

Projet de recherche « INOGEV »

Innovations pour une gestion durable de l'eau en ville

Connaissance et maîtrise de la contamination des eaux pluviales urbaines



Modélisation des flux annuels de micropolluants émis dans les eaux de ruissellement : contribution au développement d'un modèle source/flux et application au cas des métaux et HAP

Petrucci, Gromaire, Chebbo
LEESU

Contexte - objectifs



- Campagnes de mesure exutoire / RA
 - production endogène de micropolluants importante
 - atmosphère = source secondaire
 - sources principales non identifiées

Objectifs de l'analyse source / flux:

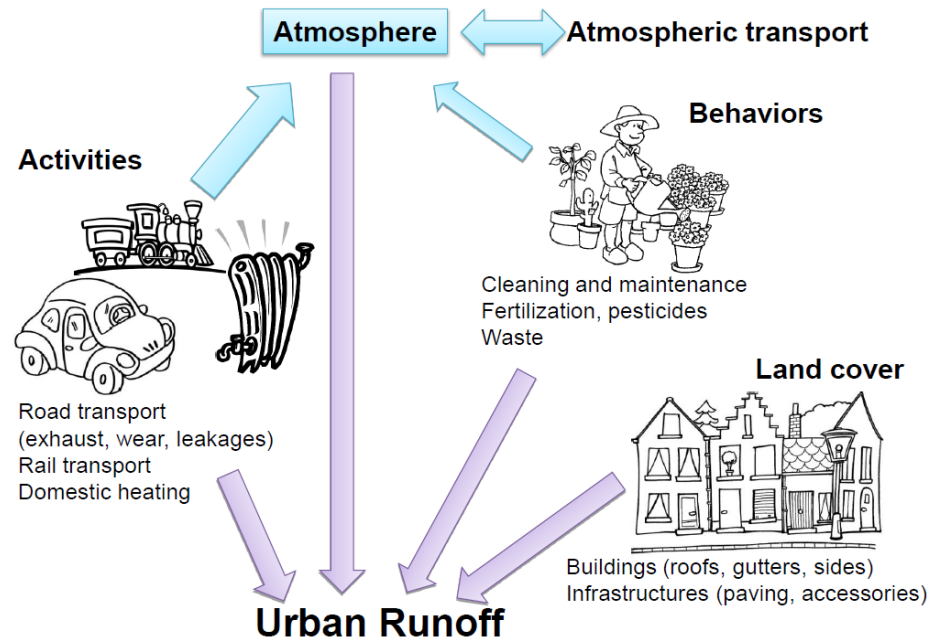
- Identifier les sources primaires prioritaires pour chaque polluant
- Identifier les principales lacunes dans les connaissances/données (directions de recherche)

Méthodologie



Méthode

- Identifier les sources primaires
- Exploiter les BD urbaines et bibliographiques (synthèse/harmonisation de connaissances et données diversifiées)
- Construire une méthode simple de quantification des flux annuels de polluants émis vers les eaux de ruissellement
- Evaluer l'incertitude associée



Méthodologie

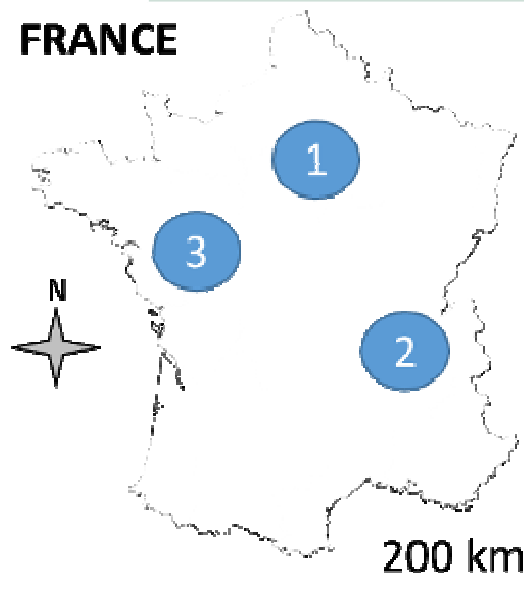


Application

- Quatre polluants : Cu, Pb, Zn, HAP
- Trois sites : Sucy, Chassieu, Pin Sec

	Surface	Imperm.	Typologie
Sucy-en-Brie (Région parisienne)	228 ha	21%	Pavillonnaire
Pin Sec (Nantes)	31 ha	49%	Pavillonnaire + collectif
Chassieu (Grand Lyon)	185 ha	72%	Industriel

