

Flux de polluants organiques dans le bassin de la Seine

David Gateuille, Cyrielle Briand, Johnny Gasperi, Elodie Moreau-Guigon, Fabrice Alliot, Marc Chevreuil, Martine Blanchard, Marie-Jeanne Teil, Jean-Marc Brignon, Pierre Labadie, Hélène Budzinski, Vincent Rocher, Sam Azimi, Daniel Thevenot, Régis Moilleron, Michel Meybeck, Jean-Marie Mouchel



Problématique et objectifs

➤ Contexte environnemental et réglementaire

- Directive Cadre Européenne sur l'Eau → Bon état chimique
- Multiplicité et diversité des études « micropolluants organiques » à l'échelle du bassin de la Seine (programme PIREN-Seine et OPUR) depuis 1995

Mais...

1. se limitent à des sous-bassins versants de petites tailles (Gateuille et al., 2014; Tran et al., 2015) ou à des zones urbaines (Dargnat et al., 2009),
2. se focalisent uniquement sur les corridors fluviaux (Cladière et al., 2013; Teil et al., 2007) ou à des processus de transfert à petites échelles spatiales et temporelles (Labadie et Chevreuil, 2010).
3. se concentrent sur le comportement et le devenir d'une famille de polluants au sein d'un seul compartiment environnemental tel que l'atmosphère (Tlili et al., 2012), le sol (Motelay-Massei et al., 2004; Muresan et al., 2010) ou les sédiments (Gasperi et al., 2009).

Objectifs

➤ Quels sont les flux de micropolluants organiques à l'échelle du bassin de la Seine ?

Vision intégrée de la circulation et de la dynamique des micropolluants à l'échelle d'un bassin versant

Plusieurs familles de contaminants pour observer une diversité de sources et de comportements



Quelles données pour calculer ces flux ?
(Couverture spatio-temporelle ? Quelle qualité ? Suffisantes ou à renforcer ?)

Quelle dynamique des polluants ?

Quels leviers pour l'atteinte du bon état
écologique ?

Objectifs

- Quels sont les flux de micropolluants organiques à l'échelle du bassin de la Seine ?

D.R. Thévenot et al. / Science of the Total Environment 375 (2007) 180–203

183

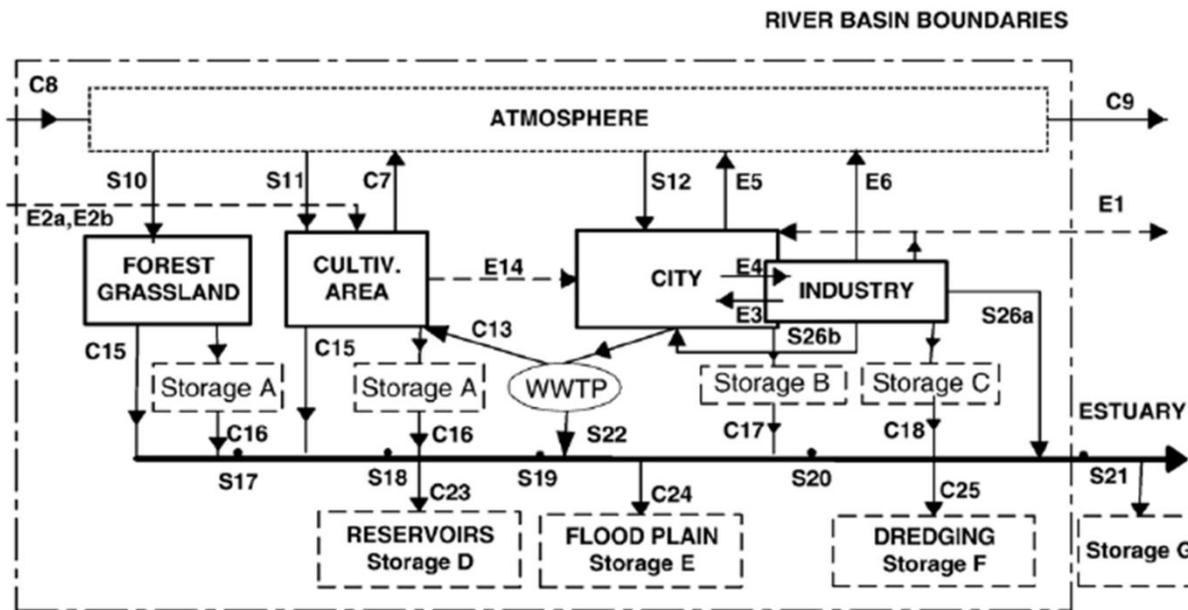
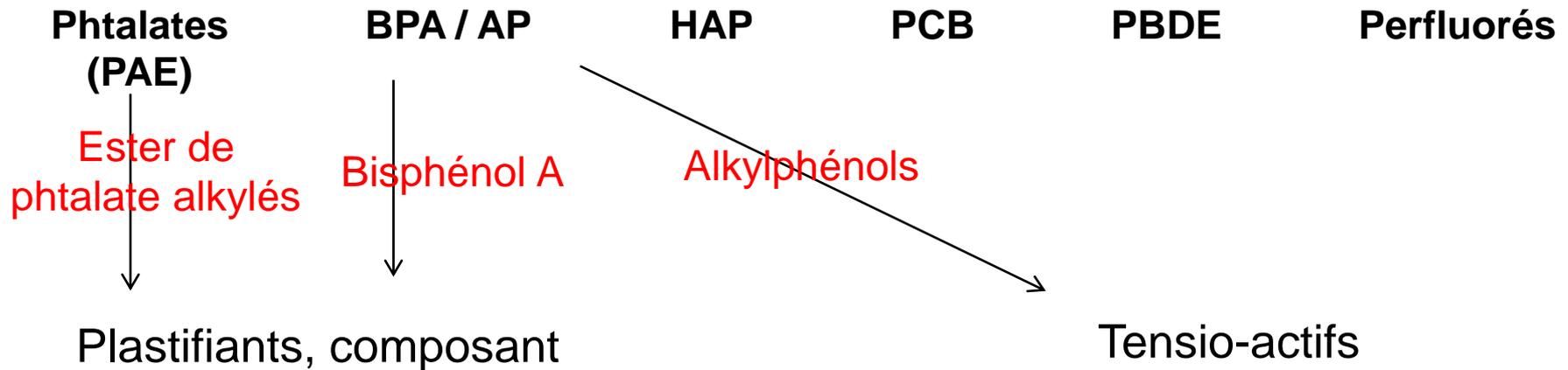


