Colloque annuel du PIREN-Seine
4 & 5 octobre 2018

Bilan et dynamique des transferts d'éléments traces et de HAP, de l'atmosphère à l'exutoire, à l'échelle du bassin de l'Orge

impacts de l'hydrologie et de l'usage des sols

Claire FROGER (LSCE – GEOPS) –

***Sophie AYRAULT** (LSCE) – Cécile QUANTIN (GEOPS) -*

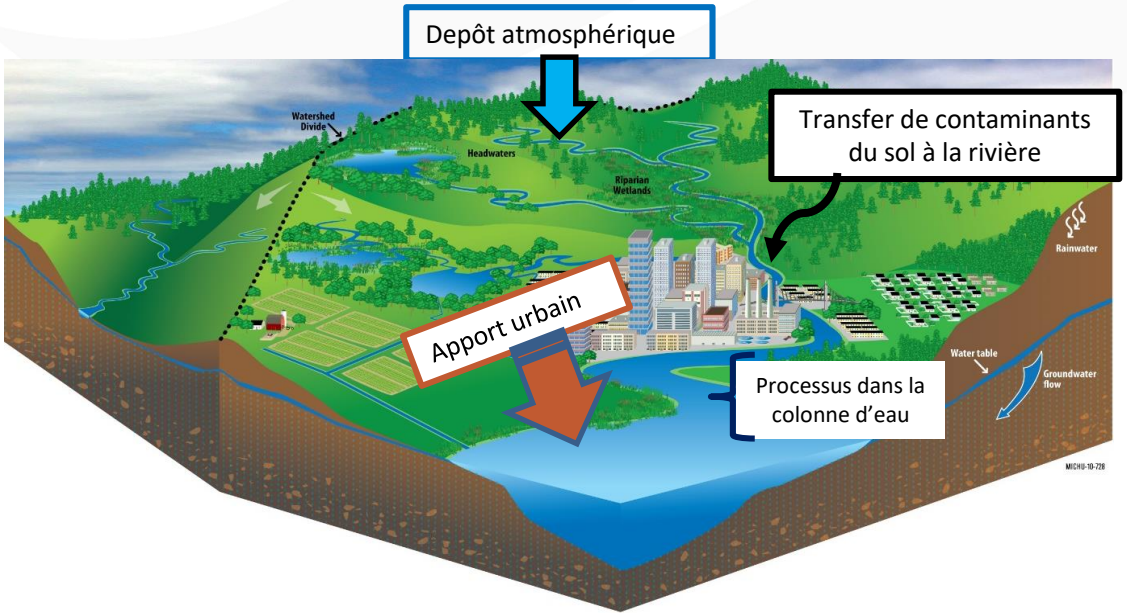
Johnny GASPERI (LEESU) – Olivier EVRARD (LSCE) - Louise BORDIER (LSCE) – Gaël MONVOISIN (GEOPS) – Emilie CAUPOS (LEESU)

Objectifs du projet :
Sources et dynamiques des éléments traces et hydrocarbures aromatiques polycycliques dans un bassin versant contrasté

Niveaux de contamination et flux :
- Apports atmosphériques
- Exports par la rivière

Identifier les sources :
- Des particules (radionucléides)
- De contamination : isotopie du Pb et géochimique organique

Processus :
- Dynamique spatiale et temporelle des particules et des contaminants
- Echanges dans la colonne d'eau

