

ACE-ICSEN, WP 2-3
Séminaire final
4 décembre 2020

Sources et dynamiques spatiales et temporelles des éléments traces et hydrocarbures aromatiques polycycliques dans un bassin versant contrasté

Claire FROGER, thèse (2015 – 2018) puis post-doc Projet ACE-ICSEN (nov 2018 – avril 2019)

Marion Le Gall post-doc Projet ACE-ICSEN (nov 2016 – avril 2017)

Floriane SORDES- DELVOLVE stage Master 2 (fev – août 2019)

Sophie AYRAULT (LSCE) – Cécile QUANTIN (GEOPS)

Gaël Monvoisin, Aurélie Noret (GEOPS)

Olivier Evrard, Louise Bordier, Irène Lefèvre (LSCE)

Johnny Gasperi, Emilie Caupos (LEESU)

La pollution des milieux : une problématique actuelle récurrente

Essonne : marée noire dans la vallée de l'Orge après le déversement d'hydrocarbures

(Le Parisien, 2020)

Trois pollutions ont été recensées du 20 au 24 novembre par le syndicat de l'Orge, qui a systématiquement porté plainte.



Longpont-sur-Orge (Essonne), novembre 2020. Des barrages flottants ont été installés pour stopper la pollution aux hydrocarbures lourds détectée dans le cours d'eau



Pollution aux hydrocarbures Loire
(France3 régions, 12 dec 2015)



Marées vertes en 2009, Bretagne
(Le Monde, 2013)



Pollution aux eaux usées
(Colomier)
(Fr3 régions, 2012)

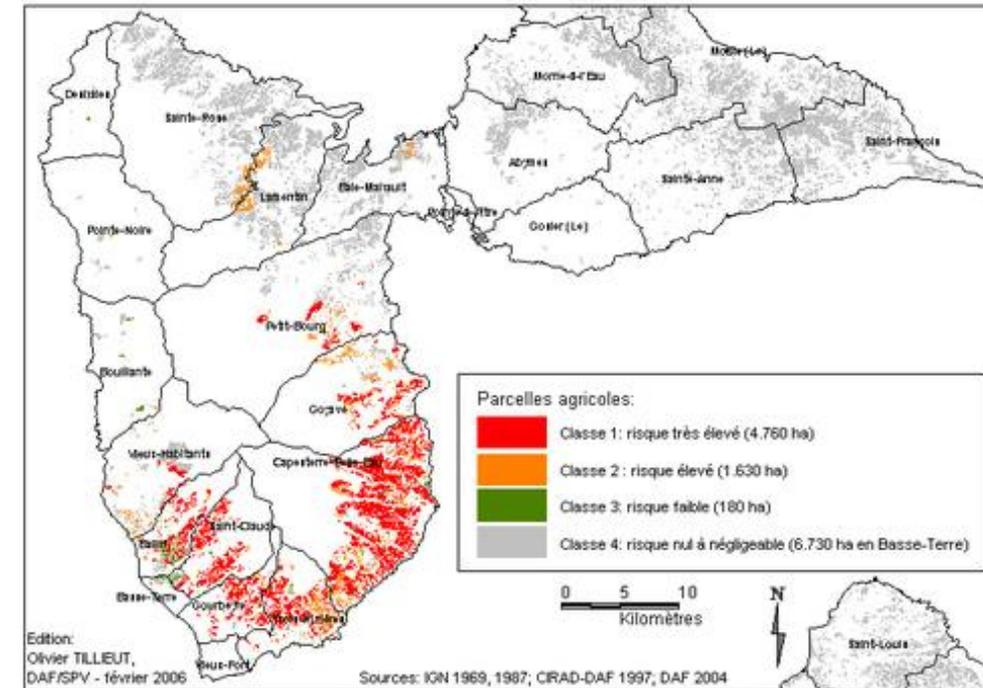
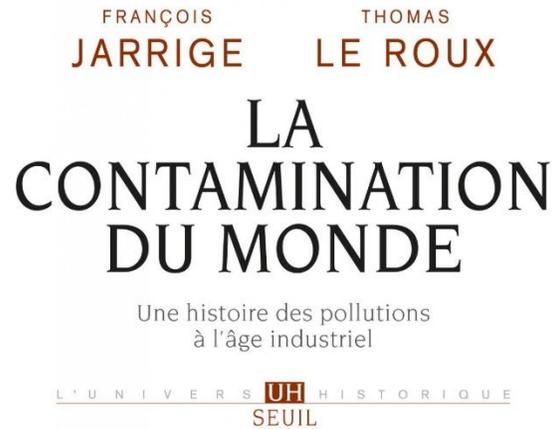
Gestion des pollutions : Entre rémanence des contaminations historiques...

- Rémanence des contaminations et mémoire des milieux



Toit en zinc, 3^{ème} arrondissement de Paris, photographie de 2013 (www.routard.com)

Peintures et canalisations au plomb (constructions avant 1975)



Le scandale de la chlordécone dans les Antilles françaises

... et émergence de nouveaux polluants

Nouvellement identifiés et suivis

Médicaments



Ibuprofène,
paracétamol,
oxazepam...

Produits d'usage quotidien :



alkylphénols

Détergents, lessive...



Cosmétiques...

parabènes

Produits industriels :



bisphénol A, phtalates

Dont la présence dans l'environnement s'accroît



Antimoine (Sb)



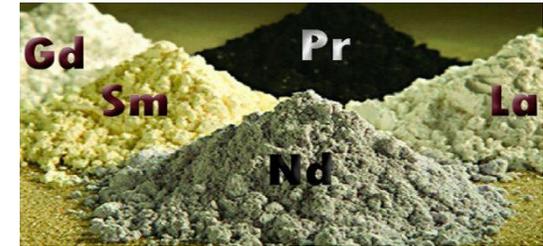
Retardateur de flamme
et catalyseur



Lubrifiant
(plaquettes de freins)



Batteries



Terres Rares



Composants électroniques,
batteries, raffinage du
pétrole, polissage du verre...



Le milieu urbain : concentration des sources de pollutions



DÉCHETS

- Plastiques
- organiques (déjections)
- Électroniques...

(carburants, pneumatiques, lubrifiants, batteries...)

TRAFIC ROUTIER



**RÉSIDENTIEL
BÂTIMENTS, VOIRIES**

(chauffage, revêtements, peintures...)



