



HAL
open science

Quels polluants trouve-t-on dans les eaux pluviales en milieu urbain ?

Sylvie Barraud, Jean-Luc Bertrand-Krajewski

► **To cite this version:**

Sylvie Barraud, Jean-Luc Bertrand-Krajewski. Quels polluants trouve-t-on dans les eaux pluviales en milieu urbain ?. GRAIE. Gestion des eaux pluviales en ville – 20 ans de recherche au service de l'action, pp.106-111, 2022, 978-2-917199-10-7. hal-04283500

HAL Id: hal-04283500

<https://hal.science/hal-04283500>

Submitted on 15 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Quels polluants trouve-t-on dans les eaux pluviales en milieu urbain ?

Sylvie Barraud et Jean-Luc Bertrand-Krajewski, INSA Lyon

Les eaux qui circulent en milieu urbain par temps de pluie véhiculent un certain nombre de polluants et de contaminants qui rejoignent les milieux aquatiques et contribuent à dégrader leur qualité. Les scientifiques de l'OTHU ont dès le début de l'observatoire mis en place des dispositifs permettant d'appréhender les volumes et la nature des rejets ainsi que leurs caractéristiques de manière à proposer des stratégies limitant les impacts. Dans cet article, nous abordons la question des polluants chimiques entraînés par les eaux pluviales. Les contaminants microbiologiques sont abordés dans la Question 5.3.