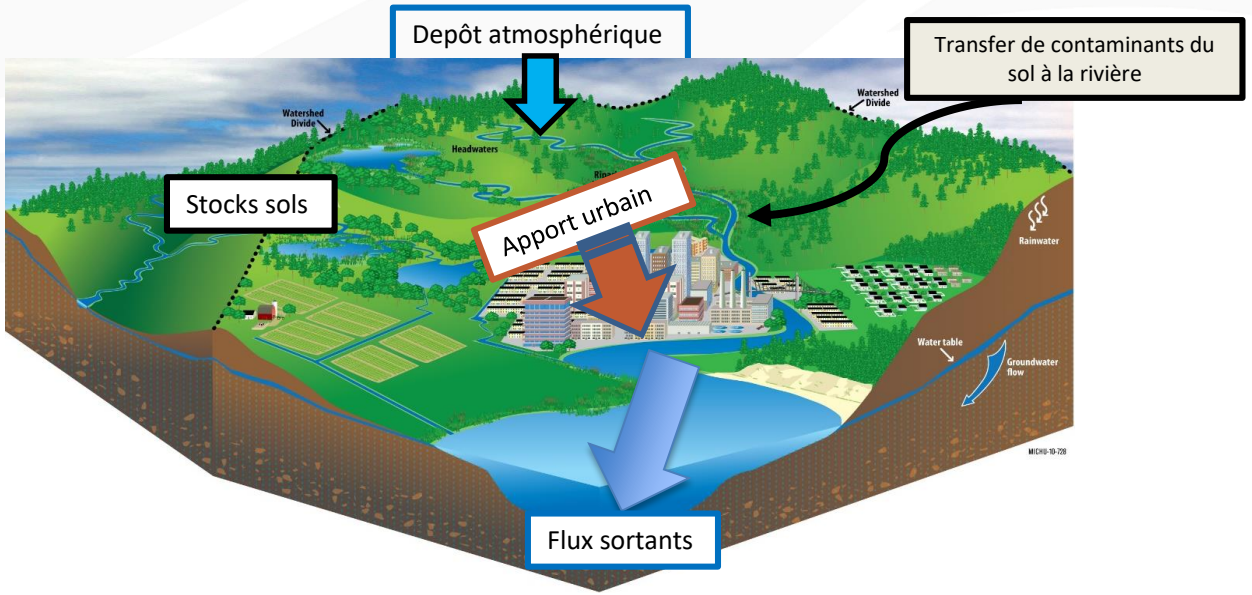


Influence de:

Occupation du sol
&
Hydrologie

Objectifs du projet :
Sources et dynamiques des éléments traces et hydrocarbures aromatiques polycycliques dans un bassin versant contrasté

→ Dynamique temporelle et spatiale des flux d'éléments traces et de HAP exportés par la rivière
→ Bilan de flux à l'échelle du bassin : flux entrants – sortants - stocks



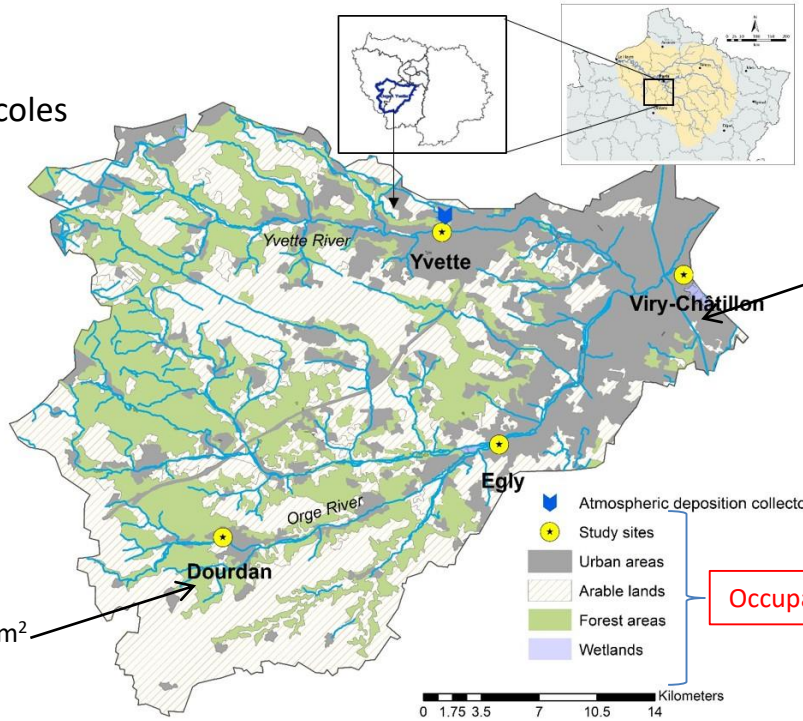
Site d'étude : le bassin versant de l'Orge