MEDICAL



(médicaments, rejets hospitaliers...)

© Can Stock Photo - csp12164140

SECTEUR INDUSTRIEL

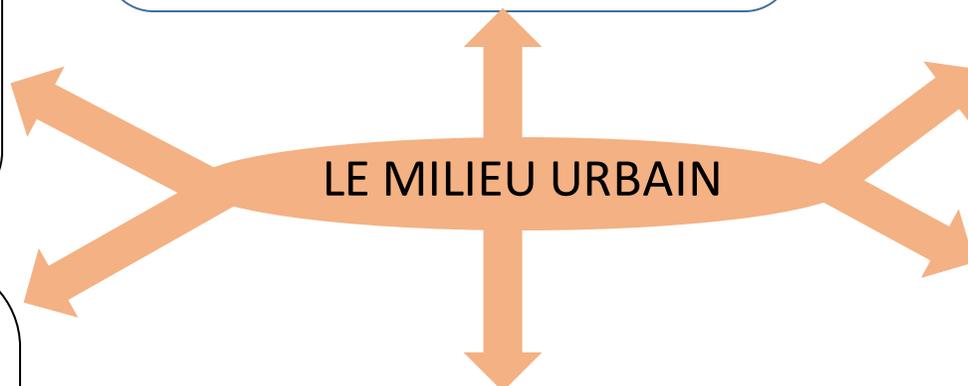
- Usines
- Incinérateurs
- Centrales thermiques...



PRODUITS A USAGE DOMESTIQUE

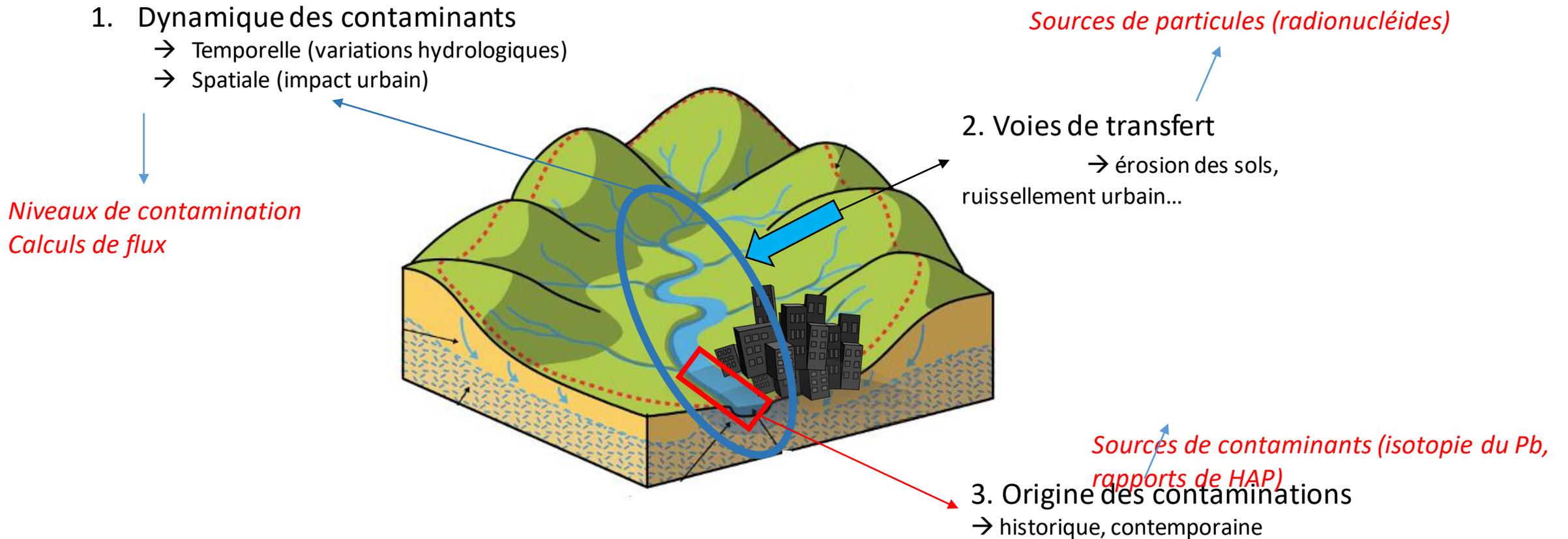


(produits ménagers ...)



Objectifs de l'étude

Comprendre le comportement des contaminants et en déterminer les sources afin de mieux appréhender leur gestion