FRANCE



(1) Sucy



500 m

(2) Chassieu



200 m

(3) Pin Sec

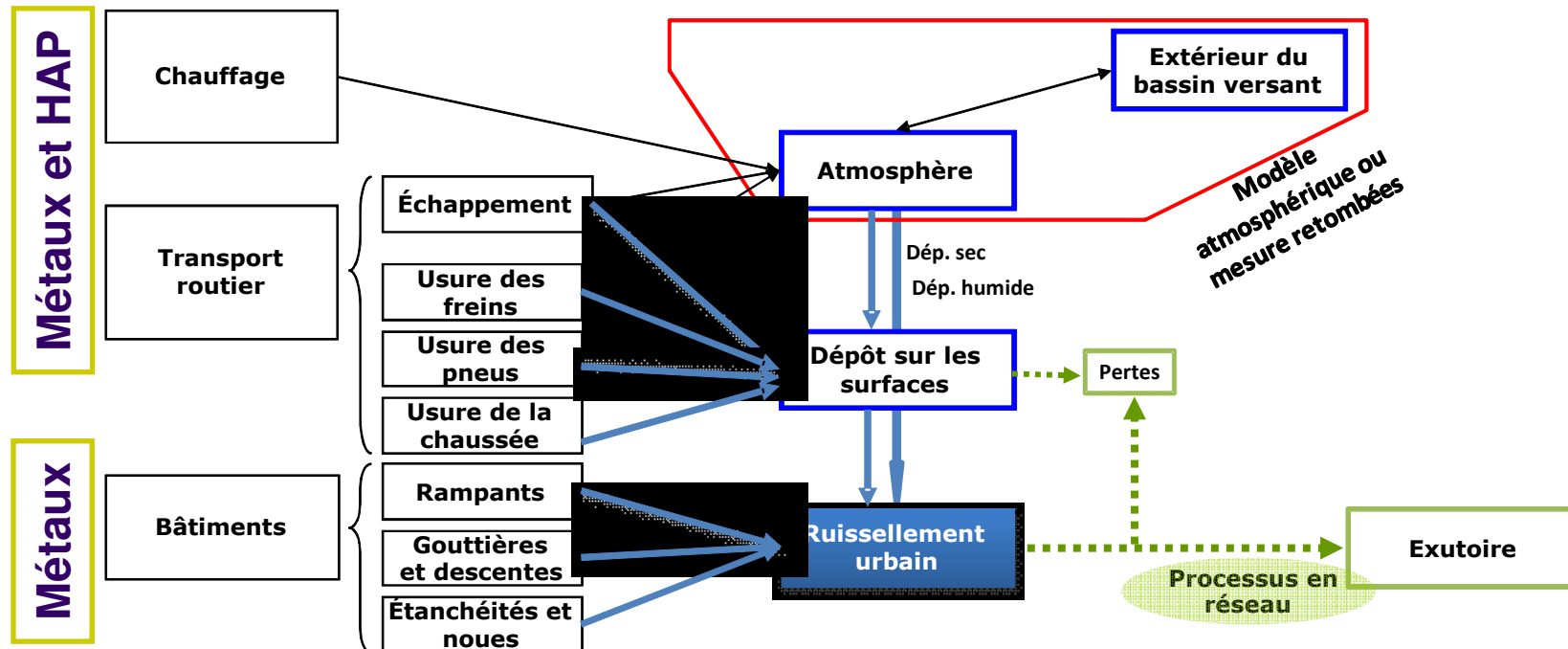


100 m

Méthodologie



- Les sources considérées



Méthodologie



Exemple de quantification des sources : trafic

- Pour chaque source (freins, pneus, etc.)

Volume de
trafic annuel

Usure

Concentration
du polluant

$$E_{sol} \text{ (kg an}^{-1}\text{)} = T \text{ (v km an}^{-1}\text{)} \times U \text{ (kg (v km)}^{-1}\text{)} \times C \text{ (kg/kg)} \times f_{sol} \text{ (\%)}$$

Emissions annuelles
déposées sur les
surfaces urbaines

Fraction se
déposant au sol

- Et en disposant de l'incertitude associée à chaque facteur, on peut la propager au résultat...