→ Variabilité spatiale : impact de l'urbanisation

Surface : 900 km^2

→ Amont : forêt, surfaces agricoles
→ Aval: urbanisation dense

Dourdan



AMONT
300 inhab/km^2

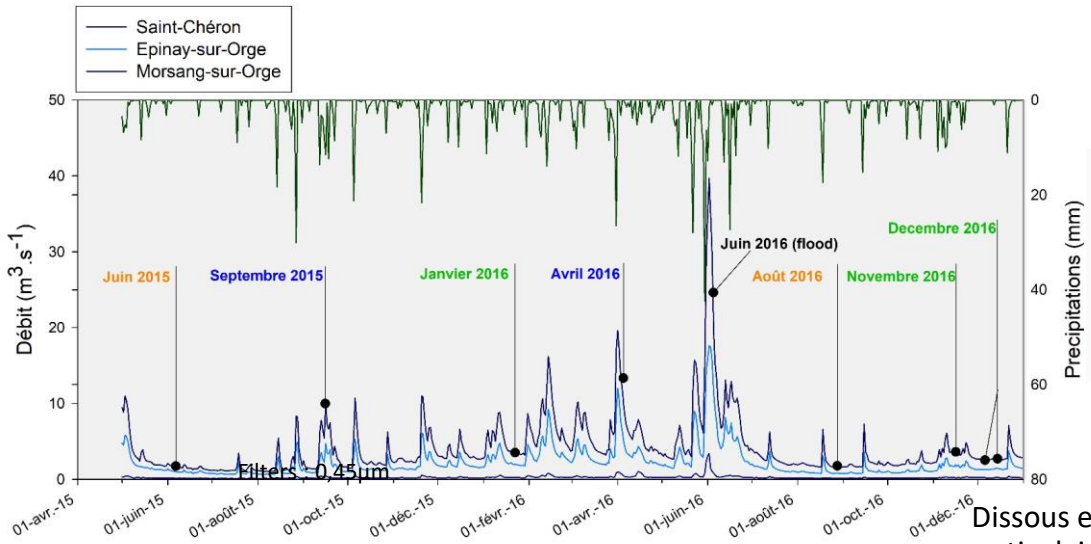
AVAL
>5000 inhab/km^2

Viry-Châtillon

Occupation du sol contrastée

Stratégie d'échantillonnage

Campagnes réparties au cours d'une année hydrologique
→ Variabilité temporelle

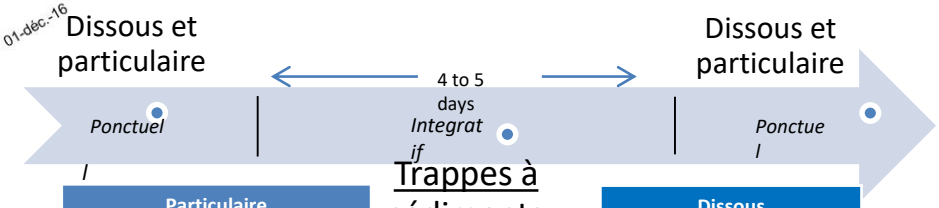


Régime hydrologique	Débit à Viry (m3/s)	Campagne d'échantillonnage
Etiage	<2	Juin 2015, Août 2016
Moyennes eaux	3 to 4	Janvier 2016, Novembre 2016
Hautes eaux	6 to 10	Septembre 2015, Avril 2016
Crue exceptionnelle	>15	Juin 2016