Fig. 2. Conceptual model of long-term metal fluxes and flows in the Seine river basin and data typology: (---) material flows; (—) environmental fluxes. E: data from economic statistics; S: environmental monitoring at key stations; C: estimated from combined information or models.

Thévenot et al. (2007)

Méthodologie : molécules étudiées



Toxiques pour la reproduction

- Limitations/interdictions dans de nombreux produits (jouets, produits hospitaliers, films/contact alimentaires
- Tendance à la baisse dans les produits importés

Limitation pour nonylphénol (<0,1% pour certaines applications, produits de lavage, industrie du papier, adjuvant pesticides...)

Méthodologie : molécules étudiées

**Phtalates
(PAE)**

BPA / AP

HAP

PCB

PBDE

Perfluorés

Hydrocarbures
aromatiques
polycycliques

Polychloro-
biphenyls

Origines
pyrolytique / diagenétique
/ pétrogénique

Fluides diélectriques
(transformateur électrique,
condensateur, etc,)



Pas des composés industriels
Quelques réglementations
sanitaires (poissons fumés)

Interdiction de vente et
d'acquisition de PCB ou
d'appareils contenant des
PCB (appareils neufs)

-

Destruction obligatoire

Méthodologie : molécules étudiées

**Phtalates
(PAE)**

BPA / AP

HAP

PCB

PBDE

Perfluorés

Polybromo-
diphényléthers

Retardateurs de
flamme bromés



Interdiction de tous PBDE
dans EEE (<0.1%),
de certains PBDE pour les
autres produits