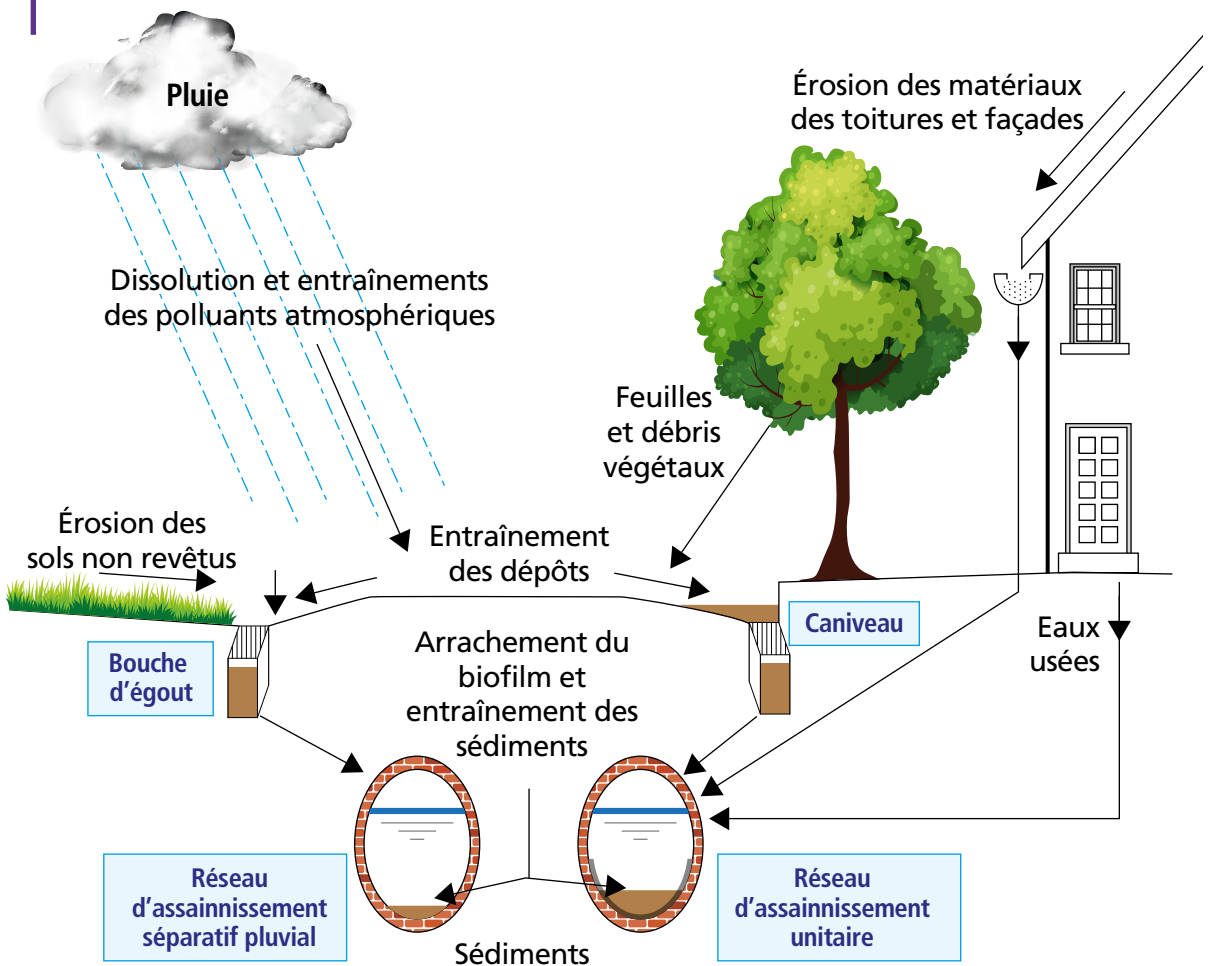
Il y a eaux pluviales et eaux pluviales

Lorsque l'on aborde la question de la pollution des eaux pluviales, la notion même d'eau pluviale peut revêtir différentes acceptions selon leur positionnement dans le cycle de l'eau. Il peut s'agir :

- ▶ d'eau de pluie (celle qui tombe du ciel) et que l'on nomme eaux météoriques ;
- ▶ des eaux qui ruissellent, lessivent et érodent les surfaces urbaines (eau de ruissellement pluvial) ;
- ▶ ou bien encore les eaux collectées par des ouvrages (notamment les réseaux de conduites).

Ainsi les eaux de ruissellement peuvent-elles être mélangées aux eaux usées (cas d'un réseau unitaire) ou non (réseau séparatif pluvial). L'ensemble des rejets qui en sont issus sont nommés rejets urbains de temps de pluie (RUTP), objet de cette question.

Figure 1 : Mobilisation des polluants par les eaux pluviales en milieu urbain (source : Chocat *et al.*, 2021).



D'où viennent les polluants ?

Les eaux de pluie se chargent progressivement en polluants (figure 1):

- 1 – d'abord par dissolution et entraînement des polluants atmosphériques (poussières fines, aérosols émis naturellement ou plus souvent par les activités humaines proches ou lointaines);
- 2 – puis par ruissellement (entraînement des dépôts de temps sec, érosion des matériaux constituant les surfaces urbaines sur lesquelles le ruissellement a lieu ou encore entraînement des substances utilisées pour l'entretien de ces surfaces...);