ponctuels → Prélèvements

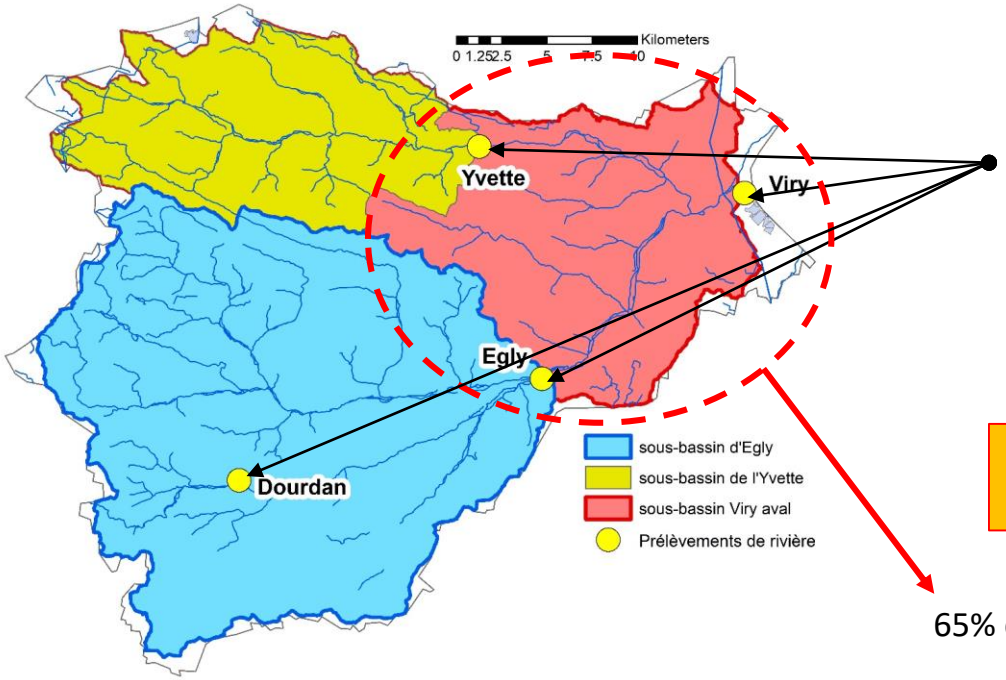
intégratifs → Trappes à sédiments

X 2 : HAP + métaux



Particulaire	Dissous
Elements majeurs(AAS) Elements traces(ICP-MS) Radionucléides HAP (GC-MS)	Elts majeurs(AAS) Traces(ICP-MS) Anions (Cl) HAP (GC-MS)

Estimation des flux : démarche de calculs



Pour chaque campagne :

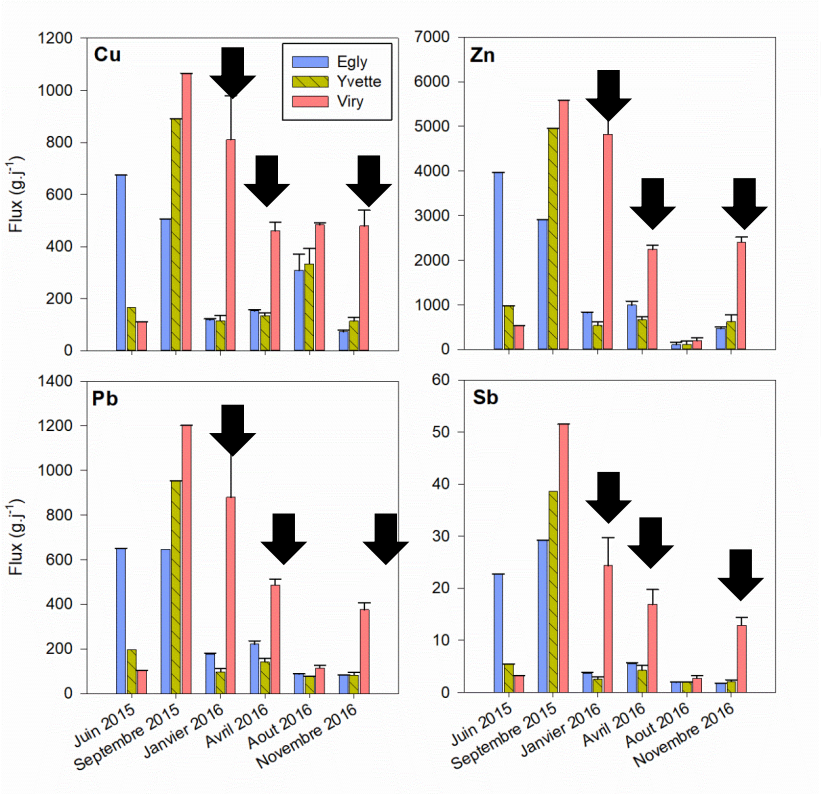
$$\Phi = Q \times [ET/HAP] \times [MES] \times 10^{-6}$$