Site d'étude : le bassin de l'Orge

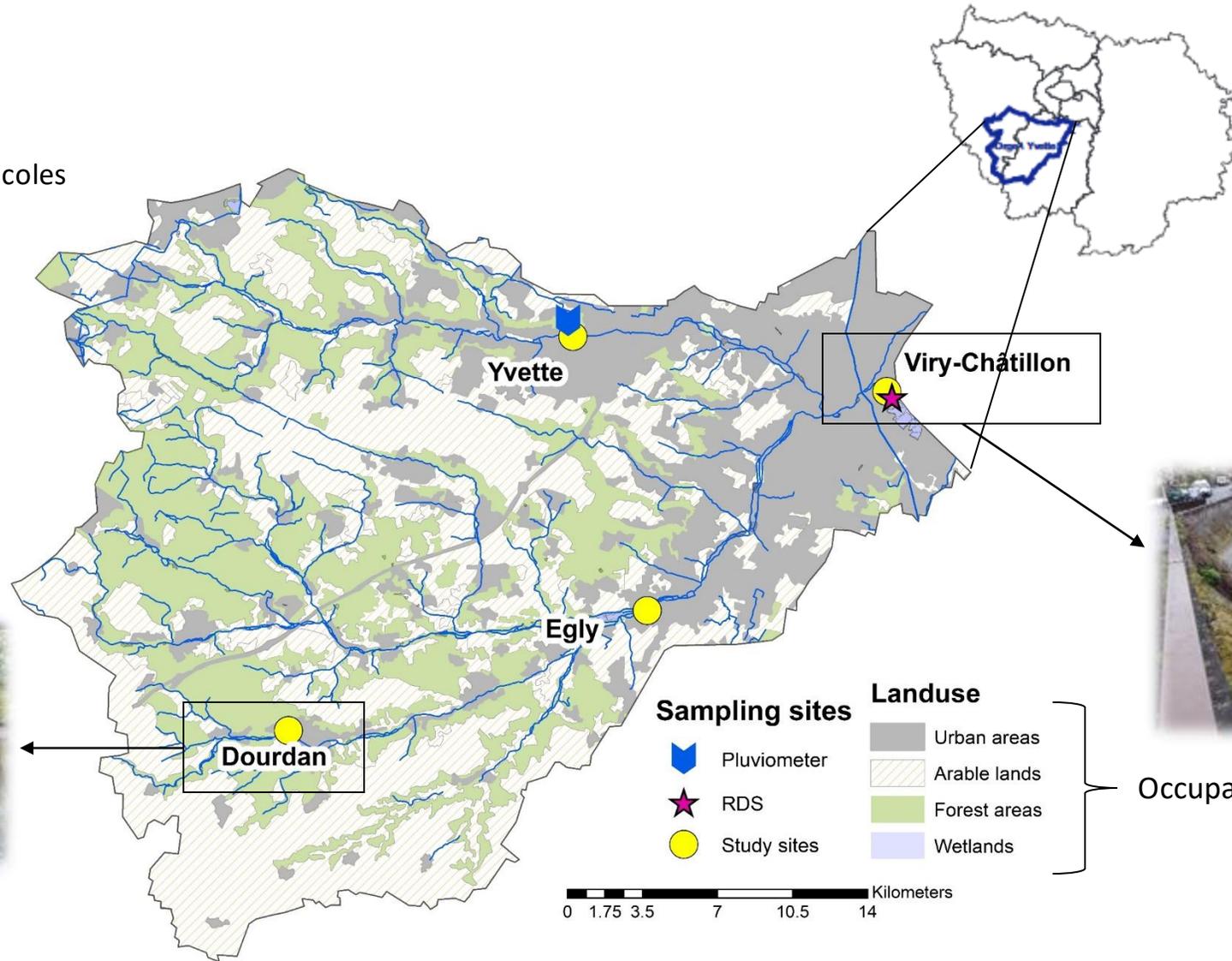
Surface : 900 km²

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

Variabilité spatiale



AMONT
300 hab.km⁻²



AVAL
5000 hab.km⁻²



Occupation du sol

- Sampling sites**
- Pluviometer
 - RDS
 - Study sites
- Landuse**
- Urban areas
 - Arable lands
 - Forest areas
 - Wetlands

0 1.75 3.5 7 10.5 14 Kilometers

Stratégie d'échantillonnage en rivière

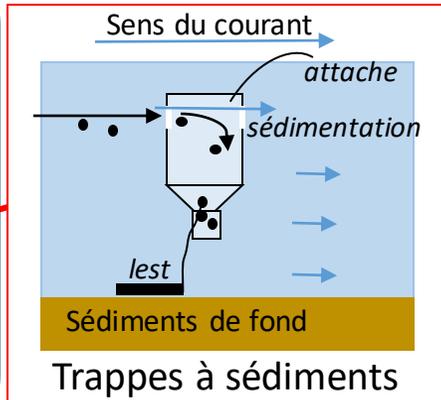
Variabilité temporelle : campagnes représentatives des régimes hydrologiques

Deux types d'échantillons :

Ponctuel



Intégratif



J0

Prélèv.
Ponctuel

4 à 5 jours

Trappes à sédiments

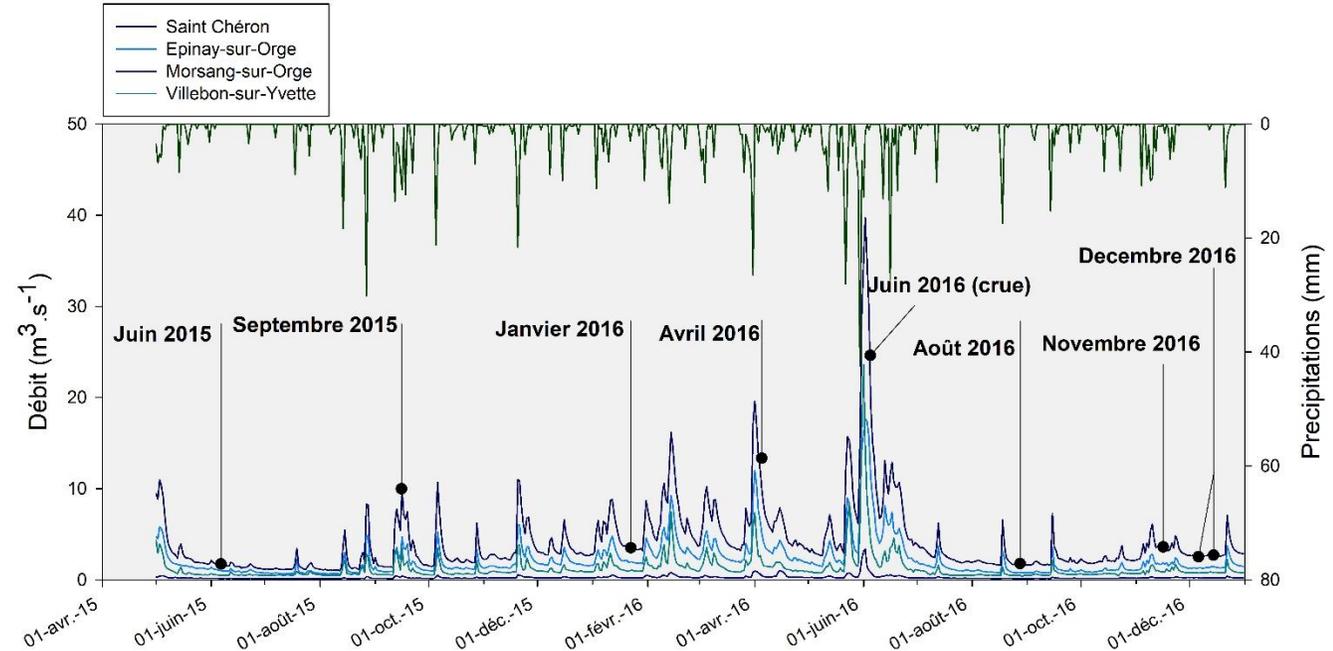
J+5

Prélèv.
Ponctuel

Total :
30 ech. Trappes (x2)
52 ech. Ponctuels (x2)