- 3 – enfin par entraînement des polluants remis en suspension dans les différents éléments des réseaux d'assainissement (arrachement du biofilm, re-suspension des sédiments déposés).

Que trouve-t-on principalement dans les eaux de ruissellement pluviales et dans les RUTP ?

On trouve sans surprise les substances utilisées dans les activités humaines. Dans les eaux de ruissellement comme dans les RUTP, qu'ils soient issus d'un réseau séparatif pluvial ou unitaire, les principales substances détectées sont les mêmes.

On retrouve :

- ▶ des **éléments traces métalliques** (liés aux constructions notamment aux toitures, aux routes et à leurs équipements ou encore à l'usure des pièces métalliques des véhicules);
- ▶ des **hydrocarbures** (notamment des hydrocarbures aromatiques polycycliques liés au chauffage urbain et au trafic routier) dont certains sont cancérogènes;

Tableau 1 : Valeurs de concentrations totales événementielles (médianes, 10^e et 90^e centiles et coefficient de variation) des eaux pluviales échantillonnées à l'exutoire de trois sites expérimentaux différents de l'OTHU : un parking traditionnel imperméable de 90 m² (Campus de la Doua), un bassin versant industriel muni d'un réseau séparatif pluvial (Chassieu) et un bassin versant résidentiel muni d'un réseau unitaire (sources : Becouze, 2010; Sébastien, 2013; Garnier, 2020).

