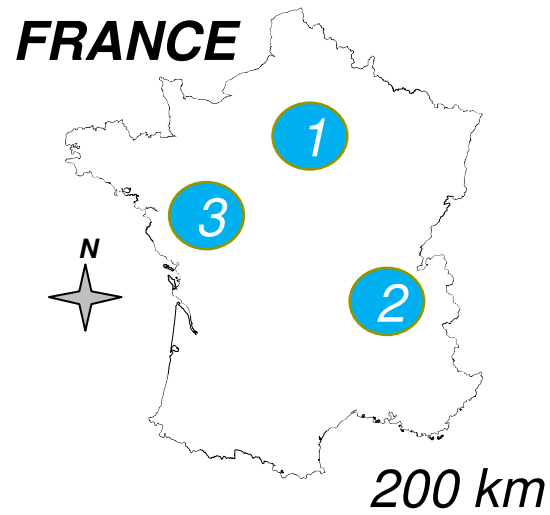


Surface totale (ha)	228	185	30
Coeff d'imperm (%)	21	75	49
Occupation	Pavillonnaire	Industriel	Résidentiel
Surface imp	48	139	15
Trafic (véh.km/j)	60 000	36 000	10 000
Pluies collectées	24	7	18

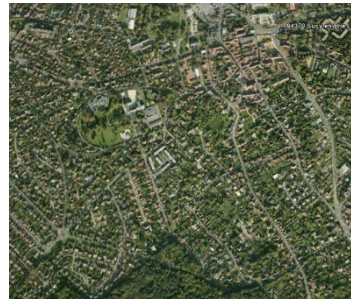
Matériels et méthodes



Sites d'étude



(1) Sucy



(2) Chassieu



(3) Pin Sec



Retombées atmosphériques



Exutoire eaux pluviales



Matériels et méthodes

Quels paramètres pour quelle stratégie ?

- Paramètres globaux (MES, COD, COP)



Matériels et méthodes



Quels paramètres pour quelle stratégie ?

- Paramètres globaux (MES, COD, COP)
- Micropolluants (n=77)

Métaux
(n=14)



Flaconnage
plastique

HAP
(n=16)



Flaconnage
verre

Pesticides
(n=30)



F.
plastique

PBDE
(n=9)



Flaconnage
verre

BPA/APnEO
(n=8)



Flaconnage
verre

Retombées atmosphériques totales

Entonnoir
inox
(1 m²)

Bacs PEHD
téflonnés
(2×0,5 m²)

Exutoire eaux pluviales

Préleveur
automatique
plastiques

Préleveur
automatique
verre

Matériels et méthodes



Pluies échantillonnées par familles (24 mois)

	Métaux (n=14)	HAP (n=16)	Pesticides (n=30)	PBDE (n=9)	BPA/APnEO (n=8)
Sucy (n=24)	8	8	7	12	12
Pin Sec (n=18)	15	7	8-9	7	7
Chassieu (n=7)	5	4	4	2	2

Effectifs plus ou moins importants



Difficultés dans la mise en œuvre de campagne de mesure

Pour certaines familles, nombre de pluie < 4



Difficultés dans l'interprétation et la représentativité des résultats

Matériels et méthodes



Pluies échantillonnées par familles (24 mois)

	H (mm)	Durée (hh:mm)	Imoy (mm.h ⁻¹)	Imax (mm.h ⁻¹)	PTS (jours)
Sucy (n=24)	1,2-38,6 8,43	00:35-26:20 06:52	0,43-3,77 1,48	2,4-24 7,92	0,17-9,18 2,1
Pin Sec (n=18)	2,3-49,9 15,4	02:40-60:35 19:14	- -	2,4-28,8 11,4	0,19-22,29 2,60
Chassieu (n=7)	2,4-50,0 18,8	03:07-31:38 14:31	0,8-1,7 1,2	4,7-22,7 12,2	0,2-9,8 2,8

Large gamme de
précipitation et durée

Evénements pluvieux de
faibles intensités

Matériels et méthodes



Molécules analysées (n=77)

Métaux (n=14)	HAP (n=16)	Pesticides (n=30)	PBDE (n=9)	BPA/APnEO (n=8)
ICP-MS ICP-AES	GC-Tof	GC-MS LC-MSMS LC-Fluo	GC-MS	LC-MSMS
Total Dissous	Particulaire Dissous	Particulaire Dissous	Particulaire Dissous	Particulaire Dissous



Matériels et méthodes



Molécules analysées (n=77)

Métaux (n=14)

As, Cd,
Pb, Cr,
Zn, Cu,
Pt, Ni,
Ti, V, Sr,
Co, Mo,
Ba

HAP (n=16)

Acyl Pyr N P
F Chry B(a)A
B(b)F IP
D(ah)A Fluo
BP B(a)P A
B(k)F Ace

Pesticides (n=30)

PBDE (n=9)

28, 47, 99,
100, 153,
154, 183,
205, 209

BPA/APnEO (n=8)

BPA
OP
OP1EO
OP2EO
NP
NP1EO
NP2EO
NP1EC

Chlorfenviphos, Endosulfan A, deltamethrine, Diuron Isoproturon, Folpel, Epoxiconazole, Aldrine, Metaldehyde, Tebuconazole, Gly, AMPA, Dieldrine, Isodrine, Gly ammonium, Carbendazime, isothiazolinone, Irgarol, mecoprop, 2_4_D, 2_4_MCPA, terbutryne, acetochlore, trichlopyr, metazachlor, fenpropidine, diflufenicanil, chlorothalonil, pendimethaline, metolachlore

Prioritaire/Prioritaire dangereuse/Soumise à révision (Dir 2008/05/CE)

Matériels et méthodes



Exploitation des résultats

- PG vs. bases de données (NURP, QASTOR) → représentatif ?
- Paramètres globaux et micropolluants

(1) Occurrences et niveaux de conc



Sur valeurs disponibles
(distributions observées)

Sur distributions ajustées
(Test de Shapiro-Wilk, $\alpha = 0,05$)

(2) Différences entre BV



Comparaison paramètres sur distrib. ajustées
(Test de Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$)

(3) Production RAT-exutoire



Ratio entre conc RAT / conc eaux pluviales

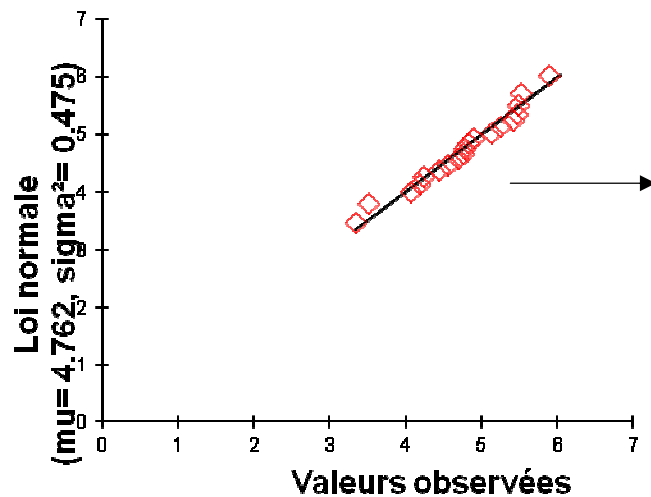
Matériels et méthodes



Exploitation des résultats

1) Distribution	PG	Métaux	HAP	Pesticides	PBDE	BPA/APnEO
Log-normal	(n=3)	(n=14)	(n=16)	(n=30)	(n=9)	(n=8)
Sucy	X	X	X	-	X	X
Pin Sec	X	X	X	-	X	X
Chassieu	X	-	-	-	-	-

[MES] – Sucy (n=24)