Perfluoro-
octanes

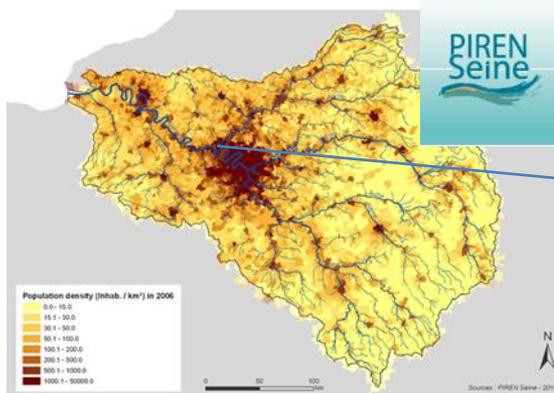
Agents
antislissure



PFOA et PFOS

Méthodologie : conceptualisation

Cycle bassin versant



Approche bassin versant

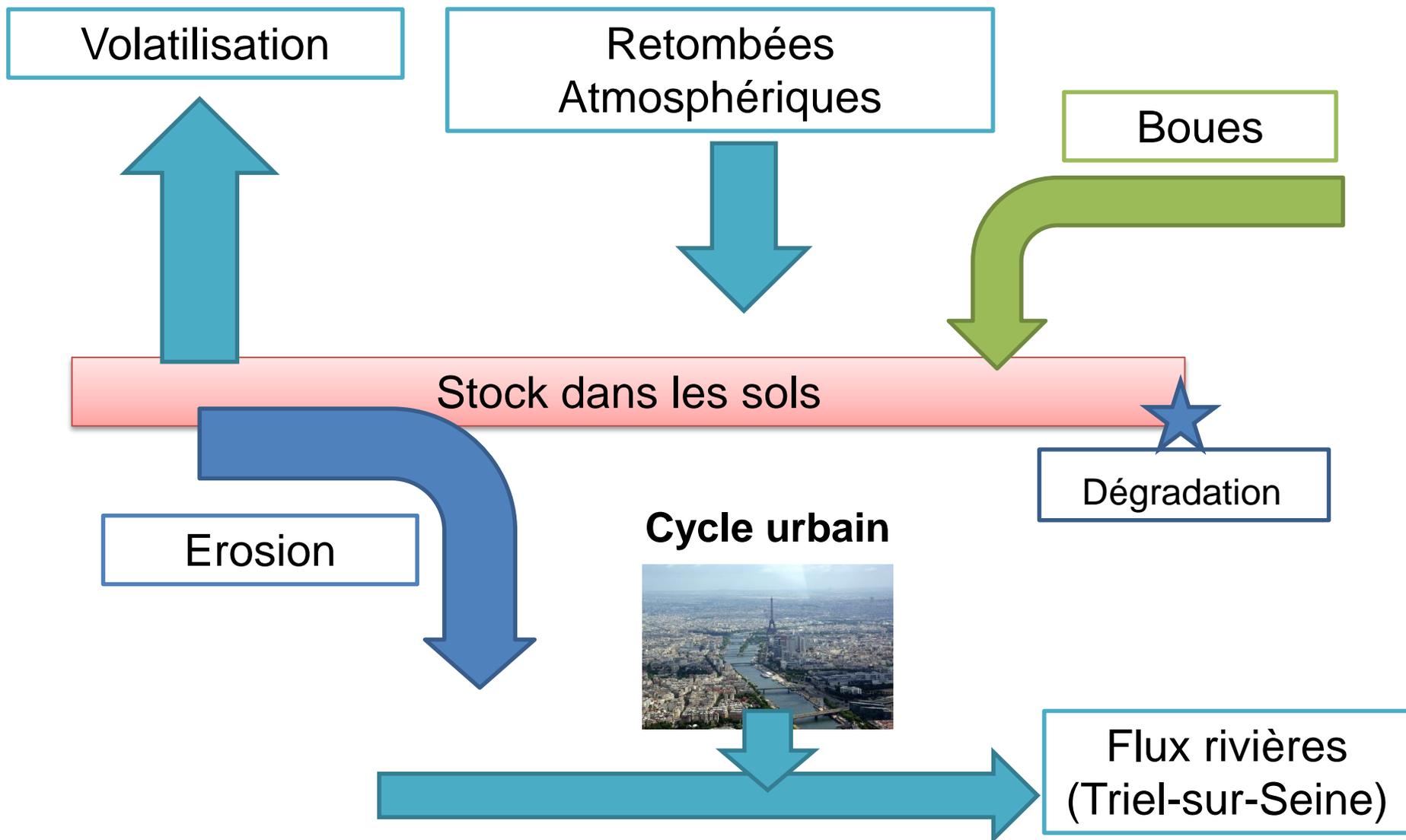
Cycle urbain



Approche ville – puis la ville dans son bassin versant

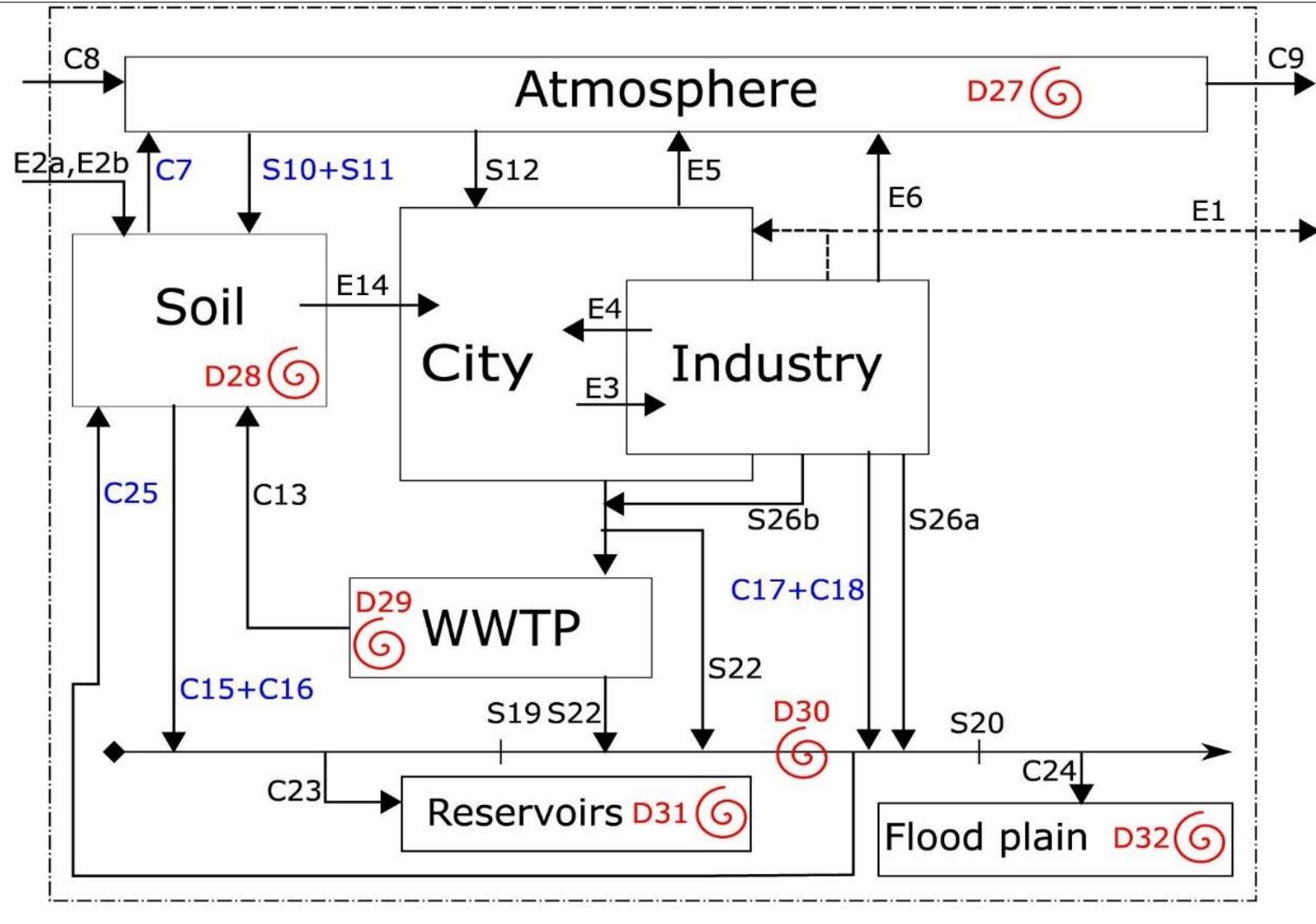
Méthodologie : approches

Cycle bassin versant



Méthodologie : approches

Cycle bassin versant



Méthodologie : approches

Cycle bassin versant – retour sur les données PIREN

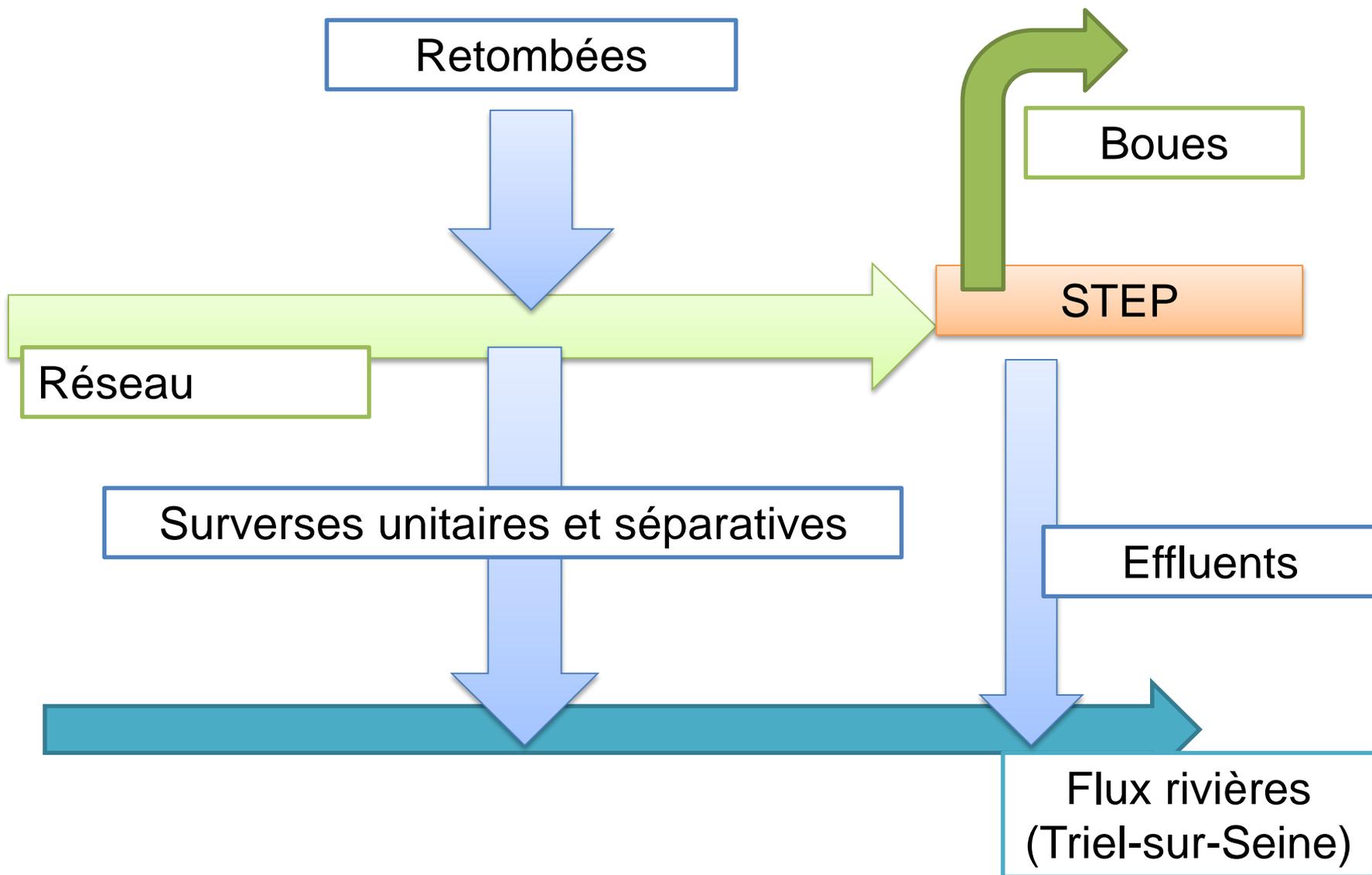
- A l'exception des flux en rivières, faible couverture spatiale
- Boues : bien caractérisées sauf pour PFAS et PBDE
- Sols : bien caractérisés mais focus sur l'IdF
- Rivières : bien suivies mais peu de données en crue
- Dragage : Peu de données

Données couvrant
une période
d'environ 10 ans

CYCLE BV											
	S10	S11	C13	C7/C15	C7/C16	C17	C18	S19	S20	S21	C25
AP	1/6	2/36	1/4	1/3	1/11	1/21	1/2	4/38	4/15	4/25	
HAP	1/6	6/204	1/4	3/28	3/68	3/47	3/25	4/47	4/55	4/13	1/90
PAE	1/6	4/53	4/12	1/3	1/11	1/21	1/2	4/34	4/70	4/47	-
PBDE	1/6	1/29	-	2/15	2/69	2/67	1/1	2/13	2/31	1/7	-
PCB	1/6	6/170	3/73	2/9	2/15	2/39	2/11	5/33	5/35	5/14	2/102
PFAS	-	1/14	1/4	1/1	1/10	1/19	-	1/12	1/26	1/11	-
	PLUIES		BOUES	SOLS				RIVIERES			DRAGAGE