		Eau de ruissellement parking				Séparatif pluvial (Chassieu)				Unitaire (Écully)				NQE	
		Q10	médiane	Q90	CV	Q10	médiane	Q90	CV	Q10	médiane	Q90	CV		
Métaux (ETM)	As	(µg/L)	0,4	2	10,5	123%	0,7	1	2,6	57%	1,3	2	3,7	45%	0,83
	Cd**	(µg/L)	0,04	0,2	1,68	140%	0,12	0,3	1,20	89%	0,06	0,1	0,2	69%	0,45
	Co	(µg/L)	0,2	1	7,1	120%	0,9	2	14,1	127%	0,4	0,5	0,6	50%	-
	Cr	(µg/L)	2,3	10	46,6	109%	3,7	9	16,0	50%	1,1	2	2,5	77%	3,4
	Cu	(µg/L)	6,1	23	76,7	97%	20,5	32	122,7	98%	21,1	36	48,2	145%	1
	Mn	(µg/L)	11,0	107	739,4	135%	24,7	58	228,5	108%	34,4	45	68,5	119%	-
	Mo	(µg/L)	0,0	0,0	0,0	-100%	0,3	2	25,8	161%	0,6	1	1,4	29%	-
	Ni*	(µg/L)	2,2	7	29,6	95%	3,4	9	15,5	54%	1,9	2	3,7	77%	34
	Pb*	(µg/L)	1,4	9	50,8	126%	4,7	11	57,5	109%	2,2	6	11,8	178%	13
	Sr	(µg/L)	24,6	44	148,9	79%	46,1	74	106,5	37%	99,7	166	256,3	64%	-
	Ti	(µg/L)	23,5	442	1532,2	112%	19,0	60	202,1	88%	35,9	39	54,7	72%	-
	V	(µg/L)	1,9	11	48,6	112%	2,3	5	8,2	47%	1,3	2	2,3	0%	-
	Zn	(µg/L)	21,0	105	387,4	104%	198,4	259	928,8	79%	76,3	112	163,4	71%	7,8
Ba	(µg/L)	7,4	74	293,2	117%	23,7	53	812,9	210%	22,6	31	44,2	70%	-	
Pesticides	Atrazine*	(ng/L)	0,0	5	112,5	150%	0,2	3	135,1	175%	0,5	2	90,1	215%	2000
	Diuron*	(ng/L)	0,0	0,3	45,8	207%	1,1	19	53,2	92%	0,2	28	45,6	80%	1800
	Bisphénol A	(ng/L)	126,4	158	353,2	49%	406,1	525	731,9	25%	nm	nm	nm	-	
Alkyl-phénols	4-Tert-Octylphénol*	(ng/L)	8,6	19	355,6	182%	21,7	39	90,3	57%	0,0	5	171,7	127%	100
	4-Nonylphénol**	(ng/L)	140,9	329	434,2	44%	258,8	584	1231,7	55%	0,0	0,0	0,0	0%	2000
HAP	Naphtalène*	(ng/L)	94,5	211	1693,1	149%	100,9	238	1219,5	110%	0,0	4	21,0	115%	130000
	Fluoranthène*	(ng/L)	29,5	111	297,5	77%	65,6	100	201,0	48%	47,9	91	181,5	75%	120
	Benzo(b)fluoranthène**	(ng/L)	6,9	60	298,6	116%	18,3	58	153,6	74%	0,0	50	64,3	78%	17
	Benzo(k)fluoranthène**	(ng/L)	6,9	6,9	6,9	0%	6,9	19	52,0	79%	0,0	25	44,1	70%	17
	Benzo(a)pyrène**	(ng/L)	11,7	12	83,6	118%	9,1	15	75,5	98%	0,0	0,0	19,5	245%	270
	Indeno(1,2,3-cd)pyrène**	(ng/L)	40,0	40	80,0	36%	7,6	46	57,9	50%	0,0	48	129,0	87%	-
	Benzo(g, h, i)pérylène**	(ng/L)	40,0	40	81,8	37%	28,0	55	98,2	47%	9,6	51	80,9	75%	8,2
PBDE	B183**	(ng/L)	1,9	6	17,3	84%	1,7	2	2,6	24%	nm	nm	nm	nm	-
	B205*	(ng/L)	0,3	11	104,3	176%	0,0	0,4	8,5	192%	nm	nm	nm	nm	-
	B209*	(ng/L)	2,6	50	568,5	168%	0,0	60	216,9	98%	nm	nm	nm	nm	-
	Σ6PBDE	(ng/L)	2,1	14	67,5	123%	1,9	8,9	13,8	68%	nm	nm	nm	nm	140
			min	Moy	max		min	Moy	max		min	Moy	max		
MES	Matières en suspension	(mg/L)	21,3	140	1075,7	125%	22,0	144,0	1421,0	88%	13,0	260	1433,0		50