[MES] ± ET

Loi ajustée		Echantillon	
Moy	ET	Moy	ET
148	116	143	88

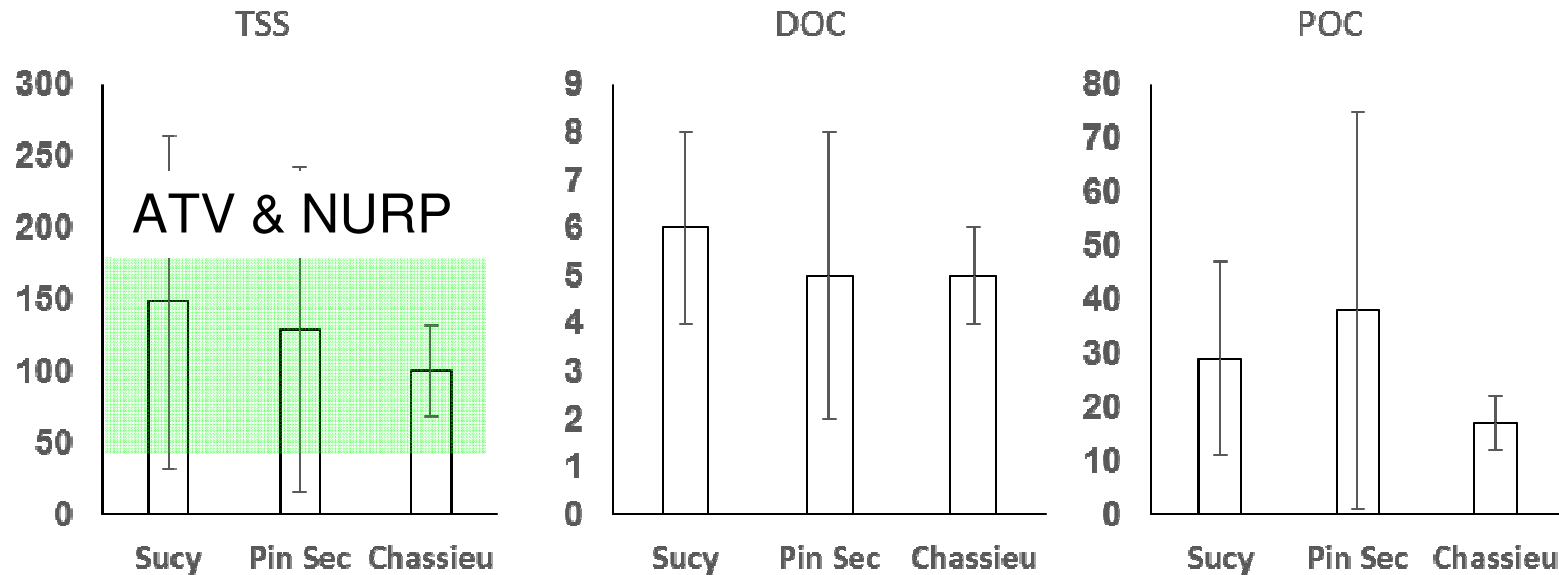
[MES] (Q20, Q50, Q80)

(Test de Shapiro-Wilk, $\alpha = 0,05$)

Résultats et discussions



Paramètres globaux (Conc moy \pm ET, mg/l)



100 < [MES] < 150 mg/l



Mesure turbidité
2004-2011
MES = 75 mg/l

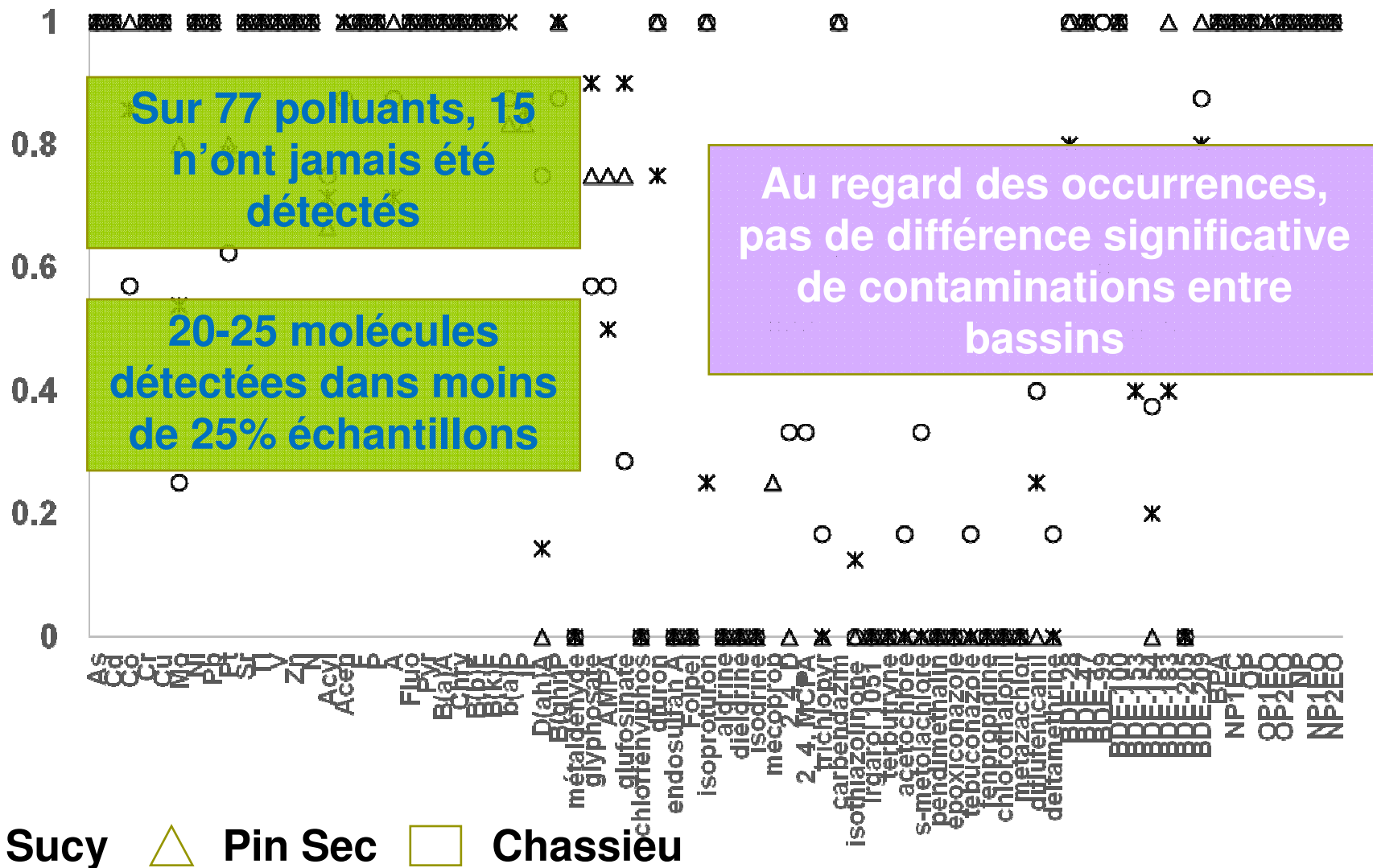
Métadier et Krajeswki (2012)