Méthodologie



Exemple de quantification des sources : trafic

- Facteurs d'émission par les plaquettes de frein
 - Des données biblio éparées et hétérogènes
 - Pas d'exploitation statistique possible
 - Approche = calcul d'une valeur médiane et construction d'un intervalle de confiance à partir des données littérature

		Unités	Min	Max	γ	μ	Cv
Contenu	Cu	ppm	13000	110000	87%	61500	53%
	Pb	ppm	130	630	95%	380	33%
	Zn	ppm	13000	37000	87%	25000	32%
Usure	Voitures	mg/(km*v)	16	33	95%	25	17%
	PL	mg/(km*v)	47	80	87%	64	17%
Fraction vers le sol		%	20	60	87%	40	33%

Méthodologie

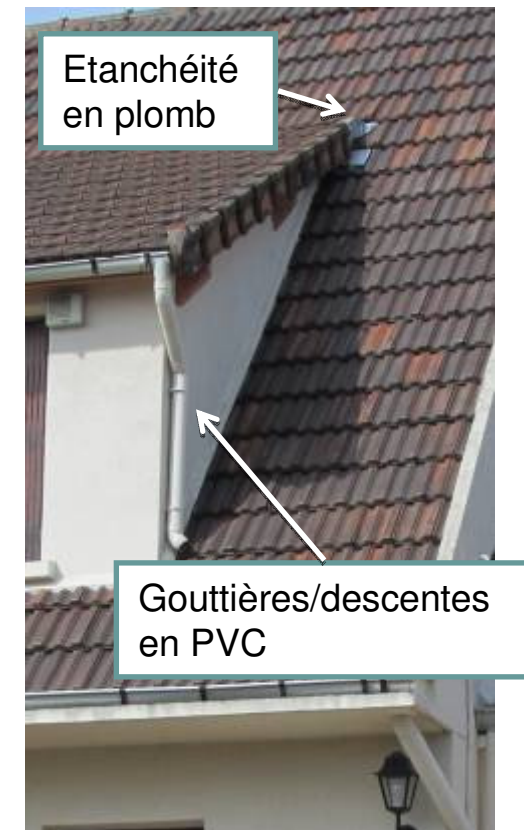


Exemple de quantification des sources : éléments métalliques des toitures (*Sucy uniquement*)

- Échantillon de 88 pavillons (4% du total)
- Identification visuelle des éléments métalliques des toitures
- Extrapolation à l'ensemble du bassin versant
 - Calage d'une loi surface/linéaire pour gouttières et descentes
 - Distribution de fréquence des surfaces d'étanchéité (Pb et Zn)

Distribution des matériaux pour gouttières et descentes

	f	Longueur totale (m)	Cv
Zinc	58.7%	54882	10%
PVC	26.1%	24426	19%
Cuivre	3.2%	3016	63%
Zinc et PVC	8.7%	8142	37%
non identifié	1.9%	1809	81%
Aluminium	1.0%	905	116%
Fonte	0.3%	302	201%