nm : non mesuré – * substance prioritaire – ** substance prioritaire dangereuse (directive européenne cadre sur l'eau)

¹ La médiane est une valeur statistique centrale pour laquelle 50% des échantillons présente une concentration qui lui est inférieure et 50% supérieure.

Q10 est le 10^e centile. Il donne une idée des valeurs basses des échantillons (10% des échantillons présente une concentration qui est inférieure à Q10).

Q90 est le 90^e centile. Il donne une idée des valeurs hautes des échantillons (90% des échantillons présente une concentration qui est inférieure à Q90).

Le coefficient de variation mesure de degré de variabilité des échantillons. C'est une mesure de l'écart type sur la moyenne des échantillons. Si un CV = 150% cela signifie que l'écart type est 1,5 fois plus élevé que la moyenne de l'échantillon.

Photo 1 : Ruissellement eaux pluviales sur sol imperméable (source GRAIE).



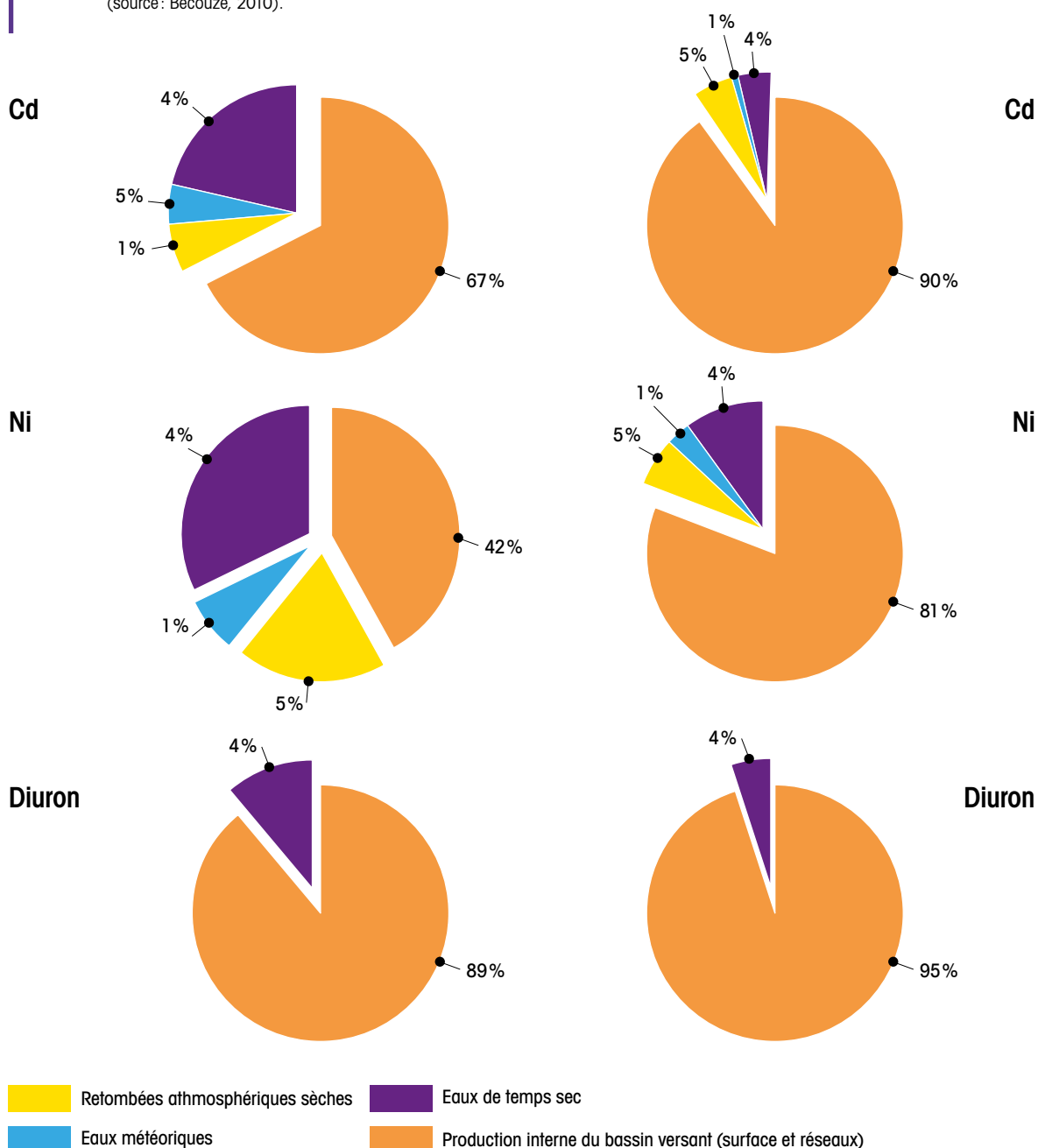
- ▶ des **produits additifs** comme des retardateurs de flammes ou des alkylphénols entrant dans la composition de nombreux matériaux urbains;
- ▶ des **produits d'entretien** comme des pesticides, fongicides;
- ▶ ou encore, mais dans une moindre mesure, des **nutriments** (produits azotés par exemple).

L'OTHU a fortement contribué à alimenter les bases de données en matière de polluants dans les différents compartiments (des eaux météoriques jusqu'aux rejets) en mettant au point des dispositifs métrologiques spécifiques (par exemple pour l'estimation des dépôts secs et humides), pour l'acquisition de concentrations moyennes événementielles (CME) prenant en compte toute la chaîne d'incertitudes depuis les prélèvements jusqu'à l'analyse en laboratoire (voir Questions 2.3 et 2.4.).

La pollution des eaux de ruissellement et des RUTP est significative et très variable

Les concentrations en polluants peuvent être importantes. Le tableau 1 donne des ordres de grandeur observés pour des concentrations totales (phases dissoute et particulaire) sur trois sites expérimentaux de l'OTHU : l'un recueillant les eaux de ruissellement d'un petit parking traditionnel imperméable de 90 m² environ (Campus de la Doua), un deuxième site drainant une zone industrielle de 185 ha imperméabilisée à plus de 70 % par un réseau séparatif pluvial (Chassieu) et enfin un site résidentiel de 245 ha imperméabilisé à plus de 40 % drainé par un réseau unitaire (Écully).

Figure 2 : Exemples de bilans de masse pour trois polluants (cadmium, nickel, diuron) sur les sites expérimentaux OTHU d'Écully et de Chassieu (source : Becouze, 2010).