Campagne de mesures
représentatives des eaux
pluviales

*Pas de différence
significative
(Test de Kruskal-Wallis,
 $\alpha = 0.05$)*

Résultats et discussions

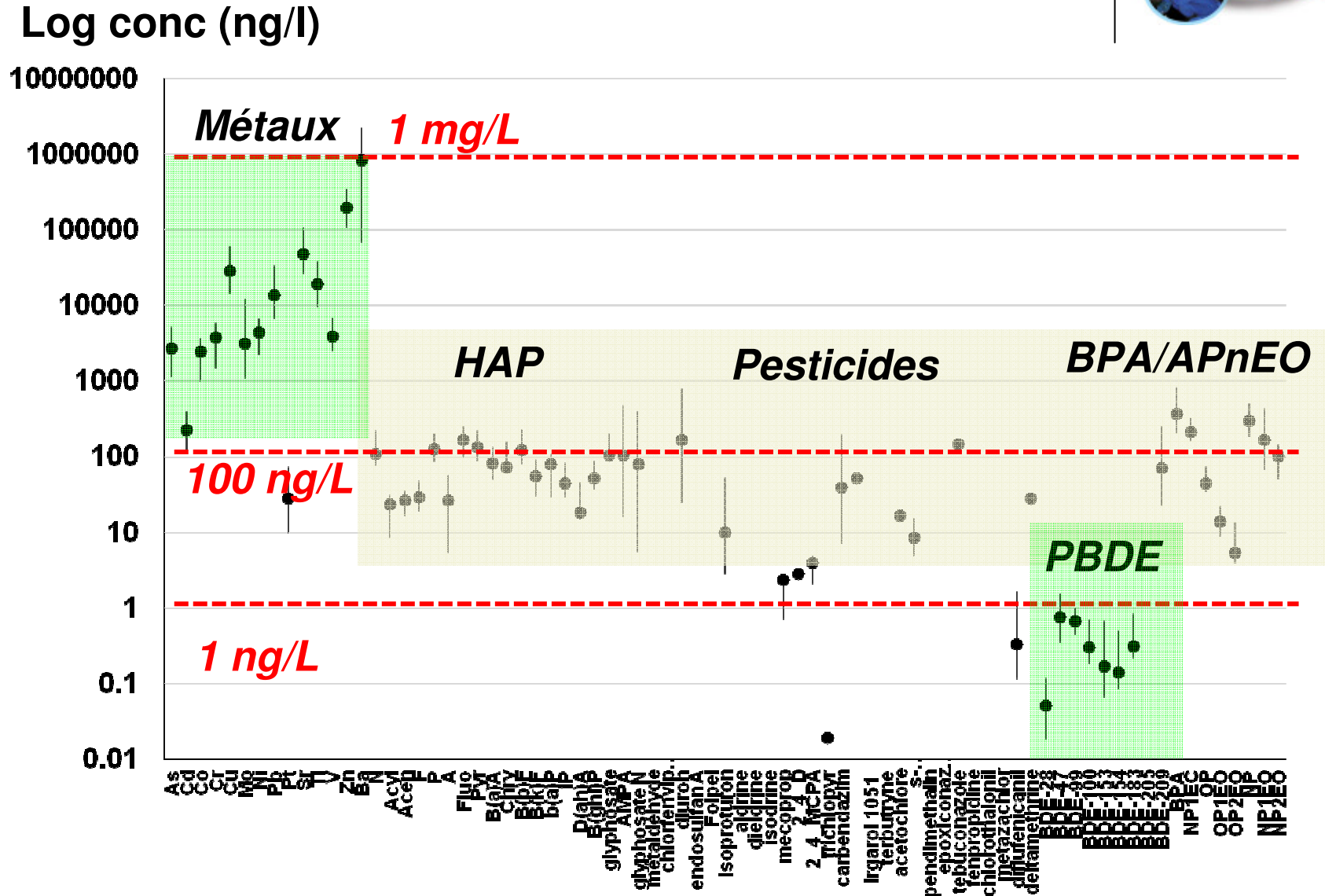
Photographie générale – Occurrence



Résultats et discussions



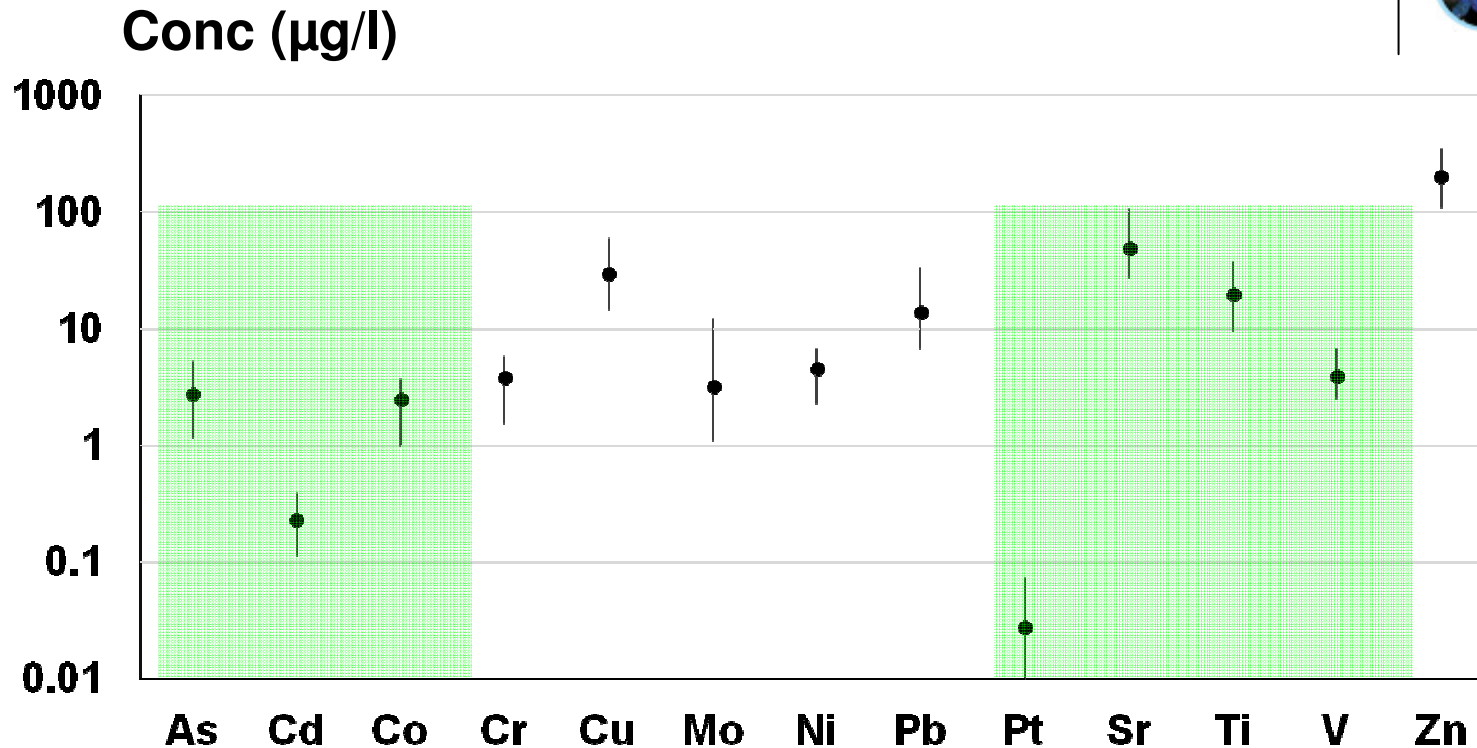
Photographie générale – Conc (Q20, Q50, Q80)