Double échantillonnage

→ éléments traces (plastique) et HAP (verre et aluminium)

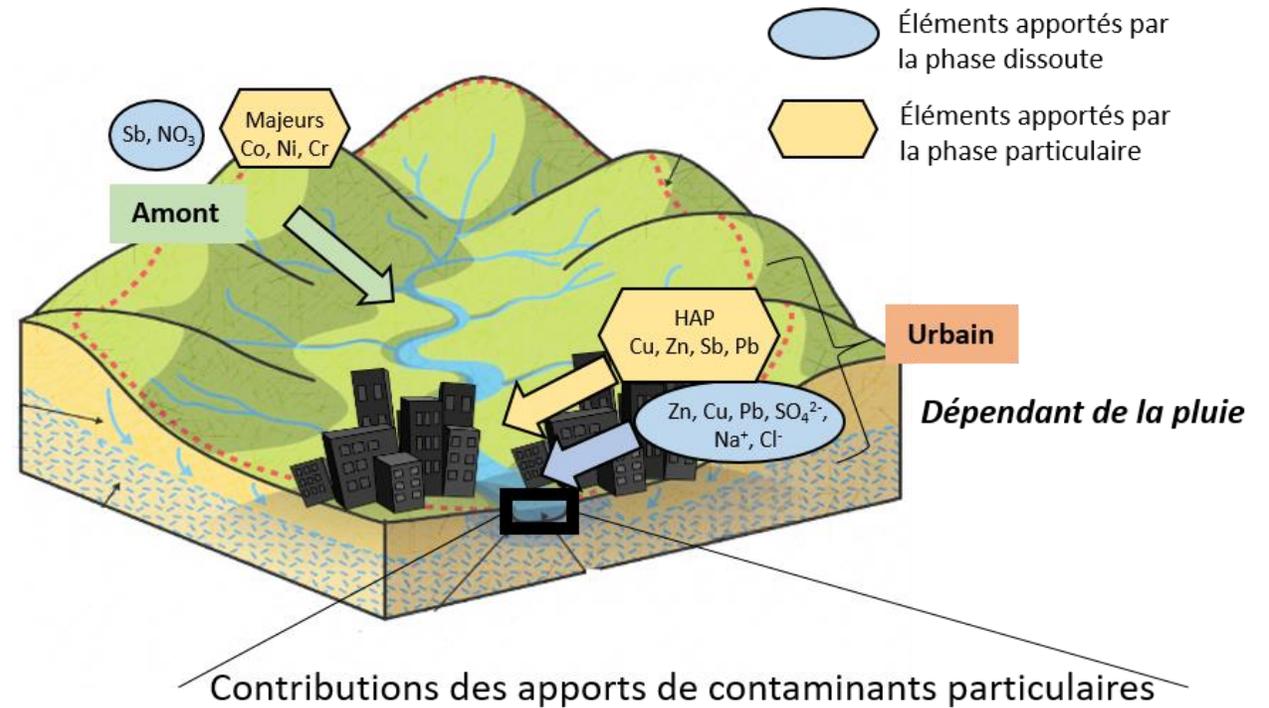


Régime hydrologique	Campagnes	Débit (m ³ .s ⁻¹)
Basses eaux	Jun 2015, Août 2016	<2
Moyennes eaux	Janvier 2016, Novembre 2016	3 - 4
Hautes eaux	Septembre 2015, Avril 2016	6 - 10
Crue exceptionnelle	Jun 2016	> 15

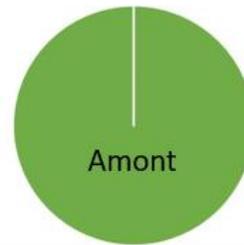
Apports de contaminants par la zone urbaine

Quantification de l'impact urbain :

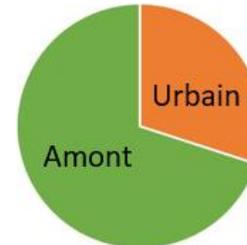
- Apports de contaminants en particulier lors des moyennes eaux
- Couplage radionucléides et géochimie: montrent bien les particules de route comme source de particules provenant de la zone urbaine