Les concentrations sont fortes en métaux et HAPs quel que soit le site. D'autres substances sont mesurées en plus faibles concentrations mais sont des perturbateurs endocriniens, comme le diuron ou certains PBDE, dont on sait aujourd'hui qu'ils peuvent présenter des effets à faible dose.

Même si, en médiane, les concentrations en polluants des eaux issues du réseau séparatif pluvial semblent plus élevées, la variabilité des concentrations, quel que soit le site, est

forte (coefficient de variation souvent supérieure à 100%). Une caractéristique majeure de la pollution des eaux pluviales est sa grande variabilité, non seulement d'un site à un autre, mais également d'un événement à l'autre pour un même site sans qu'aucune relation simple avec les caractéristiques des événements pluvieux (durée, hauteur précipitée, intensité moyenne, durée de temps sec antérieure, etc.) ne puisse être établie. La variation des concentrations en polluants au sein

Tableau 2 : Exemples de valeurs de fractions dissoutes (médianes, 10^e et 90^e centiles) de polluants échantillonnés à l'exutoire du bassin versant de Chassieu muni d'un réseau séparatif pluvial et du parking imperméable du Campus de la Doua. Plus les cases des médianes sont foncées plus le polluant est particulaire, plus il est clair plus il est dissous (Garnier, 2020).

		Eau de ruissellement parking			Séparatif pluvial (Chassieu)		
		Q10	médiane	Q90	Q10	médiane	Q90
Métaux (ETM)	As	4	12	41	21	35	49
	Cd**	1	5	32	5	31	91
	Co	1	4	17	2	23	60
	Cr	0	1	11	5	10	41
	Cu	2	8	51	7	18	54
	Mn	0	3	45	3	7	32
	Ni*	2	6	64	9	27	63
	Pb*	0	1	4	2	3	13
	Sr	17	50	94	59	78	94
	Ti	0	0	3	0	0	3
	V	2	10	52	5	21	43
	Zn	0	3	35	11	36	78
	Ba	5	12	100	7	26	82
Pesticides	Carbendazime	13	99	100	73	99	100
	Atrazine*	45	99	100	100	100	100
	Diuron*	0	97	100	53	93	100
	Bisphénol A	82	93	97	84	91	98
Alkylphénols	Nonylphénol-1-carboxylé*	50	71	93	96	99	99
	4-Tert-Octylphénol*	8	44	72	43	57	90
	Octylphénol-mono-éthoxylé	29	79	96	84	99	100
	Octylphénol-di-éthoxylé	20	67	87	61	71	98
	4-Nonylphénol**	12	85	93	13	53	92
	Nonylphénol-di-éthoxylé*	13	88	98	51	68	94
	Nonylphénol-mono-éthoxylé*	22	54	86	57	86	97
HAP	Naphtalène*	0	7	34	2	61	91
	Acénaphène**	25	44	66	25	35	100
	Fluorène**	7	43	68	26	61	79
	Phénanthrène**	1	3	40	17	24	40
	Fluoranthène*	0	4	72	5	9	20
	Pyrène**	0	1	90	4	12	24
	Benzo(a)anthracène**	0	13	25	0	0	3
	Chrysène**	0	3	25	0	1	5
	Benzo(b)fluoranthène**	1	5	25	0	0	17
	Benzo(k)fluoranthène**	25	25	25	0	0	25
	Benzo(a)pyrène**	4	25	25	0	0	25
	Indeno(1,2,3-cd)pyrène**	13	25	25	0	0	23
	Benzo(g,h,i)pérylène**	13	25	25	0	0	44
	ΣHAP légers	3	8	44	9	43	65
	ΣHAP lourds	3	8	38	3	5	20
PBDE	B183**	3	15	56	0	2	70
	B205*	0	3	19	4	51	94
	B209*	0	1	7	0	1	1

même de chaque évènement pluvieux est également très importante (voir Question 5.2.).