Résultats et discussions



Focus sur les métaux

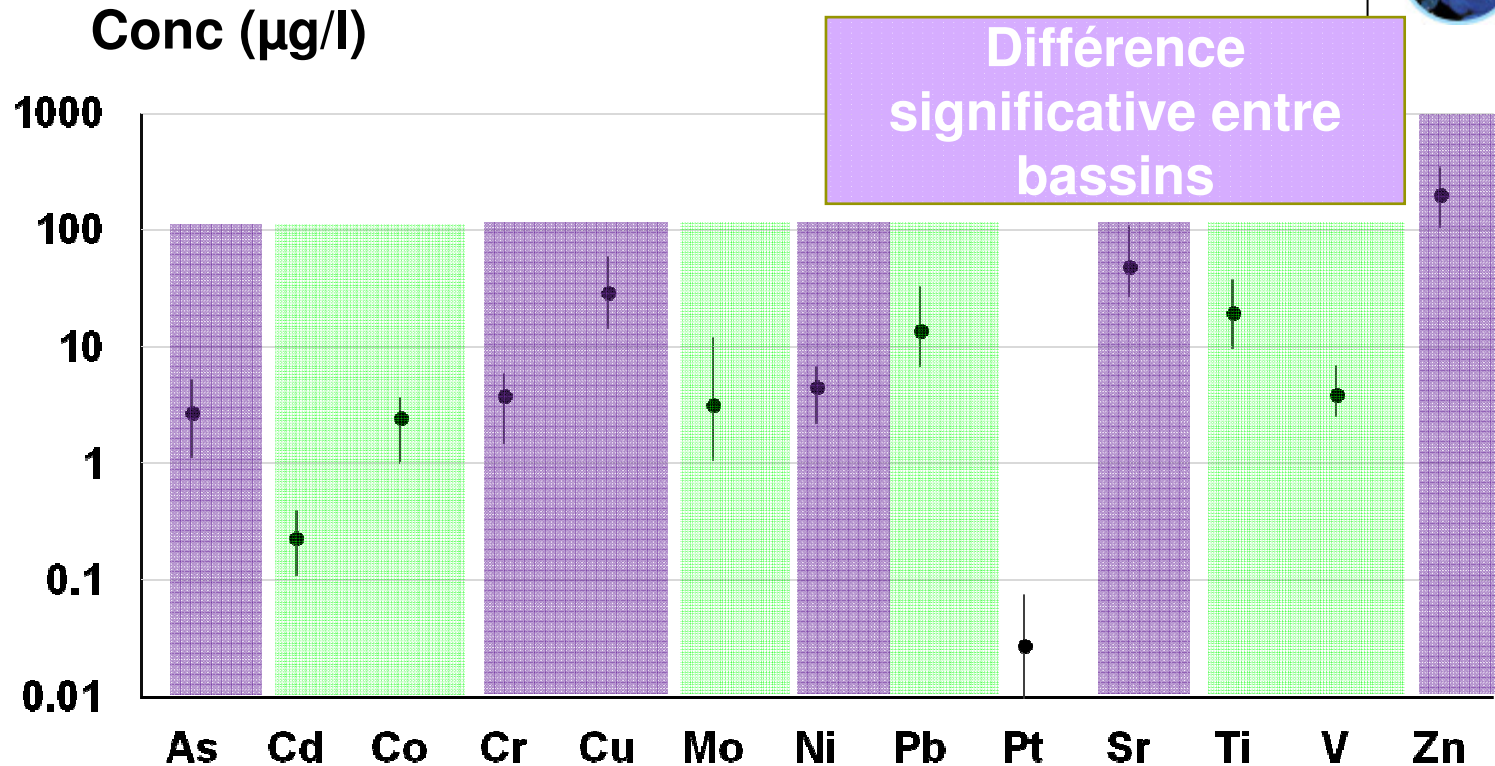


- Métaux systématiquement détectés (sauf Co, Mo, Pt)
- Métaux peu documentés dans la littérature (3-4 références)
- Niveaux globalement comparables avec littérature (Rossi, 1998, NURP database, Sabin *et al.*, 2003)

Résultats et discussions



Focus sur les métaux



- 7 métaux : pas de différence (Sucy, Pin Sec et « Chassieu »)
- 6 métaux : différence (Sucy, Pin Sec et « Chassieu »)

Résultats et discussions



Focus sur les métaux

Substances	Sucy (n=8)		Pin Sec (n=15)		Chassieu (n=5)	
	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET
As	1.18	0.80	4.04	2.70	0.88	0.66
Cr	3.55	2.54	1.95	1.46	6.20	5.00
Cu	38.00	28.41	14.87	11.33	34.62	29.19
Ni	2.88	1.97	3.14	2.28	6.64	4.53
Sr	112.83	79.62	28.98	29.46	51.40	34.17
Zn	212.35	145.08	126.34	87.06	239.78	196.77

Trafic routier
(Cu, Zn, Sr, Ti)

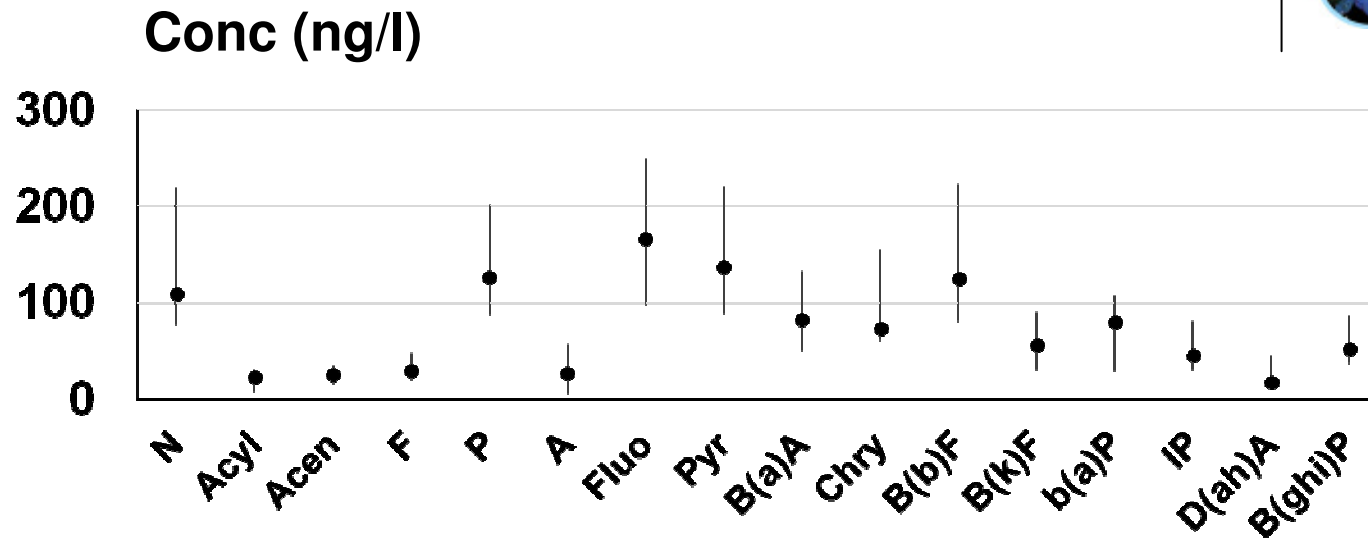
Abrasion plaquette frein
Érosion pneumatique
(Stermbeck *et al.*, 2002)

Apports
industriels
et
Trafic routier

Résultats et discussions



Focus sur les HAP



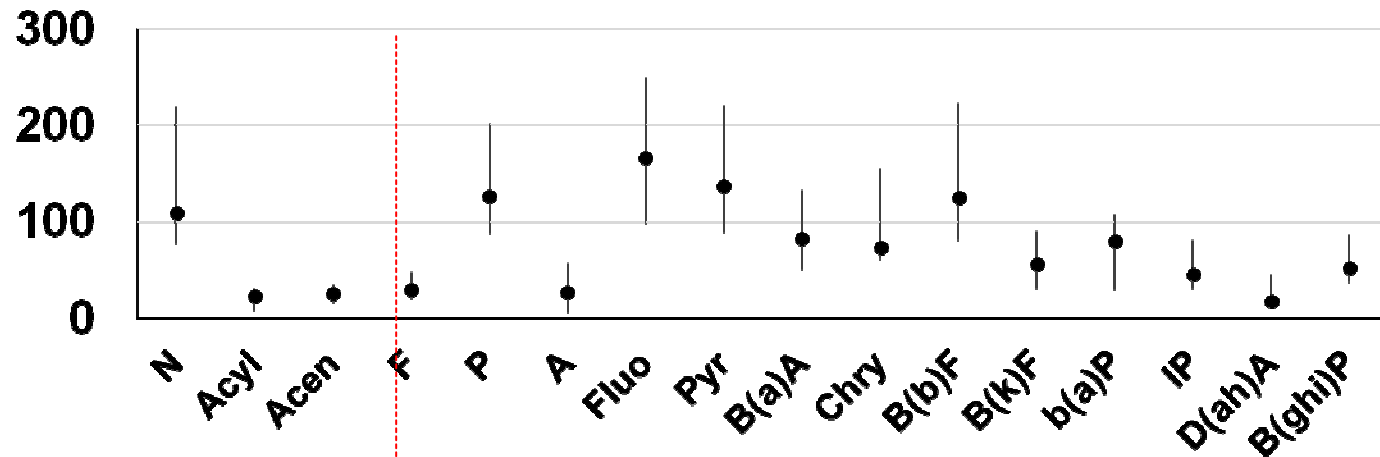
- HAP quasi-systématiquement détectés sauf D(ah)A, B(ghi)P, IP
- Contribution parfois importante composés volatils (N, Ace, Acyl)