Etiaage



Hautes eaux

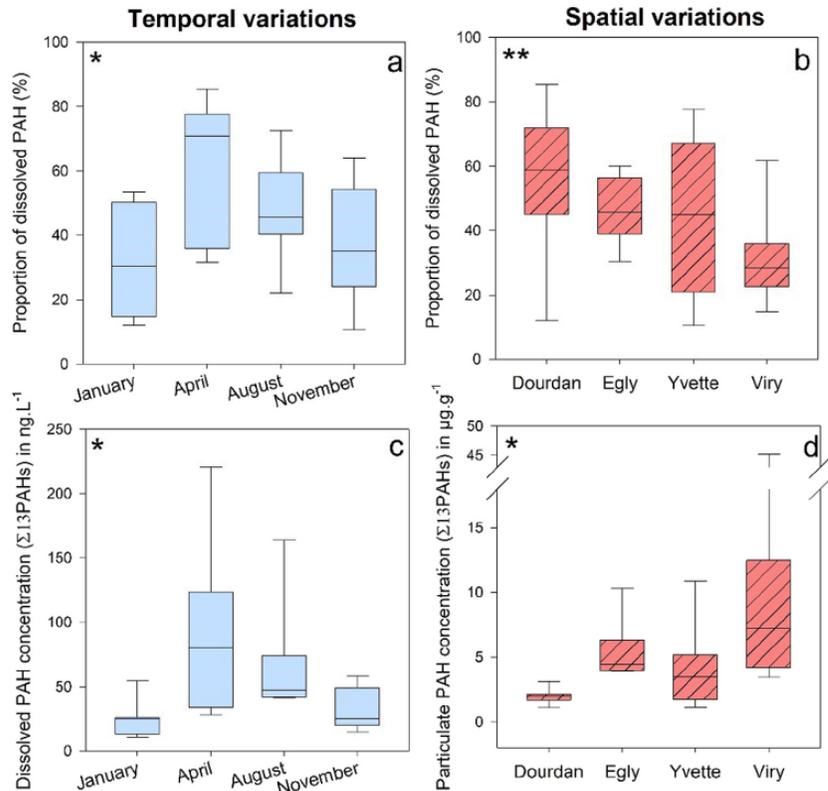


**Moyennes eaux :
impact urbain max**

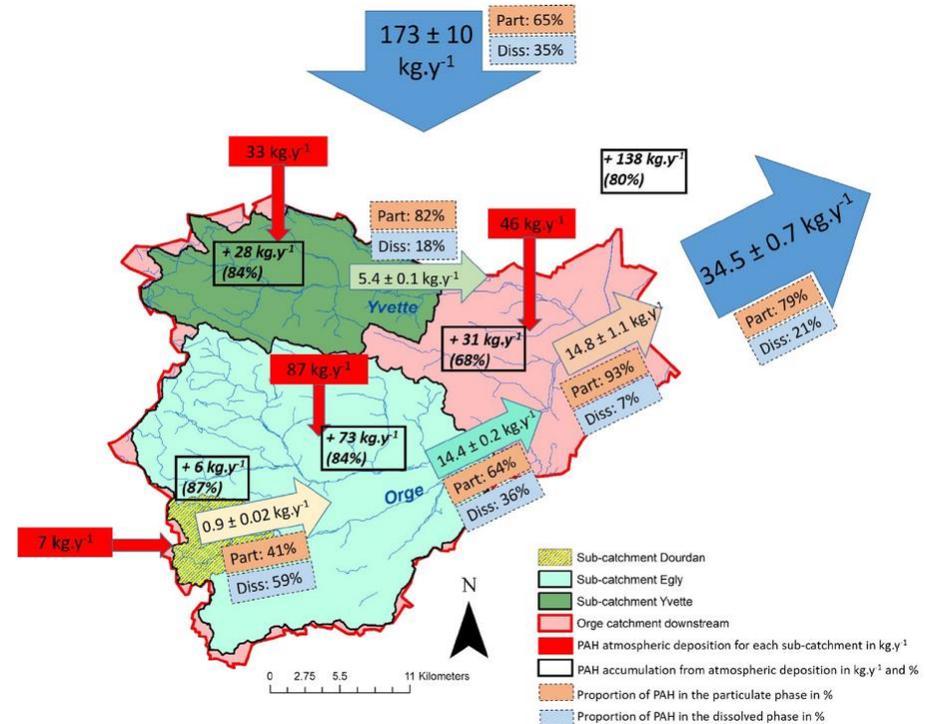


Impact de la pression urbaine sur la dynamique spatiale et temporelle des flux de HAP

Spatial and temporal variations of PAH



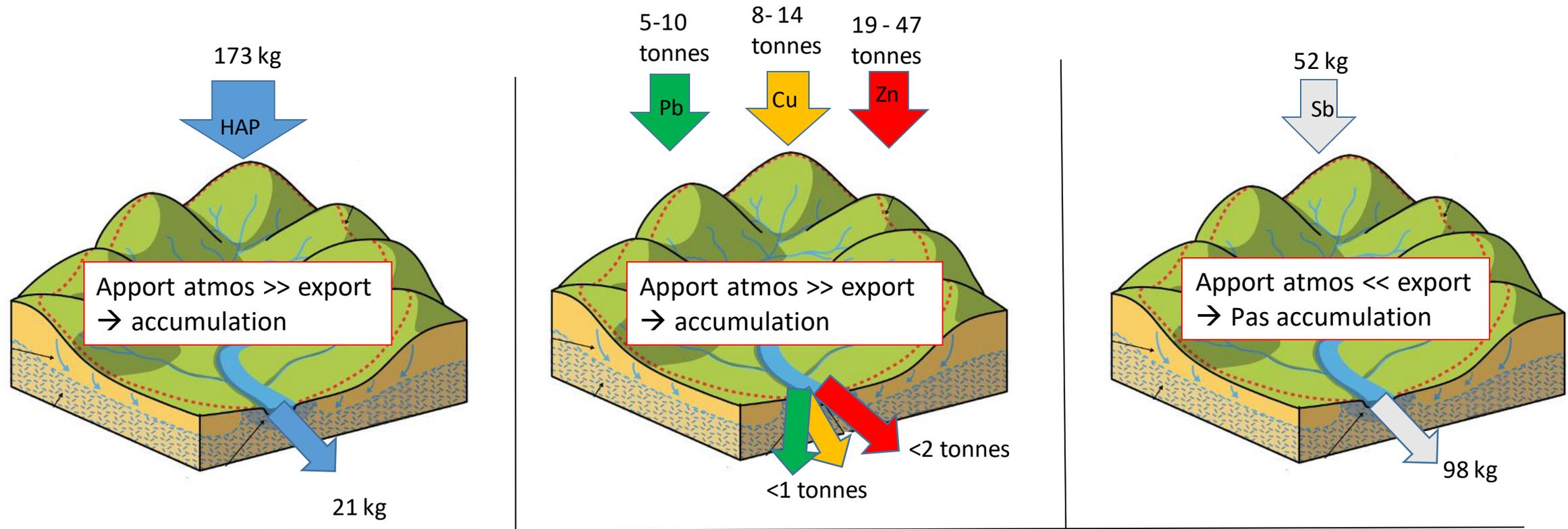
Annual mass balance of total PAH fluxes (dissolved and particulate)



(Froger et al., 2019a)

- significant input of PAHs from urban areas in downstream river sections corresponded to a specific PAH flux that reached $23 \text{ g}/\text{km}^2/\text{y}$ despite the low sediment yield
- major impact of urban runoff on the Orge River water and sediment quality.
- annual PAH load exported by the river = $21 \text{ kg}/\text{y} \ll$ PAH inputs from atmospheric fallout ($173 \text{ kg}/\text{y}$) \Rightarrow continuous accumulation of PAH from atmospheric fallout in the catchment soils