Du fait des importants volumes ruisselés susceptibles d'être produits par les évènements pluvieux, les masses rejetées peuvent constituer une source majeure d'apport de polluants et de micropolluants aux milieux aquatiques superficiels. Par exemple, sur Chassieu, des flux comparables sont mesurés pour certains micropolluants (cas du zinc) entre un évènement pluvieux et le rejet journalier de la station d'épuration de la Feyssine (300 000 EH).

La figure 2 illustre quelques cas contrastés de bilans de masse réalisés pour Ecully et Chassieu.

La contribution atmosphérique aux flux polluants est faible

Des bilans de masse de flux polluants ont été établis pour les sites OTHU de Chassieu et Écully, en distinguant les contributions des eaux météoriques, des retombées sèches, des eaux de temps sec (les eaux usées par exemple), et de la production interne du bassin versant (surfaces et réseaux). Ils montrent que la fraction des flux polluants provenant des eaux météoriques et des retombées sèches ne dépasse pas 25 %, la part des eaux météoriques seules n'excédant pas 20 % et étant le plus souvent inférieure à 10 %.

En Bref...

Cette pollution est significative et très variable : d'un site à l'autre, d'un évènement à l'autre et au sein d'un évènement.

Cette pollution s'accroît à mesure que l'eau ruisselle et s'écoule sur les surfaces urbaines et la contribution atmosphérique est faible.

Un levier efficace pour réduire la pollution est donc d'agir à la source en limitant le ruissellement et la collecte systématique par les réseaux en privilégiant par exemple l'infiltration sur place ou l'évapotranspiration en végétalisant davantage les surfaces urbaines.

La pollution est principalement particulaire (fortement décantable) mais pas seulement !

Ainsi certains micropolluants, comme les pesticides et le bisphénol A et dans une moindre mesure les alkyphénols, sont également présents en phase dissoute dans ces rejets et donc potentiellement mobiles.

La pollution est souvent particulaire mais pas seulement...

Les polluants de type métaux et HAP sont principalement présents sous forme particulaire et sont en général adsorbés sur des particules facilement décantables. Le paramètre MES est important pour quantifier la pollution particulaire. Les MES des eaux pluviales présentent une granulométrie fine (diamètre médian $d_{50} < 50 \mu\text{m}$) mais leur masse volumique significative (en général de 1700 à 2400 kg/m^3) leur confère une bonne décantabilité.

Certains micropolluants, comme les pesticides et le bisphénol A, et dans une moindre mesure les alkyphénols, sont en revanche essentiellement présents sous forme dissoute. Ces polluants sont particulièrement à surveiller car ils sont plus difficilement interceptés par des ouvrages de retenue ou d'infiltration centralisés.

Le tableau 2 fournit quelques ordres de grandeur des fractions dissoutes de différents polluants mesurés à l'exutoire du réseau séparatif pluvial de Chassieu et d'un petit parking du Campus de la Doua.

POUR ALLER PLUS LOIN

- **Becouze C.,** (2010). *Caractérisation et estimation des flux de substances prioritaires dans les rejets urbains par temps de pluie sur deux bassins versants expérimentaux*. Thèse de doctorat, INSA Lyon, 308 p.
- **Garnier R.,** (2020). *Systèmes alternatifs de gestion des eaux pluviales : Contribution à l'analyse de performances conjointes en matière d'hydrologie quantitative et de piégeage de micropolluants. Comparaison systèmes à la source – système centralisé*. Thèse de doctorat, INSA Lyon, 318 p. - [lc.cx/garnier2020](https://ic.cx/garnier2020)
- **Sébastien C.,** (2013). *Bassin de retenue des eaux pluviales en milieu urbain : performance en matière de piégeage des micropolluants*. Thèse de doctorat, INSA Lyon, 354 p.
- **Chocat B., Bertrand-Krajewski J.-L., Barraud S.,** (2021). La pollution des rejets urbains de temps de pluie. *Techniques de l'Ingénieur* – article W 6 800v2.