Résultats et discussions

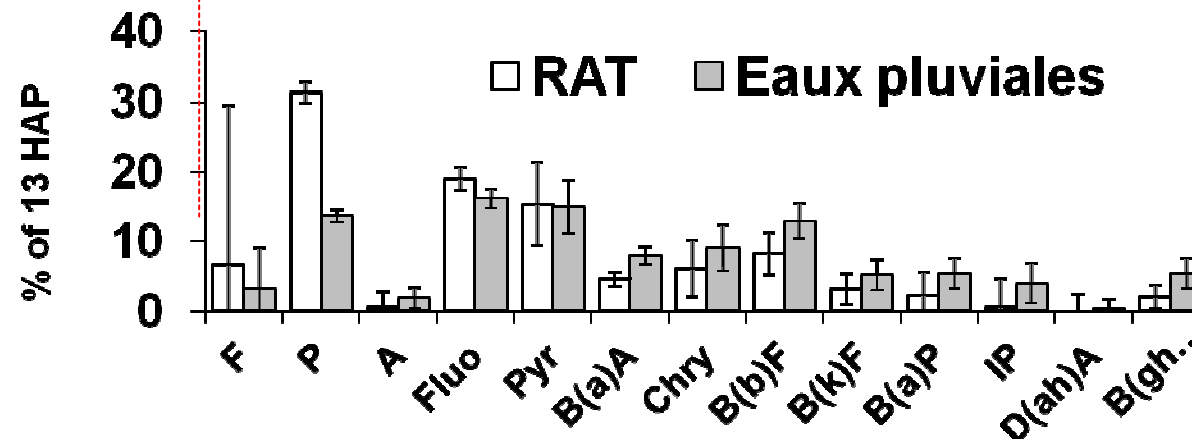


Focus sur les HAP

Conc (ng/l)



Enrichissement
HAP lourds
(4-6 cycles)
Apports liés au
trafic
automobile

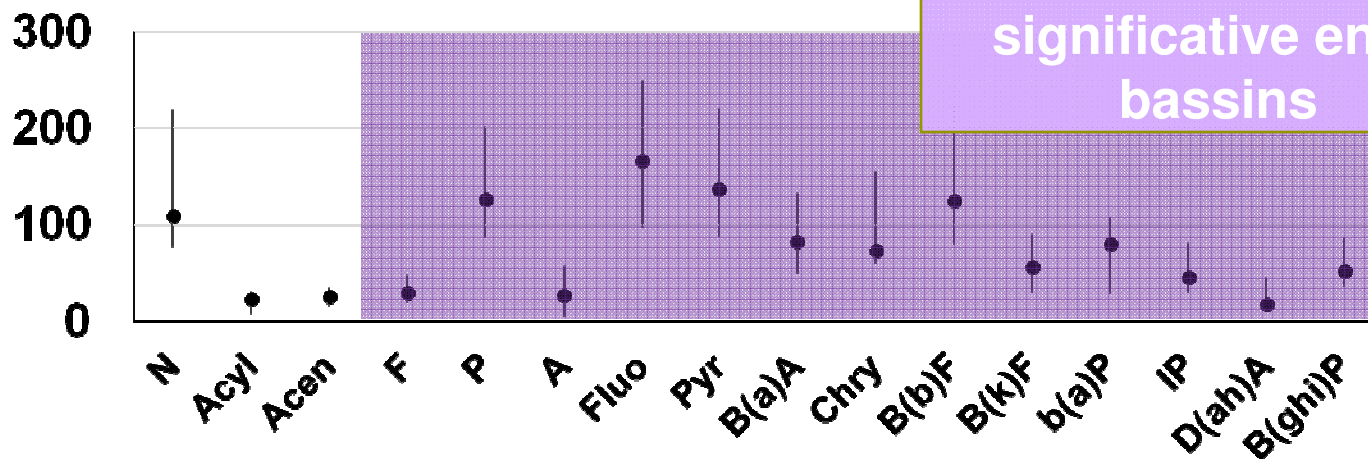


Résultats et discussions



Focus sur les HAP

Conc (ng/l)



Différence significative entre bassins

Substances	Sucy (n=8)		Pin Sec (n=7)		Chassieu (n=4)	
	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET
Fluo	217	193	105	72	97	65
$\sum_{13} \text{HAP}$	1 237	1 127	723	491	644	406

$\sum_{13} \text{HAP}$
800 - 6 480
3 300 ng/l
Zghieb *et al.*, (2011)

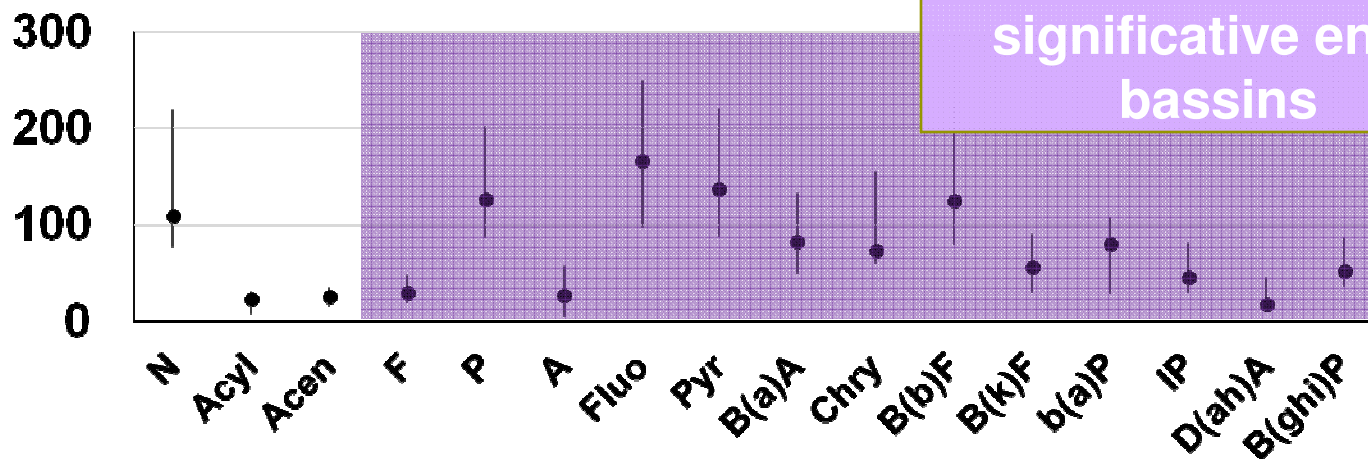
$\sum_{13} \text{HAP}$
550 - 2 200
1 100 ng/l
Bressy *et al.*, (2012)

Résultats et discussions



Focus sur les HAP

Conc (ng/l)