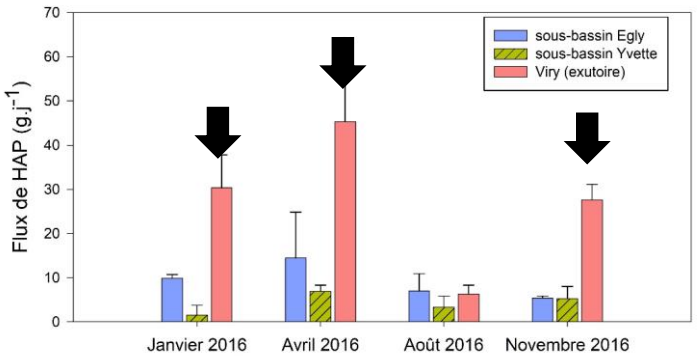
Φ : $g.j^{-1}$; Q : $L.j^{-1}$; $[ET/HAP]$: $\mu g.g^{-1}$; $[MES]$: $g.L^{-1}$

Différence exutoire et sous-bassins Yvette et Egly
→ **apport urbain**

65% de la surface urbaine du bassin

Variations temporelles des flux d'éléments traces et HAP

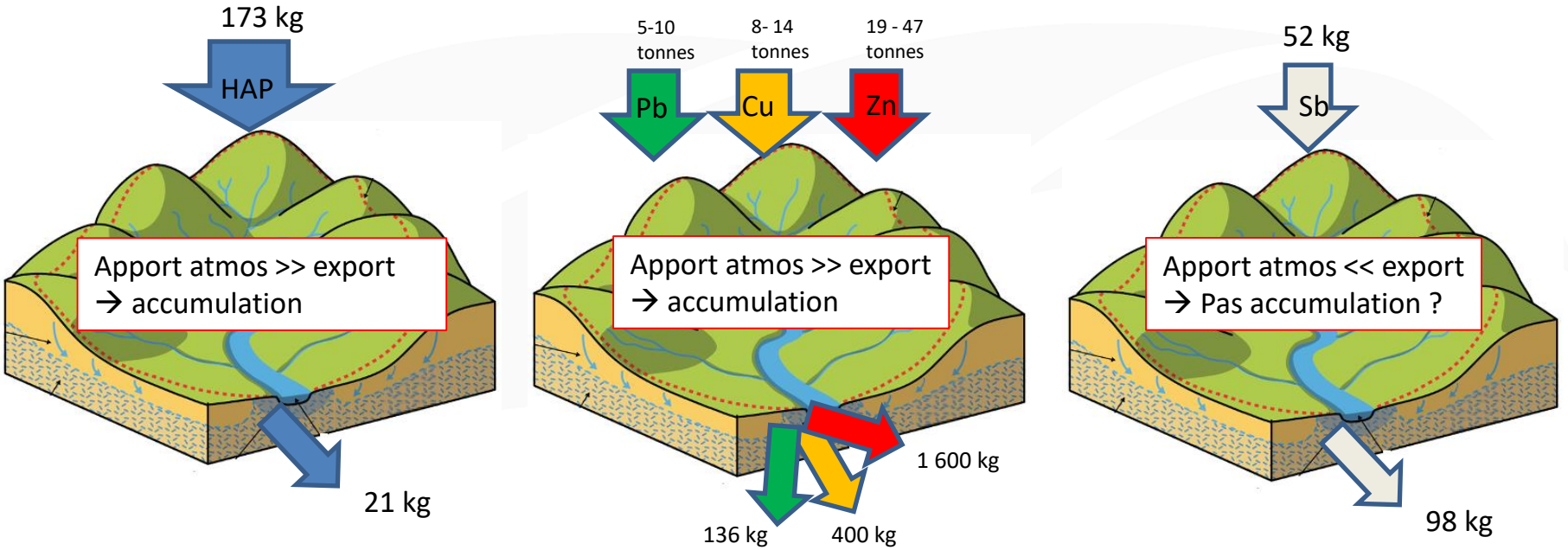




Flux exutoire >> flux amont → **APPORT URBAIN**

Moyennes eaux → période de pluies fréquentes : apport urbain plus important

Bilans annuels de flux de contaminants à l'échelle du bassin



Accumulation de contaminants dans un bassin déjà contaminé

En tonnes

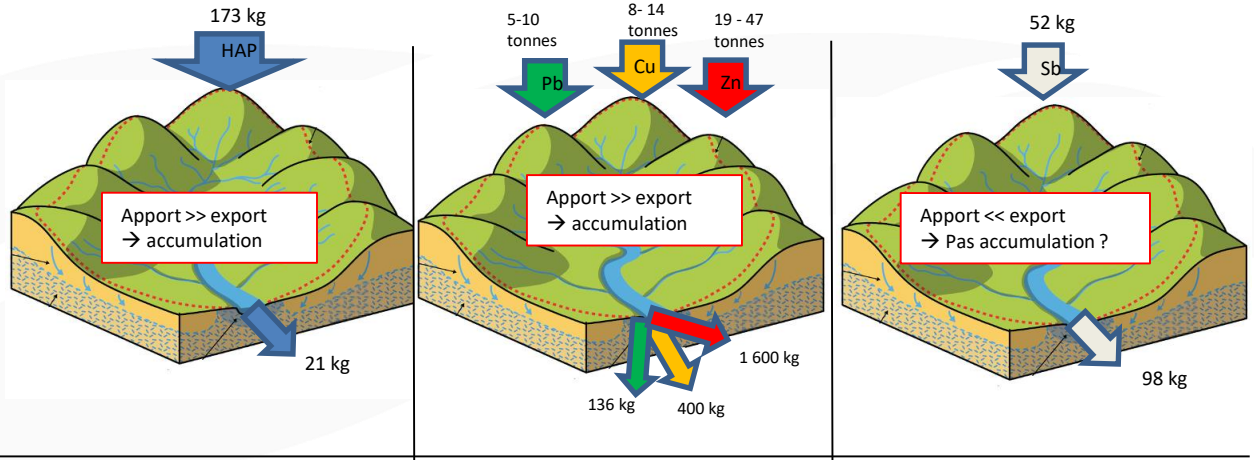
Profondeur (0,1 m)

Surface du type d'occupation (m^{-2})

$$Stock = [HAP/ET] \times D_i \times \rho_{sol} \times S_{sol}$$

Concentration ($mg.kg^{-1}$)

Densité sol (2000 $kg.m^{-3}$)



STOCK DANS LES SOLS

HAP : 1200 tonnes

Pb : 4 900 tonnes
2200 tonnes

Cu : 2400 tonnes
700 tonnes

Zn : 7100 tonnes

Sb : 210 tonnes
120 tonnes

$Stock_{Total}$ - $Stock_{Naturel}$
$Stock_{Anthropique}$

Conclusions et perspectives

Calculs des flux saisonniers :
→ Apport important de contaminants par la zone urbaine lors des pluies fréquentes et non des crues

Bilan global annuel :
→ Accumulation de Cu, Zn, Pb et HAP
→ Export plus important que l'apport atmosphérique pour Sb : production dans le bassin versant