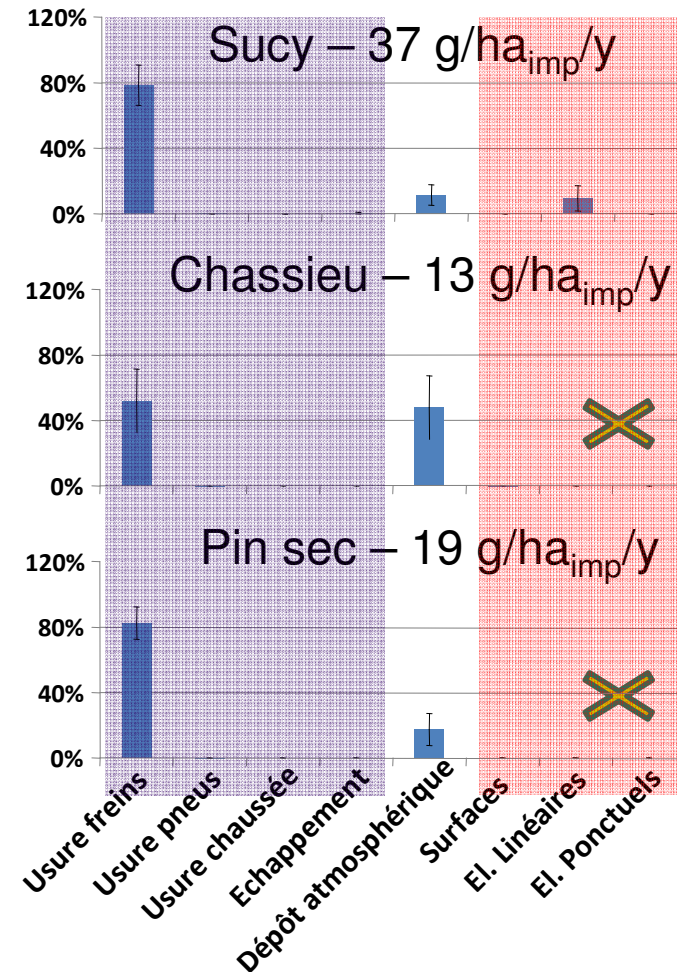


Résultats



Cuivre

- Source prioritaire = trafic (freins)
- Chassieu :
 - trafic \approx apports atmosphériques
 - rapport trafic / surfaces imperméables beaucoup plus faible en raison de la forme urbaine (grandes parcelles imperméabilisées)
- Sucy:
 - 3% de gouttières en cuivre = 10% du Cu, elles peuvent être source majeure si elles sont la norme

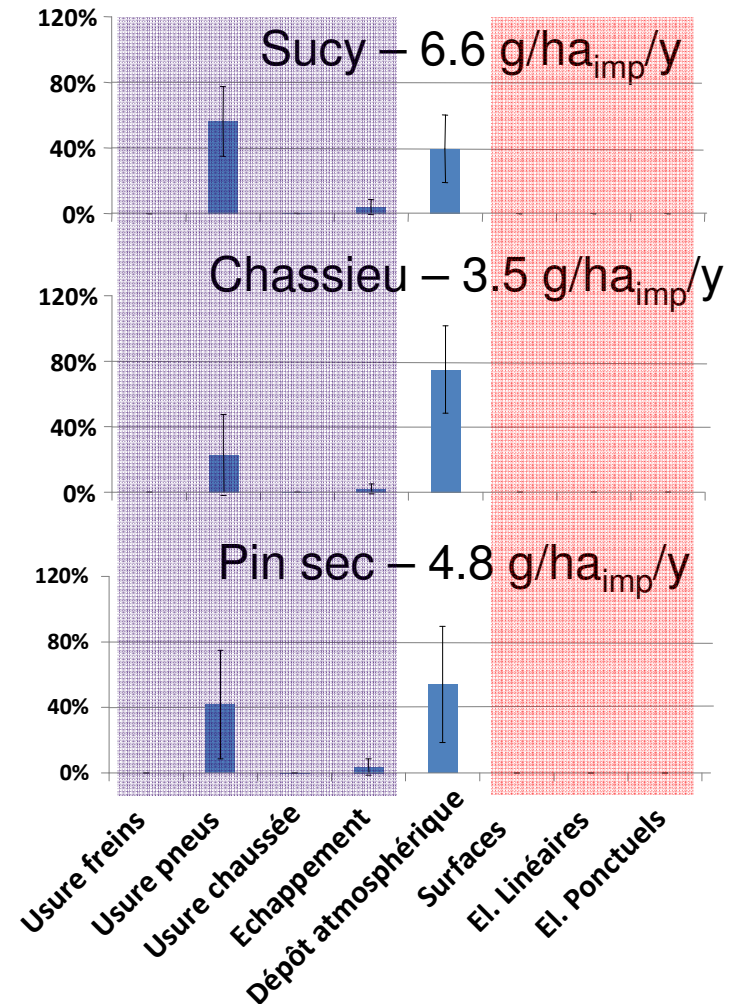


Résultats



HAP

- Comportement similaire au Cu : sources principales sont trafic (usure pneus) et dépôt atmosphérique
- Rapports inversés entre Sucy et Chassieu (Pin Sec intermédiaire) en raison du rapport trafic / imperméabilisation (haut à Sucy, bas à Chassieu)