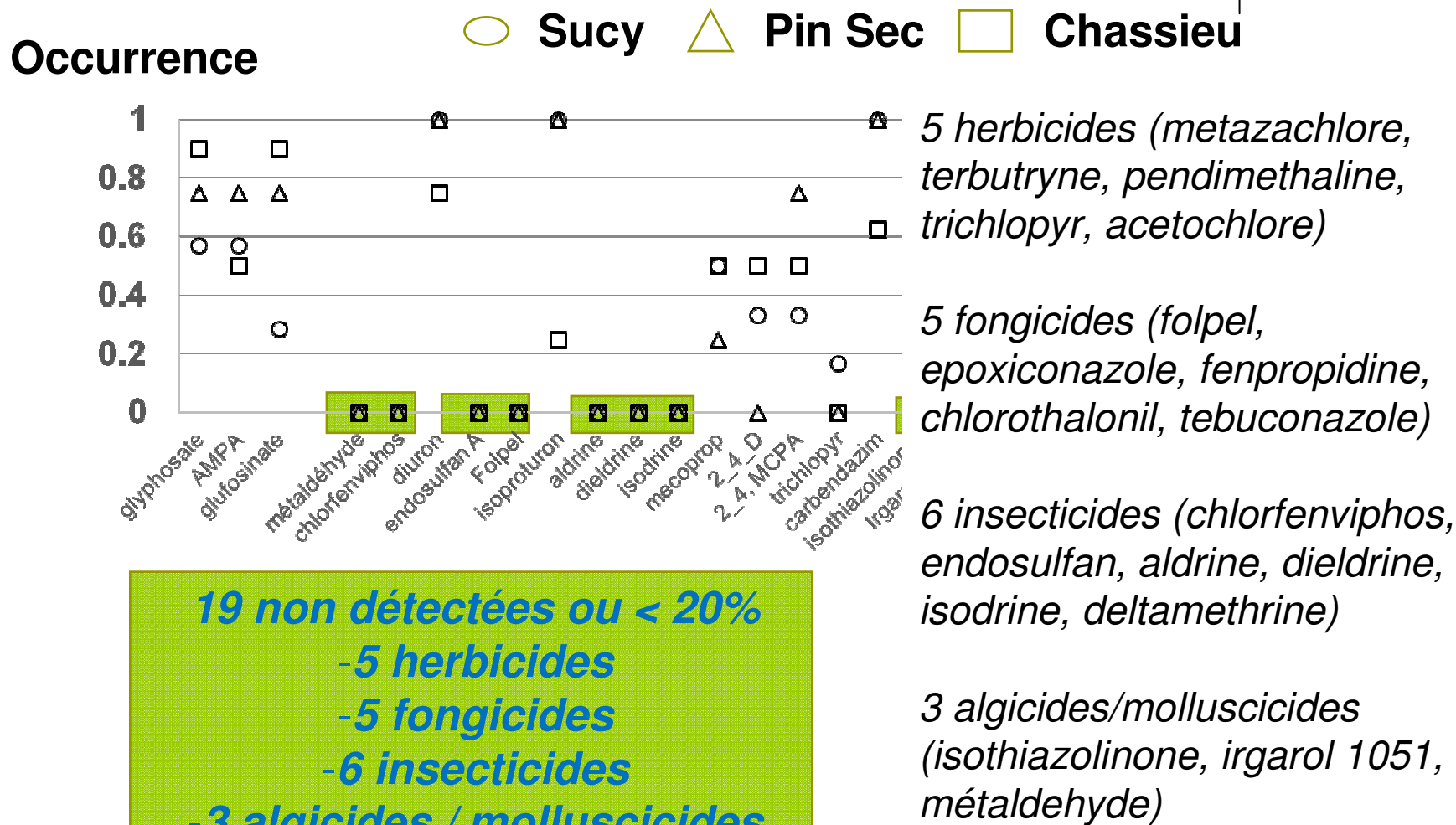
Différence
significative entre
bassins

Substances	Sucy (n=8)		Pin Sec (n=7)		Chassieu (n=4)	
	Moy	ET	Moy	ET	Moy	ET
Fluo	217	193	105	72	97	65
\sum_{13} HAP	1 237	1 127	723	491	644	406
Trafic (véh.km/j) /ha imp	60 000		10 000		36 000	
	1 250		670		270	
Teneur HAP (ng/g)	19 000		7 000		6 000	

Résultats et discussions



Focus sur pesticides

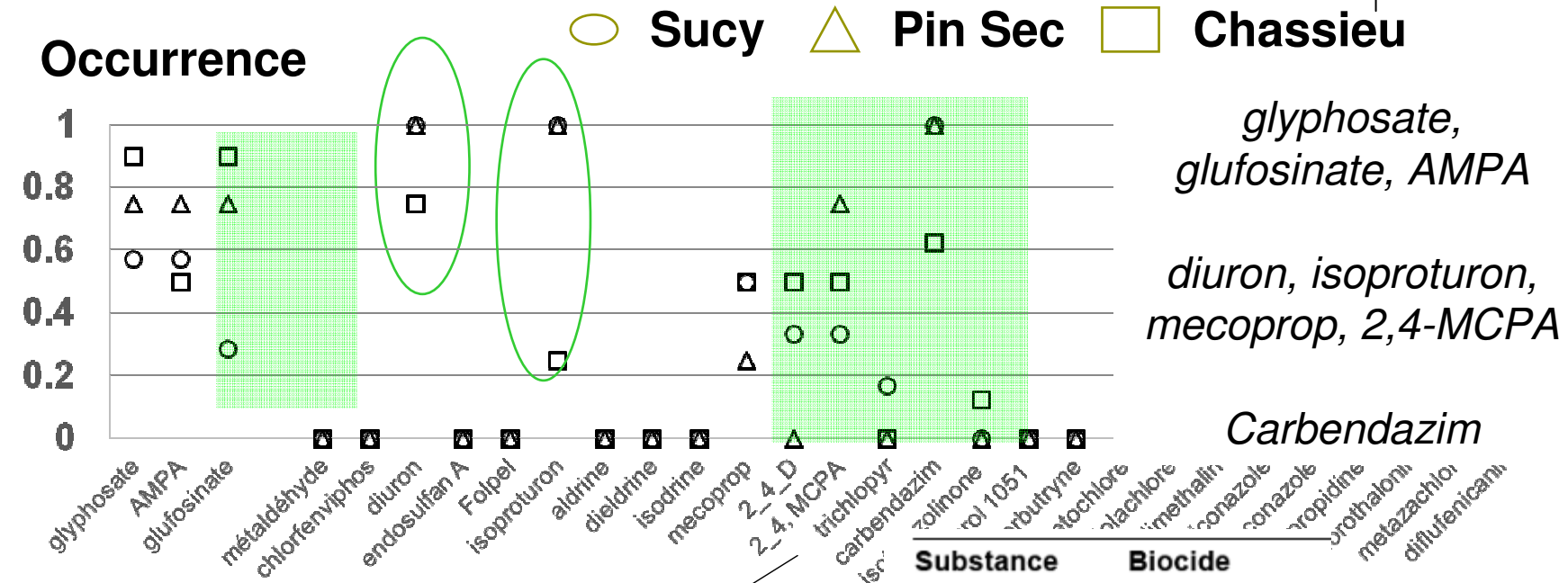


19 non détectées ou < 20%
 -5 herbicides
 -5 fongicides
 -6 insecticides
 -3 algicides / molluscicides
 (2 < LQ < 7 ng/l)

Résultats et discussions



Focus sur pesticides



Herbicides
Usage par
particuliers
et services
municipaux ?

Herbicides
+
Biocides

Substance	Biocide
Triazine	Irgarol 1051 Terbutryn
Phenylurea	Diuron Isoproturon
Isothiazolinone	DCOIT OIT
Carbamate	IPBC Carbendazim
Metal organic	Zinc pyrithione