Une accumulation annuelle prédominante



STOCK DANS
LES SOLS

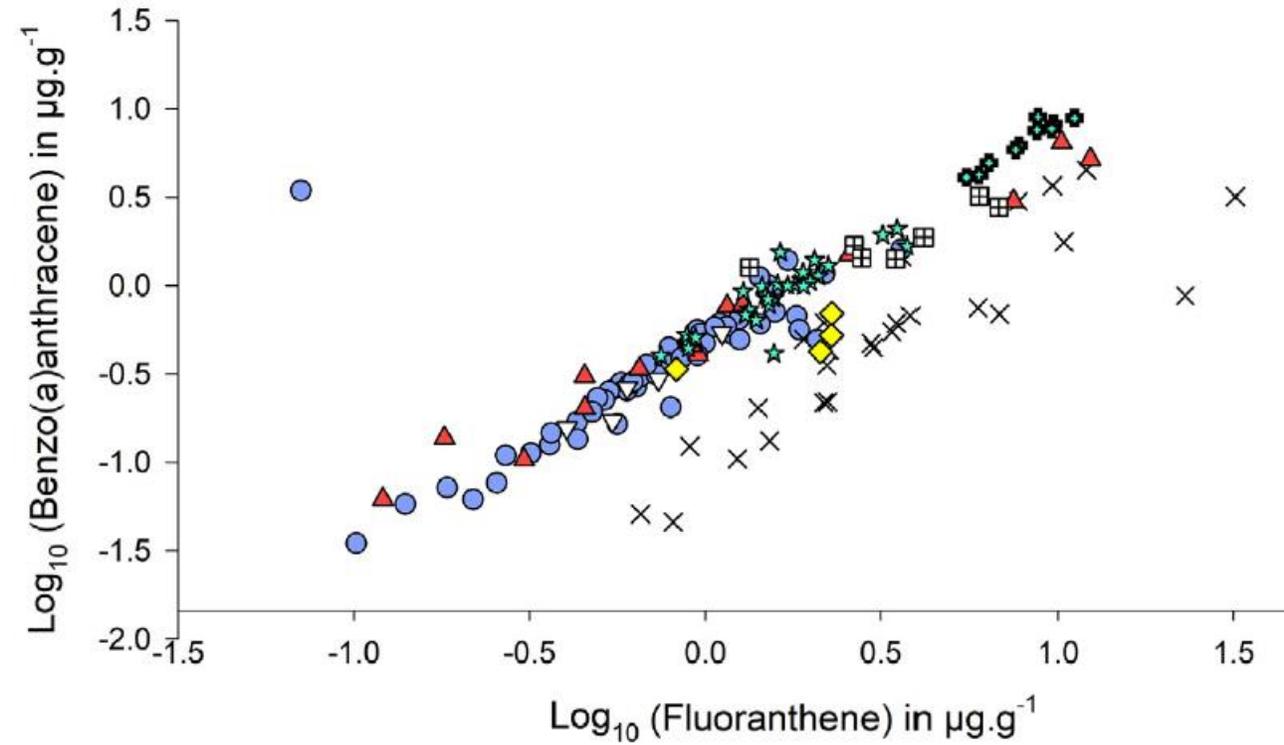
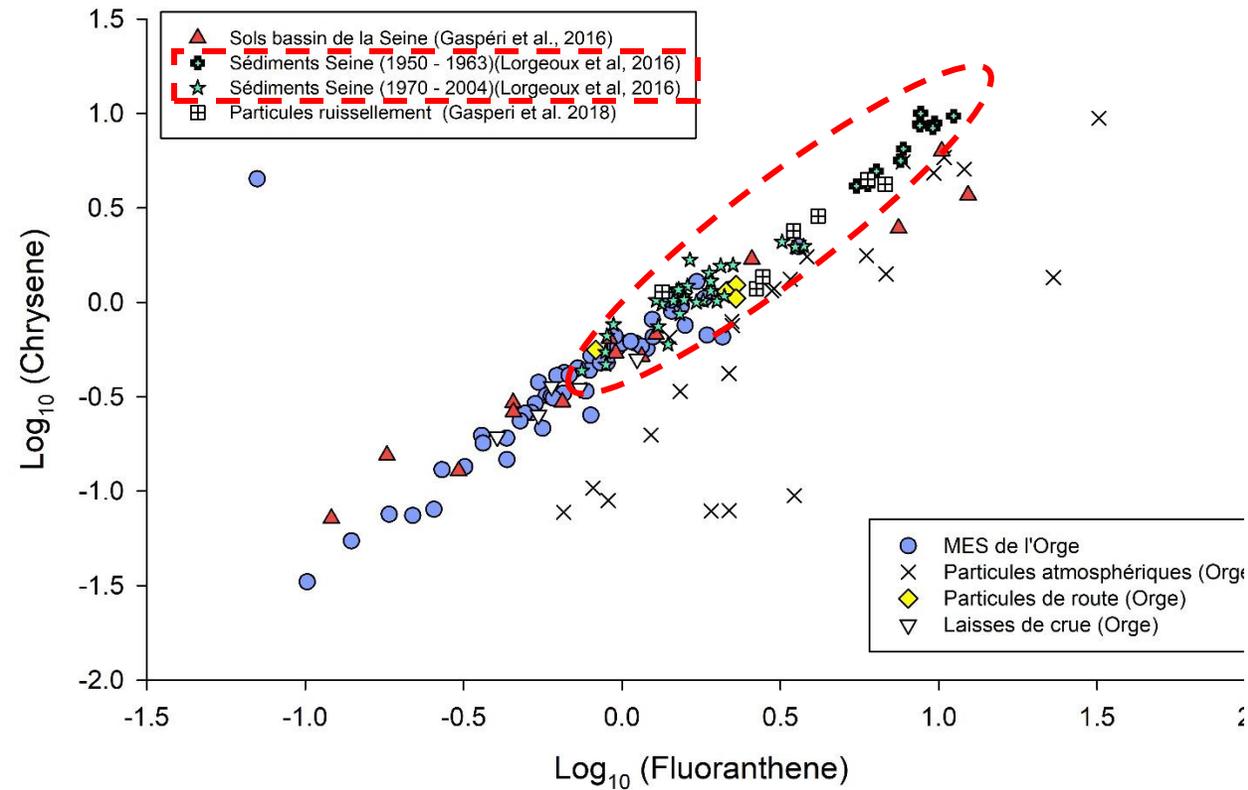
HAP : 1200 tonnes