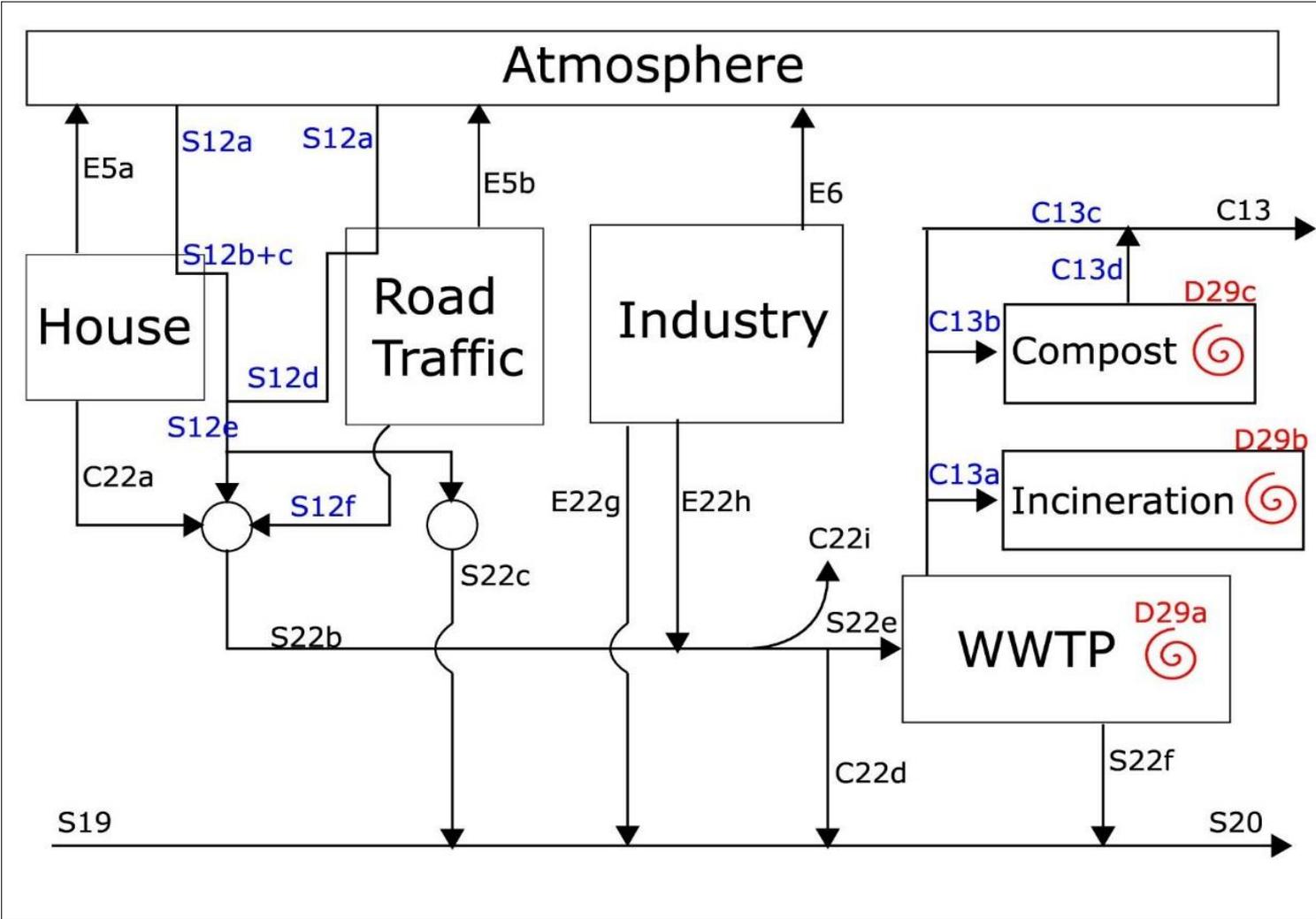
Méthodologie : approches

Cycle urbain



Méthodologie : approches

Cycle urbain



Les flux pris en compte en résumé :

S10,11,12 = retombée sur les sols forestiers urbains et agricoles

C23, 25 = apports aux sols liés à l'épuration et boues de dragage

C15,16,17,18 = érosion des sols forestiers, agricoles, urbains, industriels

S19,20,21 = flux en Seine, en 3 stations amont-aval

S12x = Ruissellement urbain en zones résidentielles et industrielles

S22x = Flux en réseau unitaire et séparatifs et vers les STEPs

C22cd, S22c = Rejets unitaires et séparatifs

C13x = Boues incinérées, compostées, épandues

C22i = Curage du réseau

Méthodologie : approches

Cycle urbain – retour sur les données PIREN/OPUR

- Pas de données PFAS pour de nombreux compartiments
- Eaux résiduaires urbaines et eaux pluviales bien caractérisées
- Effluents STEP : données HAP, AP, PAE, mais peu sur PCB et PFAS
- Industries : Peu de données
- Curage : Peu de données

Données couvrant
une période
d'environ 10 ans

	CYCLE URBAIN											
	S12	S12e	S12f	C13	C22a	S22b	S22c	C22d	S22e	S22f	C22i	E22h
AP	4/48	-	-	1/7	-	2/16	3/47	2/12	2/16	3/60	-	-
HAP	4/95	1/11	1/21	1/7	1/14	2/37	5/82	1/4	2/13	1/6	4/286	-
PAE	4/100	-	-	4/15	1/44	3/60	1/14	2/5	4/57	2/20	-	1/133
PBDE	4/56	-	-	-	-	1/8	1/22	-	1/6	2/7	-	-
PCB	10/146	1/11	-	3/77	-	1/8	2/27	1/3	2/73	-	2/48	-
PFAS	1/15	-	-	1/7	-	-	-	-	-	-	-	-
	RETOMBÉES	LESSIVAGE		BOUES	REJETS DOMESTIQUES	RESEAU				REJETS	CURAGE	INDUSTRIES

Flux, stocks et incertitudes :

Sols agricoles, urbains et forestiers, hauteur de sol active (25 et 8 cm), taux d'érosion estimés pour chaque type de sol (ou BV)

- concentrations assez bien connues en Ile-de-France
- **reste du bassin mal connu**

Flux en rivière et en réseau évalués à partir de débits et de jeux de concentrations particulières et dissoutes

- 3 stations clés bien renseignées en Seine
- points clés bien renseignés en réseau
- **sédiments encore à compléter, faible représentativité temporelle**

Flux au travers des usines d'épuration également évalués à partir de débits (liquides et solides et de concentrations)

- **des manques de données encore concernant des différentes voies de traitement des boues**