Biocides
façades et
peintures

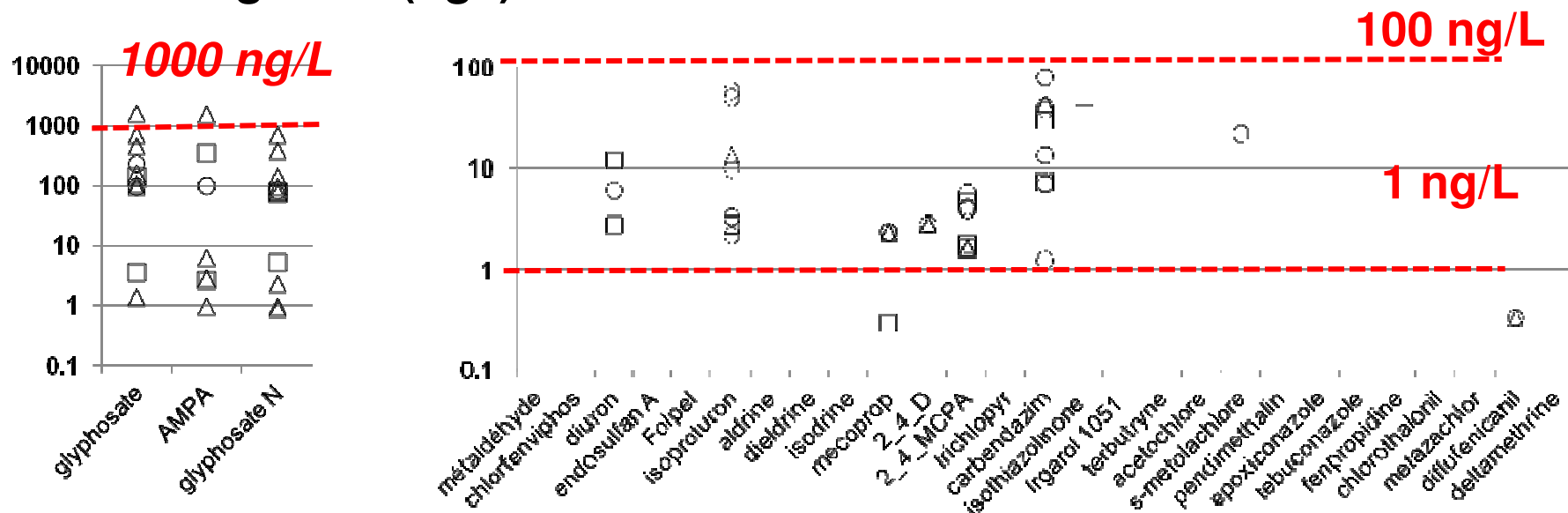
Burkhardt et
al., (2012)

Résultats et discussions



Focus sur pesticides

Log conc (ng/l)

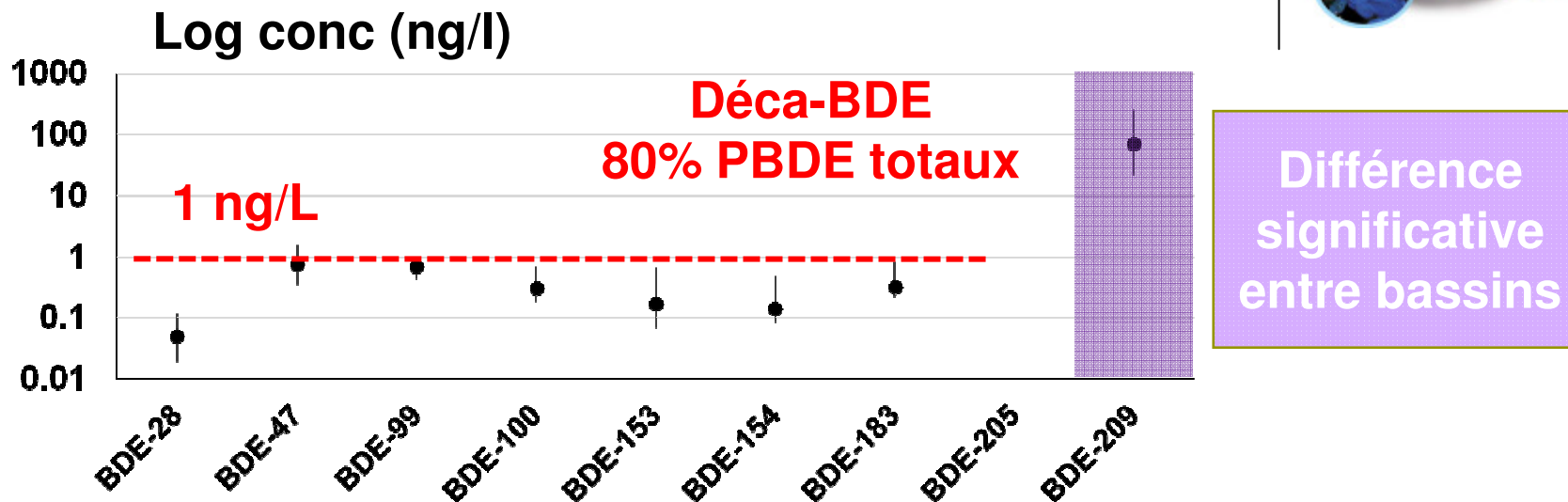


- Concentrations glyphosate (95-198 ng/l, Q20-Q80, 3 sites)
- Concentrations très fluctuantes → Quantité épandue
Caractéristiques des pluies
Coefficients de transfert
- Différences entre sites non examinées

Résultats et discussions



Focus sur PBDE



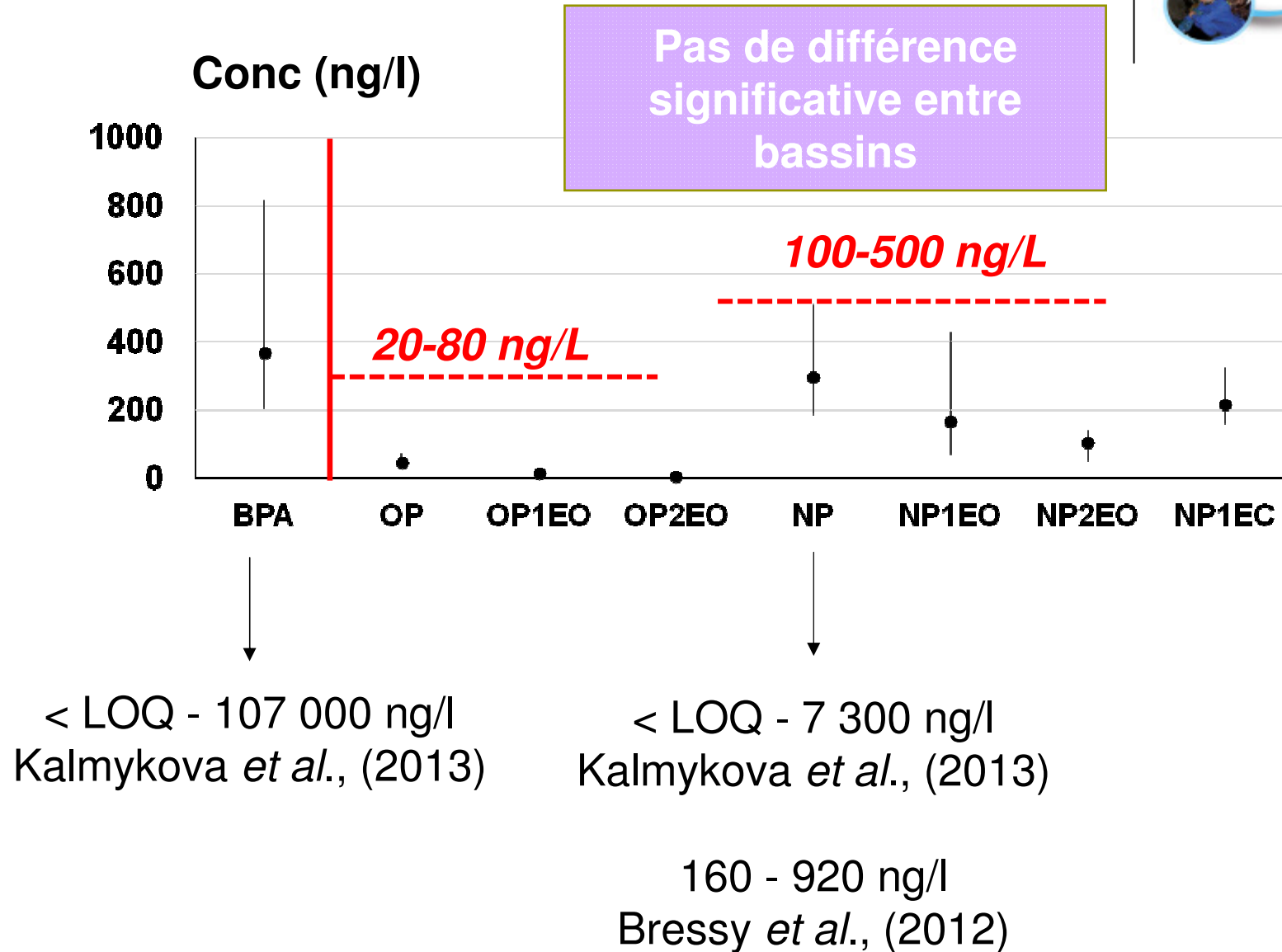
- BDE-28/47/99/100/209 fréquemment observés (60 - > 80%)
- Pas de données sur eaux pluviales (à notre connaissance)
- Niveaux supérieurs aux retombées atmosphériques totales (Muresan *et al.*, 2010, Tlili *et al.*, 2012)