Pb : 4 900 tonnes
2200 tonnes
Cu : 2400 tonnes
700 tonnes
Zn : 7100 tonnes

Sb : 210 tonnes
120 tonnes

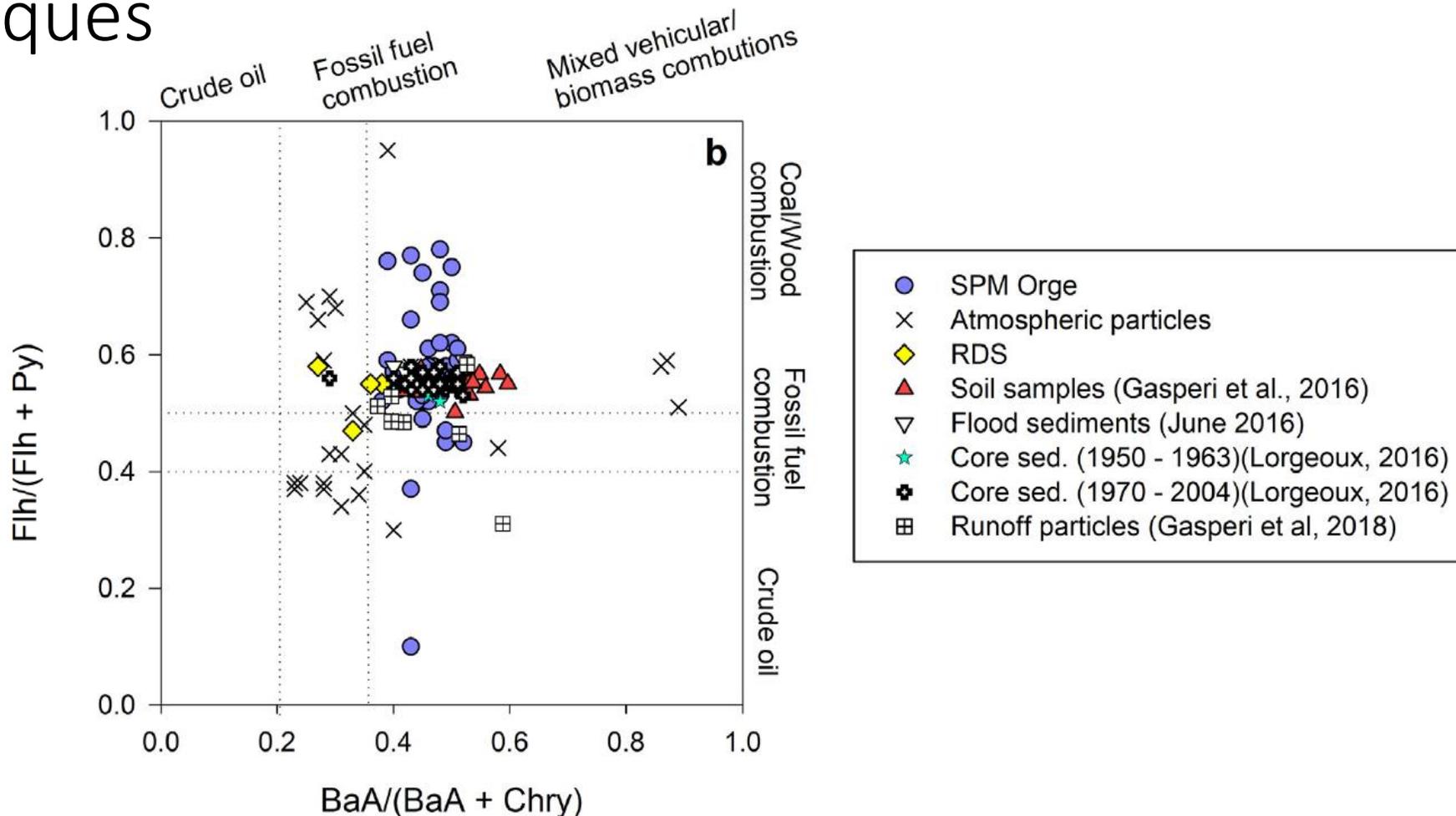
Stock_{Total} - Stock_{Naturel}
Stock_{Anthropique}

Source de contamination : rémanence des pollutions historiques



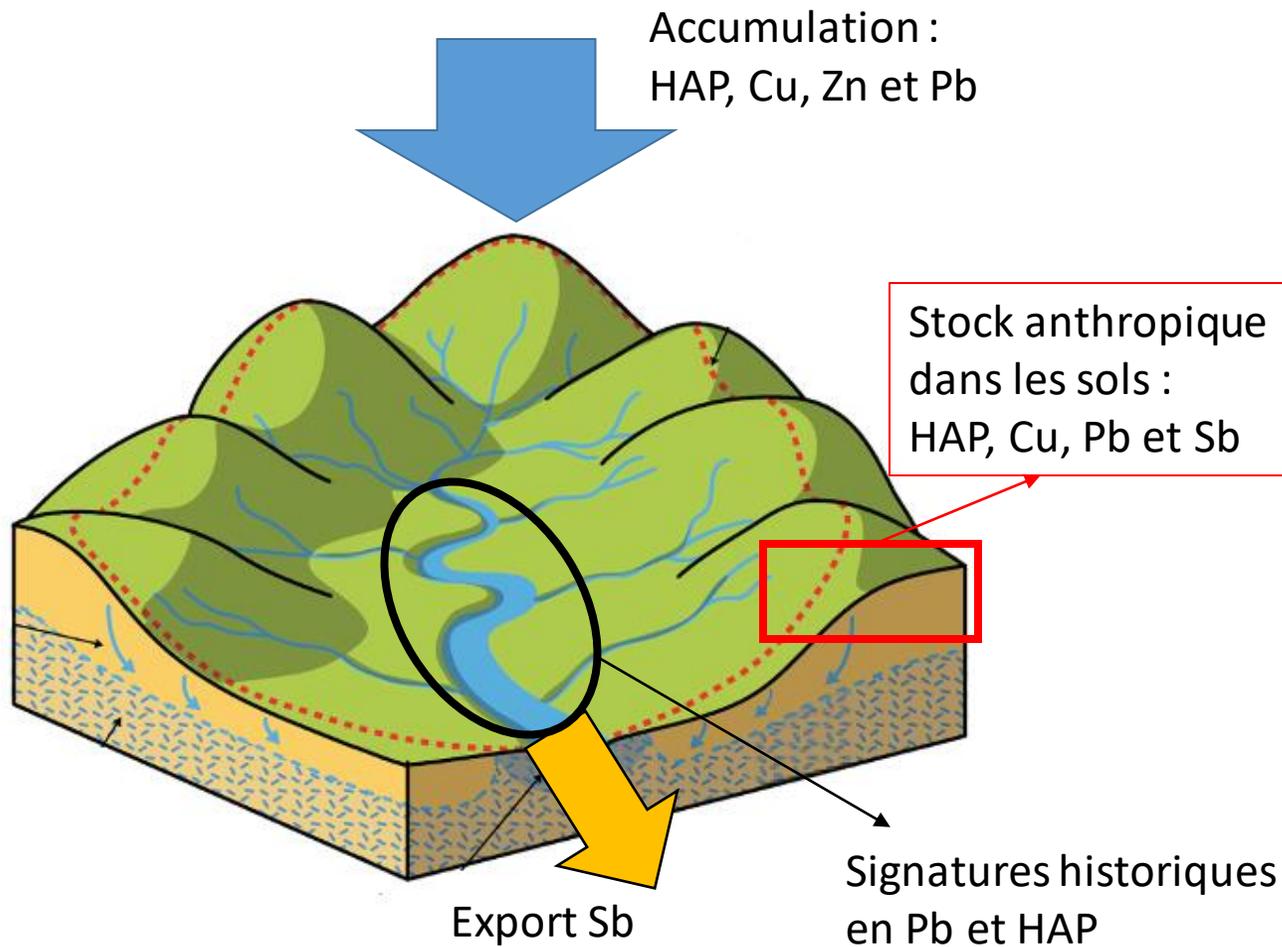
Signatures des HAP de l'Orge : correspondent aux sols et sédiments de la Seine
→ rémanence de la contamination historique