Retombées atmosphériques mesurées

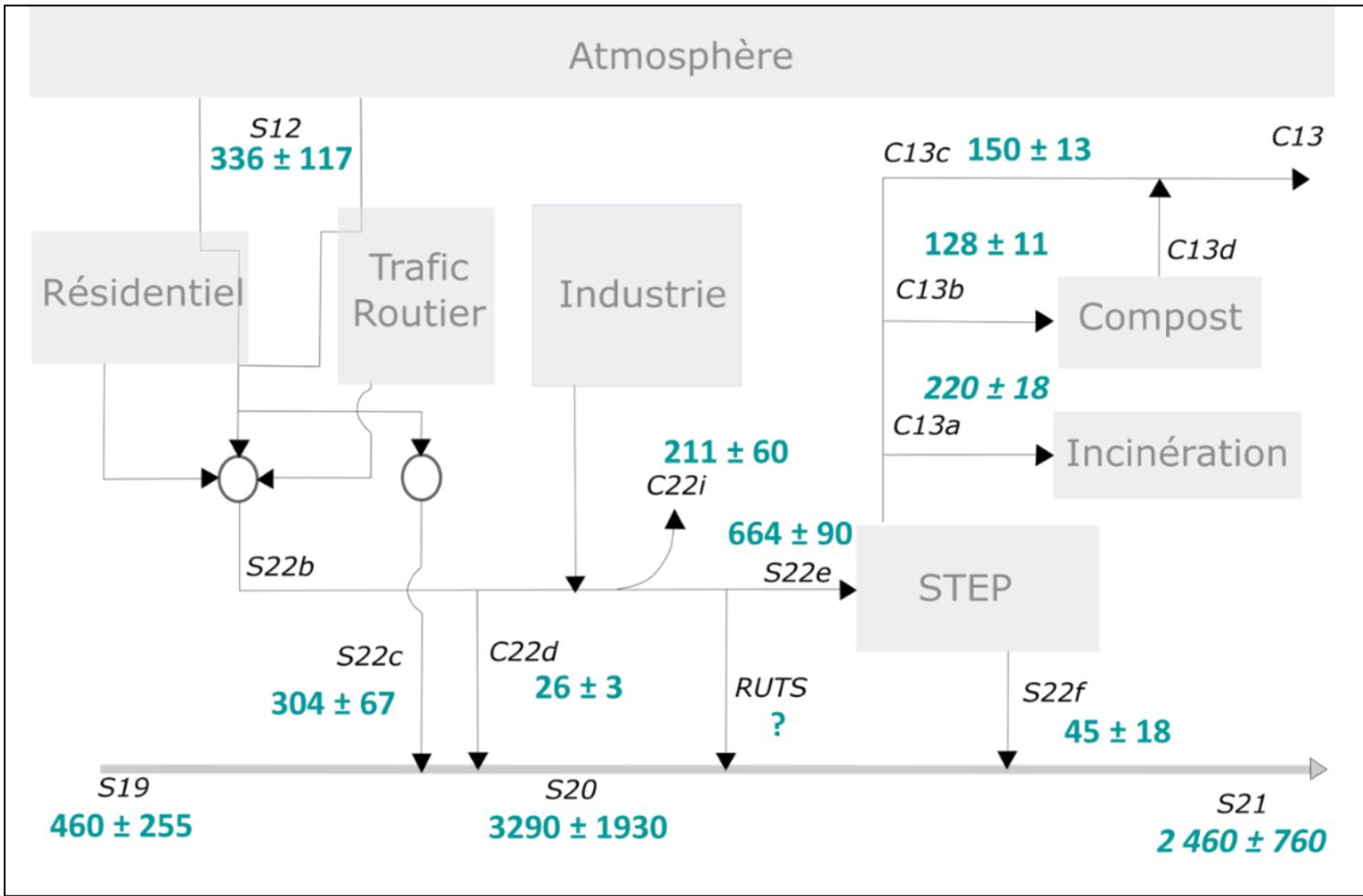
- **peu de stations, centré sur l'Ile de France**