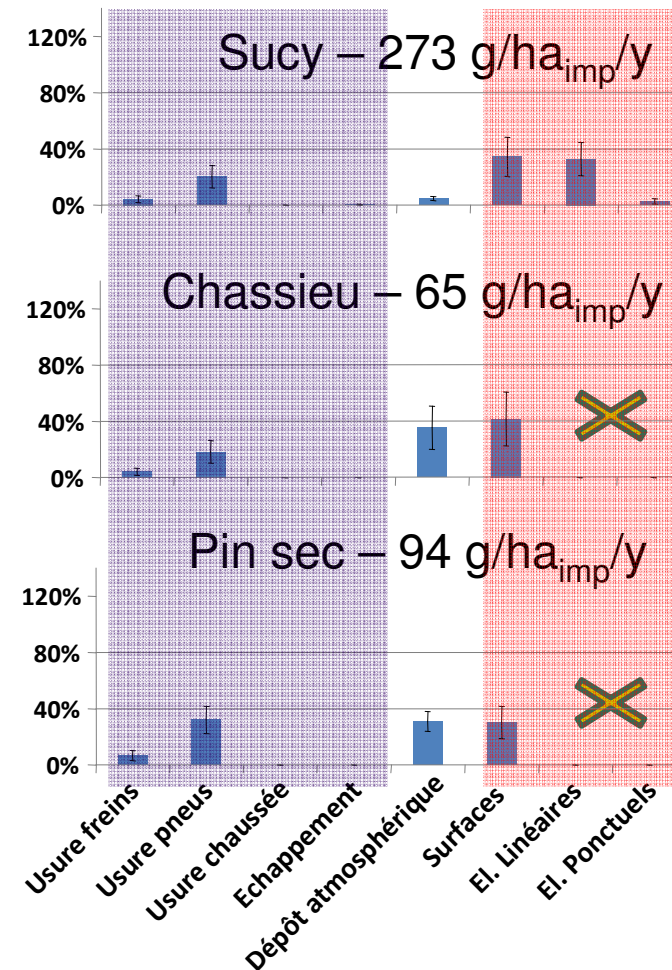


Résultats



Zinc

- Sources principales : toits en zinc, usure des pneus, retombées atm. (surtout à Chassieu)
- Toits en zinc peu diffus sur ces BV mais source prioritaire
- Sucy : gouttières et descentes émettent environ 36% du Zn !

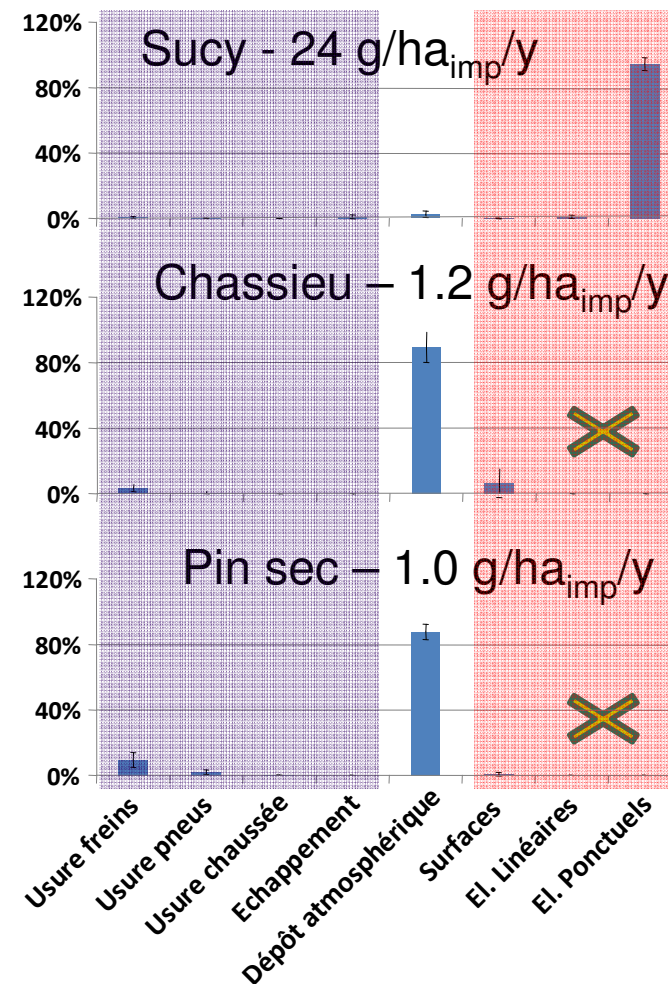


Résultats



Plomb

- Sucy : 94% du Pb émis par les éléments d'étanchéités et autres éléments métalliques des toits !
- Les autres émissions (freins, carburants) ont été éliminée par les réglementations des dernières décennies, mais ces éléments des bâtiments restent une source significative très peu quantifiée