Source de contamination : rémanence des pollutions historiques



- ✓ HAP atmosphériques et des particules de route : principalement issus de la combustion de sources d'énergie fossile ⇒ proches des HAP de particules érodées (Gasperi et al., 2018)
- ✓ HAP des matières en suspension de l'Orge : mélange de sources d'énergie fossile et de combustion de biomasse ⇒ proches des HAP des sols et des sédiments de la Seine (Gasperi et al., 2016 ; Lorgeoux, 2016)

Conclusions



Evaluation de la rémanence des contaminations :

- Bilans de flux à l'échelle du bassin : **accumulation de nombreux contaminants dans le bassin versant comme HAP et Pb**
- Stocks dans les sols : témoins de la **contamination historique du bassin**
- Emergence de nouveaux contaminants : Sb

- Signatures historiques des MES de l'Orge : confirment le constat des bilans

↳ **Gestion des pollutions : agir sur le transfert des contaminants → érosion des sols et ruissellement urbain**

Assessment for WP2-3

- note d'application par Monvoisin, Legall*, Costedoat, 2018: *Determination of Sb in Sediment and Road Soil - Using the Agilent 240 Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometer*
- 4 articles publiés
- 1 thèse soutenue

Froger, C. Sources et dynamiques spatiale et temporelle des contaminations en éléments traces et hydrocarbures aromatiques polycycliques du continuum atmosphère – sol – rivière d'un bassin versant contrasté. **Thèse de doctorat** de l'Université Paris Saclay, Soutenue le 18 octobre 2018. 340 p.

Environmental Science and Pollution Research (2018) 25:28667–28681
<https://doi.org/10.1007/s11356-018-2892-3>

RESEARCH ARTICLE

CrossMark

Tracing the sources of suspended sediment and particle-bound trace metal elements in an urban catchment coupling elemental and isotopic geochemistry, and fallout radionuclides

Claire Froger^{1,2}  • Sophie Ayrault¹ • Olivier Evrard¹ • Gaël Monvoisin² • Louise Bordier¹ • Irène Lefèvre¹ • Cécile Quantin²

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Innovative combination of tracing methods to differentiate between legacy and contemporary PAH sources in the atmosphere-soil-river continuum in an urban catchment (Orge River, France)

Claire Froger^{a,b,*}, Sophie Ayrault^a, Johnny Gasperi^c, Emilie Caupos^c, Gaël Monvoisin^b, Olivier Evrard^a, Cécile Quantin^b

Check for updates

Journal of Soils and Sediments
<https://doi.org/10.1007/s11368-020-02766-1>

SEDIMENTS, SEC 1 • SEDIMENT QUALITY AND IMPACT ASSESSMENT • RESEARCH ARTICLE

Quantification of spatial and temporal variations in trace element fluxes originating from urban areas at the catchment scale

Claire Froger^{1,2,3,4} • Cécile Quantin³ • Louise Bordier² • Gaël Monvoisin³ • Olivier Evrard² • Sophie Ayrault²

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere

Impact of urban pressure on the spatial and temporal dynamics of PAH fluxes in an urban tributary of the Seine River (France)

Claire Froger^{a,b,*}, Cécile Quantin^b, Johnny Gasperi^c, Emilie Caupos^c, Gaël Monvoisin^b, Olivier Evrard^a, Sophie Ayrault^a

Conférences

- ICHMET* – Ghent (Belgique) – Septembre 2016 - Poster
- Réunion des Sciences de la Terre – Caen – Octobre 2016 – Présentation orale
- ICOBTE* – Zurich (Suisse) – Juillet 2017 – Présentation orale
- Goldschmidt* – Paris – Août 2017 – Présentation orale
- Goldschmidt* – Boston (USA) – Août 2018 – Présentation orale
- ICHMET* – Seoul (Korea) – October 2020 - oral

* *Conférence internationale (300 – 4000 personnes)*

Perspectives de ces travaux

Poussières de route → vecteurs de la contamination urbaine

- Sources des contaminants présents, variabilité spatiale et temporelle ?
 - prélèvements de particules de route représentatives de différents contextes urbains (dont bassin rétention N118, Orsay)
 - et mesures géochimiques (isotopie et concentrations élémentaires)
- Mobilité des contaminants présents dans les particules de route ?
 - spéciation des contaminants (extractions séquentielles et MEB + *(XAS si possible)*)
 - test de remobilisation en laboratoire
- *Variabilité temporelle des apports du ruissellement urbain ?*
 - *mesures en sortie de collecteur d'eau de pluie : couplage géochimie et radionucléides afin d'identifier les sources de particules et de contaminants*



Bassin de rétention des eaux de ruissellement d'une autoroute