Incertitudes par ré-échantillonnage dans les données

Quelques résultats

Cycle urbain

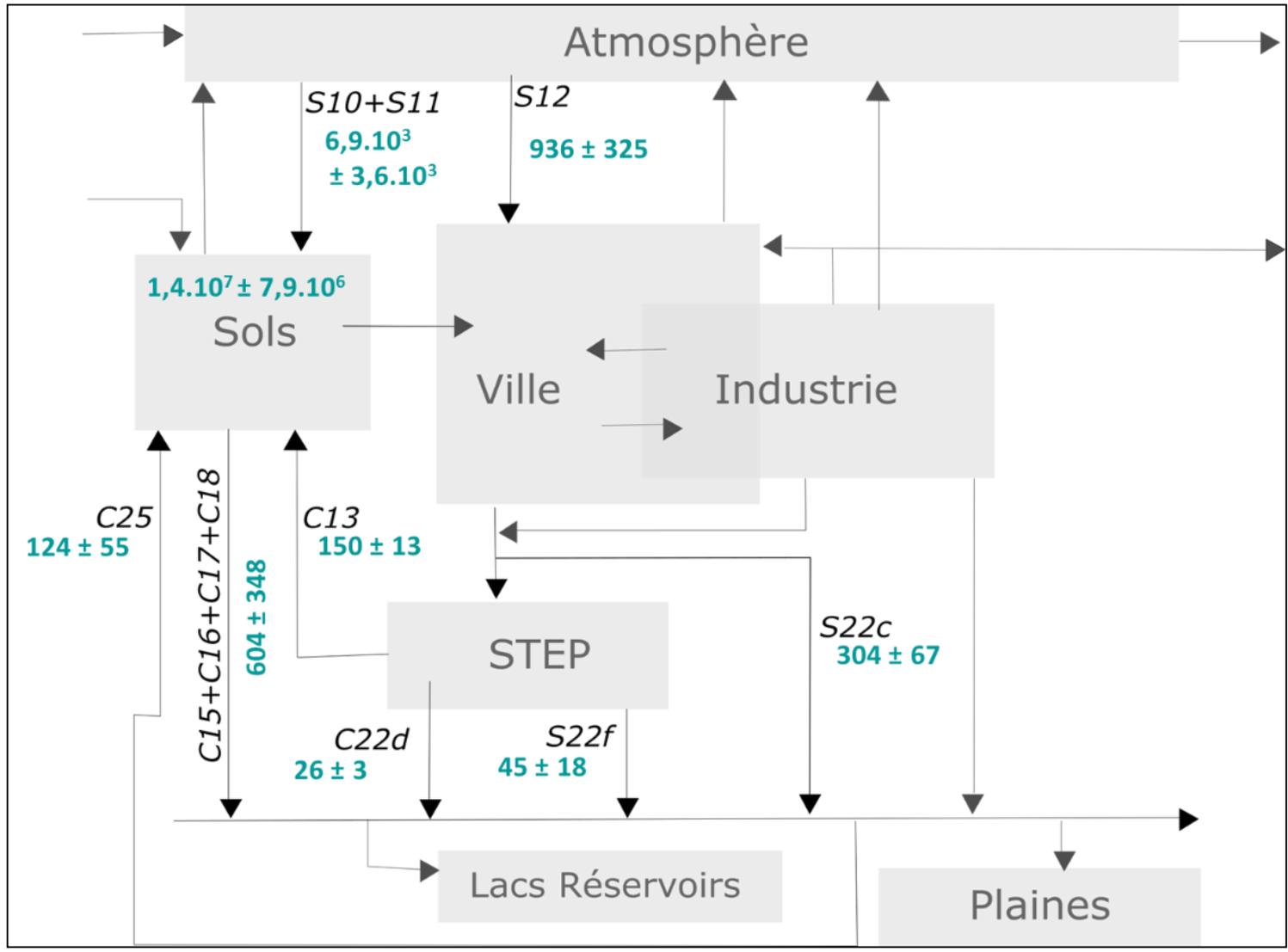
HAP
(kg/an)



Quelques résultats

Cycle bassin versant

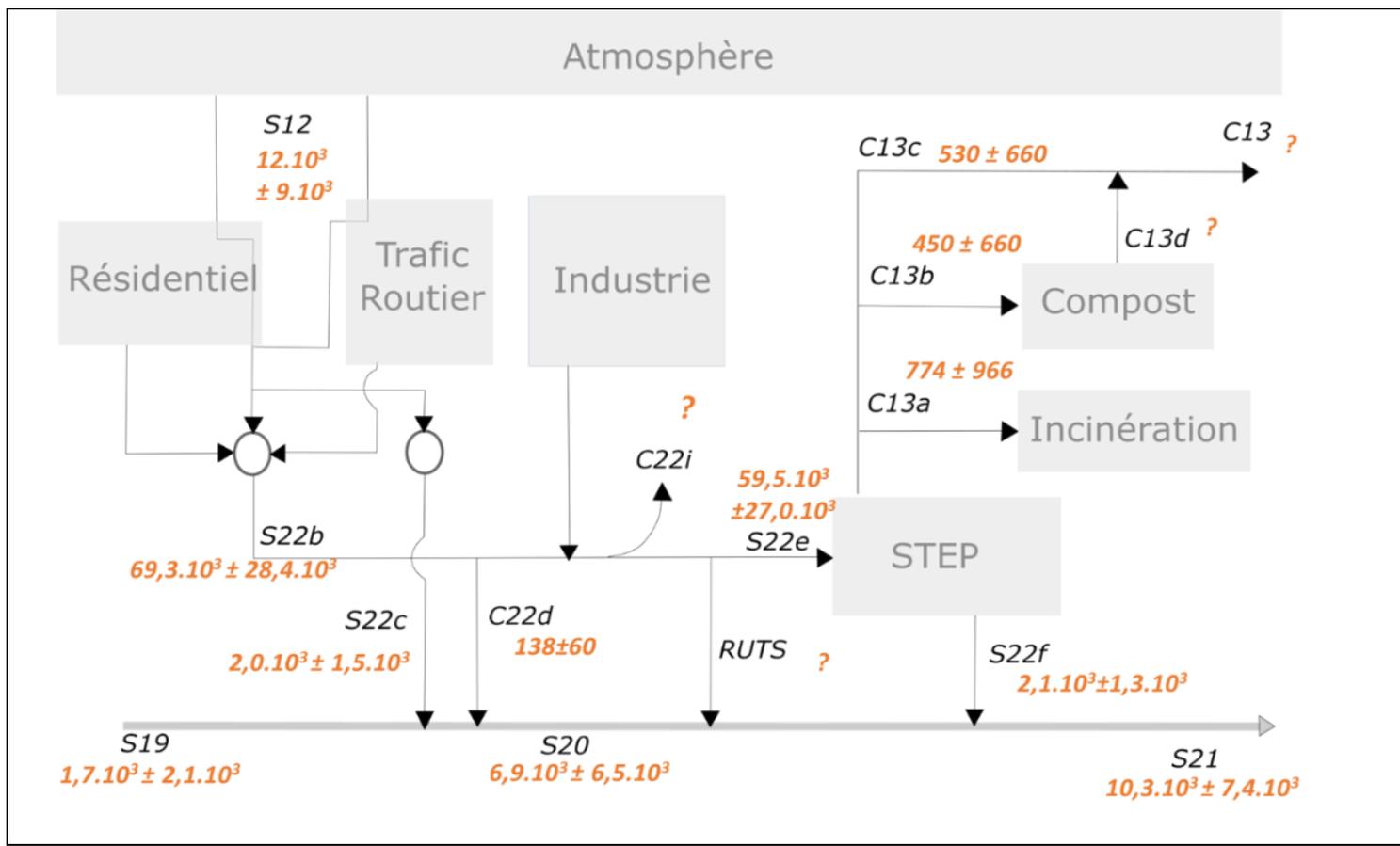
HAP
(kg/an)