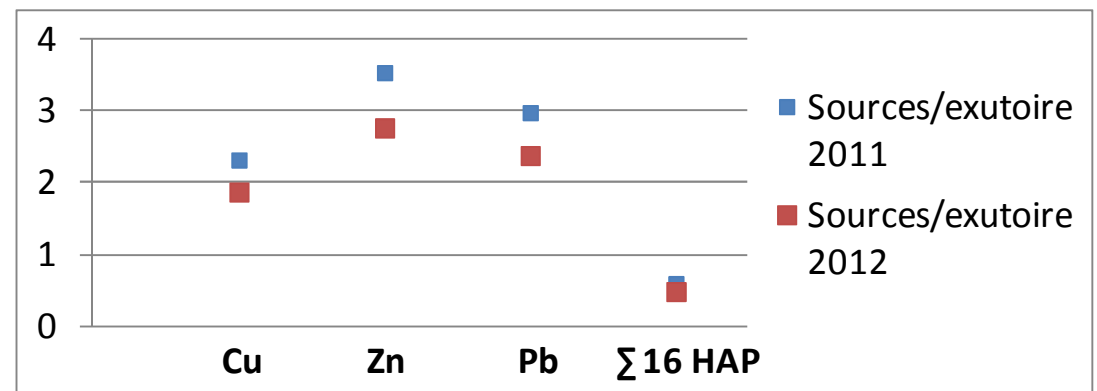
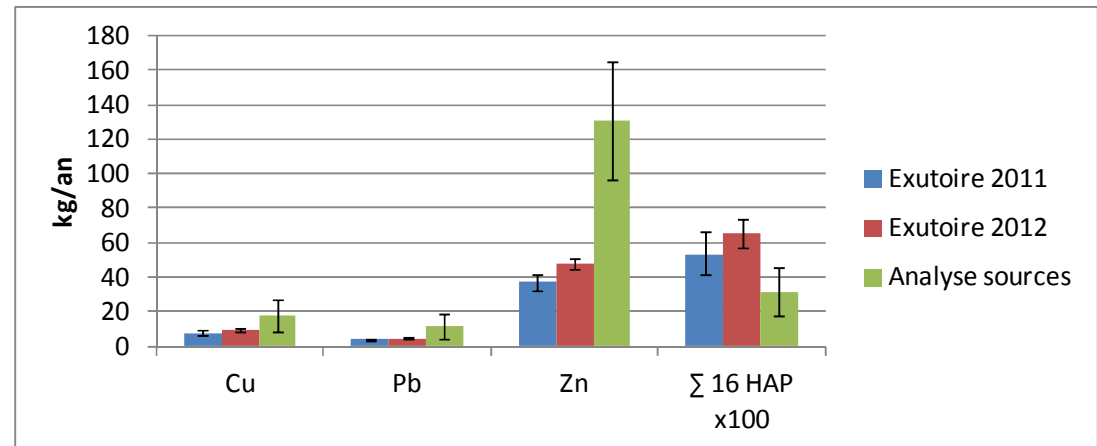


Résultats



Comparaison avec les flux à l'exutoire (Sucy, calcul A. Hannouche)

- Le bilan à l'exutoire donne des valeurs plus faibles pour les métaux et plus haut pour les HAP
- Pour les métaux ratio assez stable (2 – 3) → indication sur pertes et processus en réseau ?
- Pour les HAP sources expliquent 50% - 60% des flux à l'exutoire → sources « oubliées » (e.g. fuites de carburant) ? Sources ponctuelles ?



Conclusions



- Résultats principaux:
 - Résultats cohérents entre les 3 BV
 - Mise en évidence de descripteurs à explorer: trafic/ surface imp.
 - Comportements différents suivant le contaminant
- Cohérence avec les flux à l'exutoire pour les métaux (ratio stable)
- Intérêt de l'analyse sources/flux:
 - Identifier sources prioritaires -> orienter les actions préventives/curatives
 - Identifier les lacunes -> orienter les actions de recherche futures (facteurs d'émission représentatifs du parc automobiles, éléments singuliers, apports atmosphériques spatialisés)

Méthodologie



Exemple de quantification des sources : trafic

- Quantification du volume de trafic annuel à partir de mesures et valeurs standards par classe de voirie

Estimations sur les trois sites

	Sucy	Chassieu	Pin Sec
Trafic total (10 ⁶ v km/an)	21,52	13,12	3,72
Poids lourds (10 ⁶ v km/an)	0,35	1,04	0,06
Trafic journalier par m² imperméable (v km/(j ha))	1228	270	679