Substances	Sucy (n=12)		Pin Sec (n=7)		Chassieu (n=2)	
	Moy	ET	Moy	ET	Val 1	Val 2
BDE-209	25	23	90	111	86	98

Résultats et discussions



Focus sur BPA/APnEO



Résultats et discussions



Différences entre les bassins versants

Métaux (n=14)

As, Cd,
Pb, Cr,
Zn, Cu,
Pt, Ni,
Ti, V, Sr,
Co, Mo,
Ba

HAP (n=16)

Acyl Pyr N P
F Chry B(a)A
B(b)F IP
D(ah)A Fluo
BP B(a)P A
B(k)F Ace

Pesticides (n=30)

Données
limitées

PBDE (n=9)

28, 47, 99,
100, 153,
154, 183,
205, 209

BPA/APnEO (n=8)

BPA
OP
OP1EO
OP2EO
NP
NP1EO
NP2EO
NP1EC

Apports locaux
industriels

+

trafic routier

Explication
?

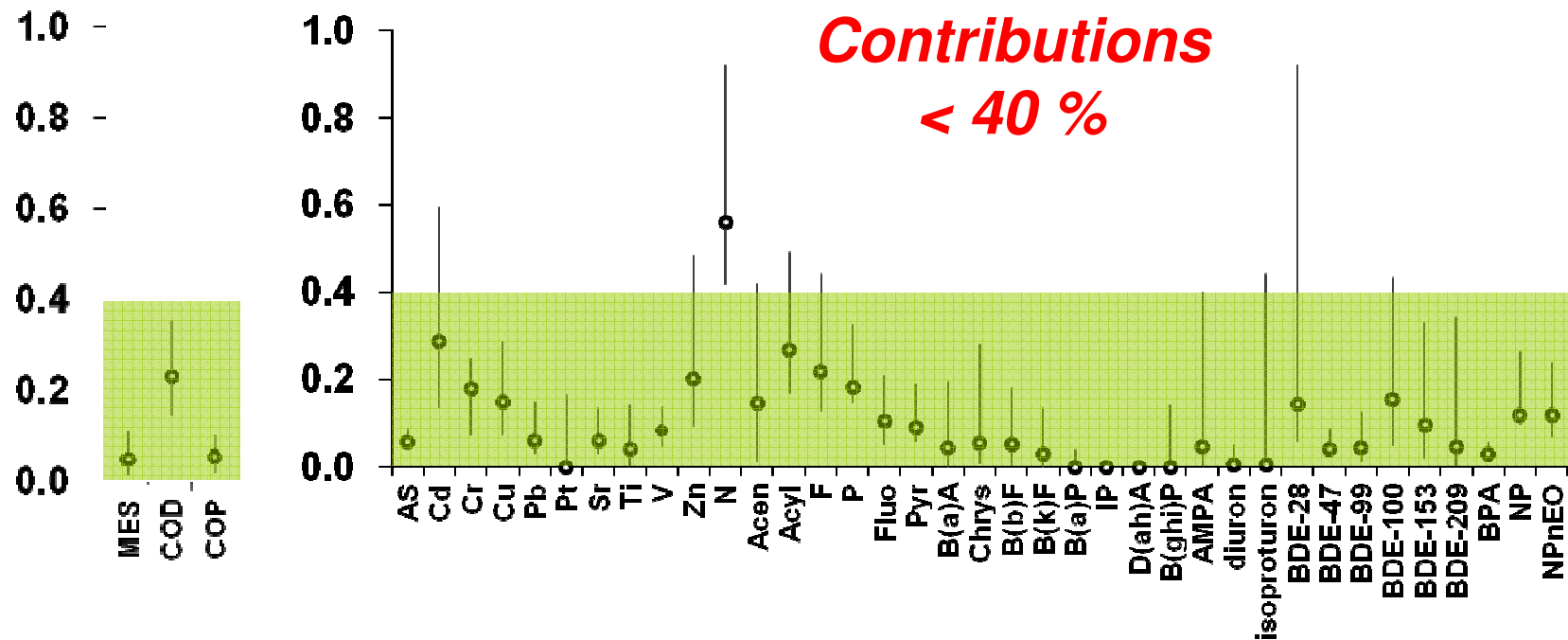
Grande diversité
d'applications
Lissage ?

Résultats et discussions



Contributions des RAT ($[\text{Conc}]_{\text{EXT}}/[\text{Conc}]_{\text{RAT}}$)

Q20-Q50-Q80, tous sites confondus



- Contributions sources locales (trafic, chaussées, bâtis ?)
- Quelques différences locales

Conclusions et perspectives



1) Evaluer la qualité des eaux pluviales pour un large panel de polluants (n=77) à l'échelle de 3 BV péri-urbains,

2) Déterminer si la qualité des eaux pluviales diffère sur ces bassins et analyser si le plan d'occupation des sols ou les activités sont responsables de ces différences,

- Création d'une base de données importante
- Mise en évidence de spécificité sur chaque bassin
- Certaines limites dans l'interprétation des résultats

Conclusions et perspectives



1) Evaluer la qualité des eaux pluviales pour un large panel de polluants (n=77) à l'échelle de 3 BV péri-urbains,

2) Déterminer si la qualité des eaux pluviales diffère sur ces bassins et analyser si le plan d'occupation des sols ou les activités sont responsables de ces différences,



Micropolluants in urban stormwater: occurrence, concentrations and atmospheric contributions for a wide range of contaminants in three French catchments

Gasperi·J.^{1,*}·Sebastian·C.²·Ruban·V.^{3**}·Delamain·M.³·Percot·S.³·Wiest·L.⁴·Mirande·C.¹·Caupos·E.¹·Demare·D.³·Diallo·Kessoo·M.⁵·Saad·M.¹·Schwartz·JJ.⁵·Dubois·P.¹·Fratta·C.⁴·Wolff·H.⁵·Moilleron·R.¹·Chebbo·G.¹·Cren·C.⁴·Millet·M.⁵·Barraud·S.²·Gromaire·MC.^{1,***}

Conclusions et perspectives



1) Evaluer la qualité des eaux pluviales pour un large panel de polluants (n=77) à l'échelle de 3 BV péri-urbains,

2) Déterminer si la qualité des eaux pluviales diffère sur ces bassins et analyser si le plan d'occupation des sols ou les activités sont responsables de ces différences,

- Relation entre flux de contaminants et évènements
- Corrélation entre contaminants
- Flux annuels de polluants (A. Hannouche)

- Dans quelle mesure peut-on généraliser ces résultats ?
- Les campagnes de mesure ne permettent pas de visualiser de différences : réelle absence ou manque de finesse ? Autres approches ?

Conclusions et perspectives



3) Evaluer la contribution relative des apports atmosphériques et des sources locales de contamination (chaussées, bâtis) à la pollution des eaux pluviales

- Contributions minoritaires des apports atmosphériques
- Origine des contaminations (BPA, AP, PBDE) ?

Lien avec lessivage
des matériaux urbains
(Lamprea, 2012)

Lien avec approche SFA
(Substance flow analysis)
(Petrucci, 2013)

Projet de recherche « INOGEV »

Innovations pour une gestion durable de l'eau en ville

Connaissance et maîtrise de la contamination des eaux pluviales urbaines



**Contamination en micropolluants des EP urbaines :
synthèse des campagnes de mesures**

Gasperi J., Sebastian C., Ruban V., Delamain M., Percot S., Wiest L., Mirande C.,
Caupos E., Demare D., Diallo Kessoo M., Saad M., Schwartz JJ., Dubois P., Fratta C.,
Wolff H., Moilleron R., Chebbo G., Cren C., Millet M., Barraud S, Gromaire MC.