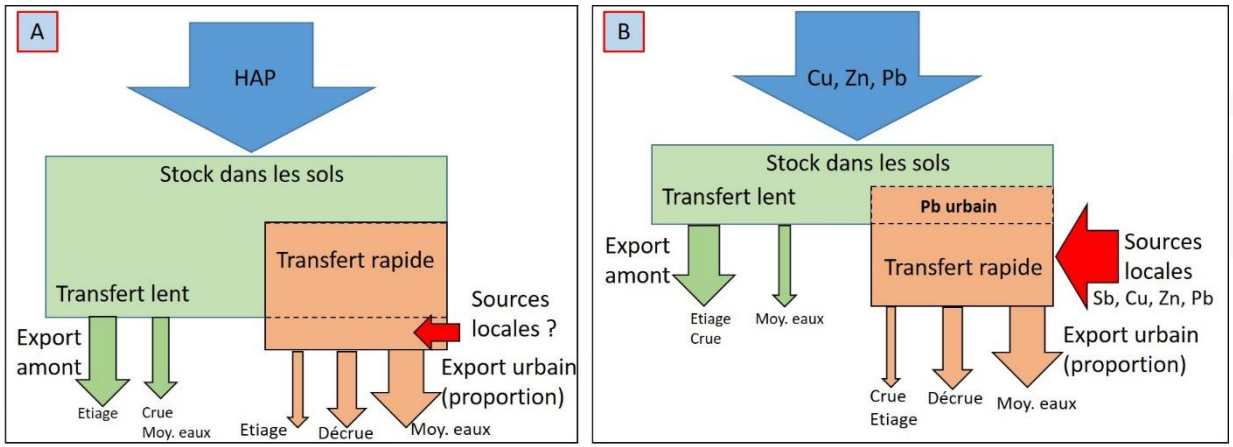
Stocks dans les sols :
→ Très importants pour Cu, Pb, HAP et Sb > au flux entrant

Accumulation de contaminants dans un bassin déjà pollué

Gestion des pollutions → s'intéresser au transfert en particulier en période hivernale de pluies fréquentes

Même comportement pour les éléments traces et HAP

→ Mêmes porteurs : les particules de ruissellement urbain



→ Tracer ces particules :

- → quantité transférée à la rivière
- → source des pollutions (trafic routier proche ou amalgame de contamination urbaine ?)
- → Influence des infrastructures présentes sur la quantité et le niveau de contamination de ces particules

Merci de votre attention

Soutenance de thèse
18 octobre 2018
13h30, Gif-sur-Yvette

Articles:

Publié

Claire Froger, Sophie Ayrault, Olivier Evrard, Gaël Monvoisin, Louise Bordier, Irène Lefèvre, Cécile Quantin. 2018. Tracing the sources of suspended sediment and particle-bound trace metal elements in an urban catchment coupling elemental and isotopic geochemistry, and fallout radionuclides. Environ. Res. Sci. Pollut. In press. DOI: 10.1007/s11356-018-2892-3

Soumis

C. Froger, C. Quantin, J. Gasperi, E. Caupos, G. Monvoisin, O. Evrard, S. Ayrault (2018). *Impact of increasing urban pressure on spatial and temporal dynamics of PAHs fluxes in an urban tributary of the Seine River (France)*.

En préparation

C. Froger, S. Ayrault, J. Gasperi, E. Caupos, G. Monvoisin, O. Evrard, C. Quantin. *Innovative combination of tracing methods to differentiate between legacy and current PAH sources in the atmosphere-soil-river continuum in an urban catchment (Orge River, France)*

Communications :

C. Froger, S. Ayrault, C. Quantin, L. Bordier, G. Monvoisin, Spatial and temporal dynamic of the contamination in an urban catchment: Combining metal isotope geochemistry and radionuclide chronometers. International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements ICOBTE. ETH Zurich, Switzerland, July 16-20, 2017. Oral presentation

S. Ayrault, M. Le Gall, C. Froger, C. Quantin. Insights in the Antimony pathways and behavior in urban environment. International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements ICOBTE. ETH Zurich, Switzerland, July 16-20, 2017. Oral presentation

C. Froger, S. Ayrault, C. Quantin, L. Bordier, G. Monvoisin, Spatial and temporal dynamic of the contamination in an urban catchment: Combining metal isotope geochemistry and radionuclide chronometers. Goldschmidt, Paris, 14-18 August 2017. Oral presentation

C. Froger, S. Ayrault, C. Quantin, L. Bordier, G. Monvoisin. Temporal variation of suspended sediment dynamics and river multi-contamination fluxes in an urbanized catchment. Goldschmidt, Boston USA, 13 – 17 August 2018. Oral presentation

PIREN Seine

claire.froger@lsce.ipsl.fr