Quelques résultats

Cycle urbain

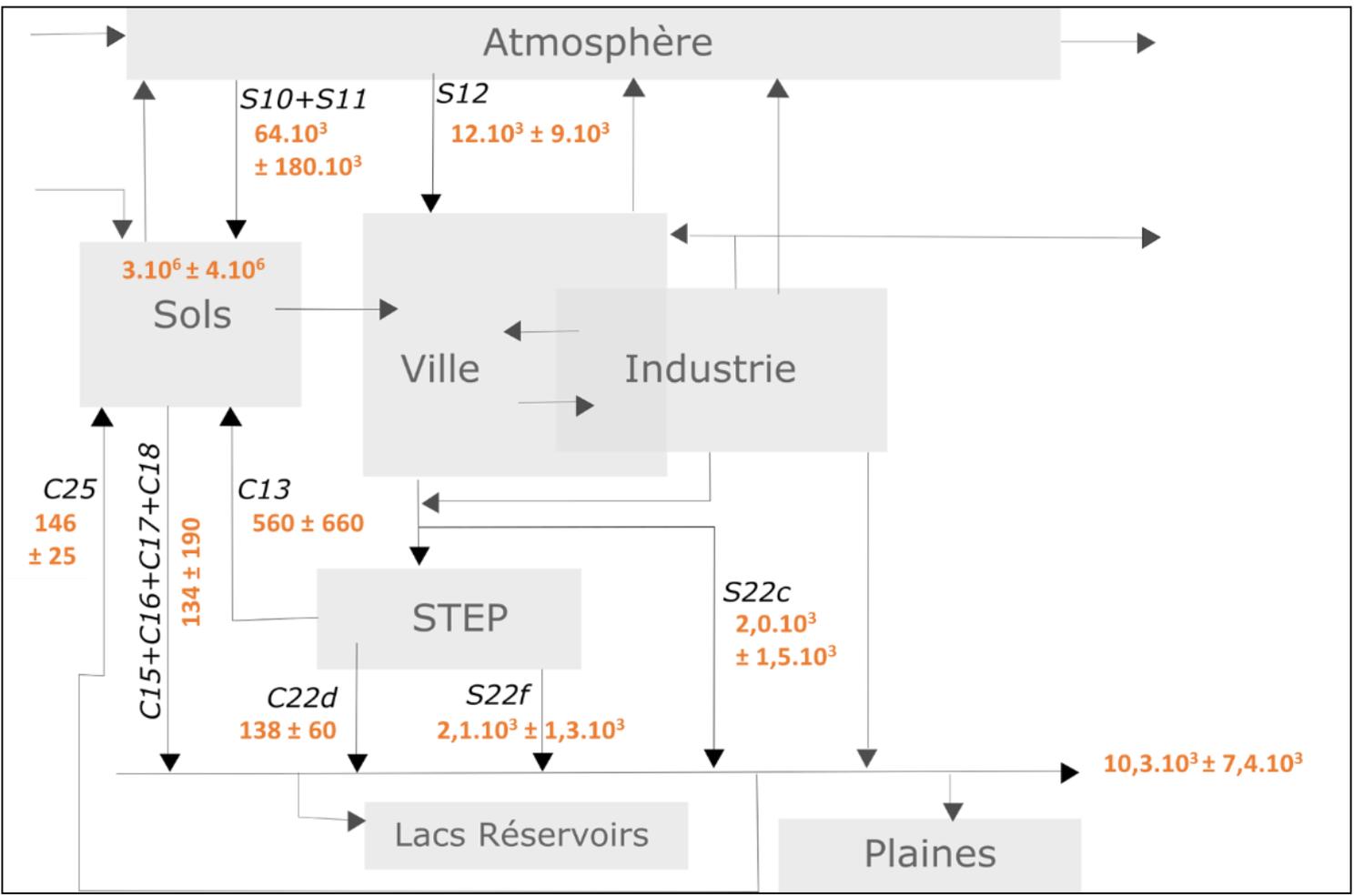
DEHP
(kg/an)



Quelques résultats

Cycle bassin versant

DEHP
(kg/an)



	Retombée	Erosion	Urbain	Seine
HAP (kg/an)	7800	600	375	2500
BPA (kg/an)	2100	15	150	950
AP (kg/an)	8000	100	5500	4500
DEHP (kg/an)	64000	130	4200	10000

Rapport érosion/retombée liés à l'histoire de la contamination et aux taux de dégradation/volatilisation dans les sols

Lien flux en Seine (aval) et apports avec parfois des manques importants

Premières conclusions et perspectives

- Données

Travail très important de compilation de données et d'analyses

Des polluants très bien documentés (HAP, PCB, AP/PAE), d'autres moins, voire beaucoup moins

Des données à acquérir pour mieux couvrir soit la variabilité spatiale soit la variabilité temporelle, parfois les deux...

- Méthodologie

Amélioration les calculs de flux en Seine avec prise en compte de la variabilité annuelle (crues)

Améliorer la spatialisation des données

Amélioration des calculs de flux liés à l'érosion des sols (mieux discriminer ?) et à la volatilisation depuis les sols

Premières conclusions et perspectives

- Flux

Quelques tendances se dessinent

Apports diffus de certains polluants très importants comparativement aux apports urbains, à l'échelle du territoire entier, mais plus à l'échelle de la Seine

Sols stocks importants de polluants dans le bassin versant

Mais tendances liées aux polluants que l'on regarde

- Lien avec usage

Comparer ces flux aux flux évalués selon les usages

Collaboration avec INERIS

Travail sur le DEHP et le NP (voire PBDE)

