



UNIVERSITÉ
BOURGOGNE FRANCHE-COMTE



Étude de l'état de santé des rivières karstiques en relation avec les pressions anthropiques sur leurs bassins versants.

VOLET

Evaluation des dangers et risques liés aux contaminants chimiques

1. Pesticides et micropolluants

Pierre-Marie Badot, Eric Lucot, Audrey Bolard, François Degiorgi

28 mai 2018



UNIVERSITÉ
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ



Avertissement

Ce document fait la synthèse des résultats obtenus en matière de contaminations par les pesticides dans les tranches précédentes et présente les résultats de la tranche 3

INTRODUCTION

Depuis plusieurs dizaines d'années, un faisceau de signes, mesures et observations montrent que les rivières de Franche-Comté subissent une érosion lente mais continue de leurs fonctions biologiques :

- des proliférations algales récurrentes ;
- des phénomènes de colmatages des fonds par des fines ou des feutrages organiques de plus en plus intenses ;
- des eaux en période de crue présentant fréquemment une teinte "chocolat" lorsque le débit dépasse le module ;
- une raréfaction voire une disparition d'espèces réputées sensibles (grands plécoptères, écrevisses pieds blancs, éphémères, trichoptères...)
- des captures de salmonidés par les pêcheurs montrant une nette tendance à la baisse ;
- une remontée des espèces médianes ou basales (comme l'ombre ou de nombreuses espèces d'insectes aquatiques) vers les secteurs apicaux ;
- ...

Cette évolution négative semble s'être affirmée, sinon accélérée, depuis peu. Des mortalités massives de salmonidés sont survenues en 2010 et 2011, notamment au moment de leur période de reproduction.

De tels processus d'altération ont également été observés sur d'autres cours d'eau calcaires franc-comtois. Dans le cas de la Loue, ces phénomènes ont été d'autant plus spectaculaires que cette rivière était parmi les moins perturbées et présentait des stocks de salmonidés encore très importants jusqu'en 2008. La Loue et ses affluents constituent un observatoire représentatif pour rechercher les origines de l'appauvrissement général des ressources écologiques des rivières karstiques.

Depuis juillet 2012, le laboratoire Chronoenvironnement (UMR 6249, CNRS/UFC/UBFC) a entrepris avec le soutien financier de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, puis du conseil régional de Bourgogne - Franche-Comté et du conseil départemental du Doubs, un programme de recherches centré sur ce réseau hydrographique pour atteindre les objectifs suivants :

1. caractériser de manière approfondie l'état de santé actuel de la Loue et ses évolutions avec des méthodes plus précises que celles employées dans les suivis réglementaires de la qualité des eaux réalisés dans le cadre de la directive cadre sur l'eau ;

2. appréhender les mécanismes de perturbations des fonctions biologiques du cours d'eau par l'analyse conjointe des compartiments fluviaux et des principaux étages de l'édifice biologique ;
3. identifier les contaminants présents dans les différents compartiments de l'écosystème et leurs voies de transferts, hiérarchiser leurs impacts possibles, examiner leurs sources potentielles à l'échelle du bassin versant ;
4. explorer les relations existant entre l'évolution des activités socio-économiques du bassin versant de la Loue d'une part et la qualité des eaux et les capacités d'autoépuration de la rivière d'autre part.

La première tranche (tranche 1), réalisée entre juillet 2012 et fin 2014, s'est essentiellement attachée aux deux premiers objectifs. Elle a permis d'établir un diagnostic détaillé de l'état de la rivière et de sérier les hypothèses et scénarii visant à rendre compte des dégradations observées dans la rivière.

La deuxième tranche (tranche 2A) a été conduite de juillet 2012 à septembre 2015. Les investigations en matière de contaminants ont été effectuées dans différentes matrices environnementales (eaux, effluents de STEP, MES, sédiments, biote) et ont permis l'identification de multiples contaminants : pesticides chlorés, pyréthrinoides, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ou bien encore résidus médicamenteux. Nous avons également établi que ces contaminations sont éminemment variables (i) en ce qui concerne leur nature chimique, (ii) leur occurrence temporelle et (iii) leur localisation spatiale, sans qu'il soit à ce stade possible d'identifier des *patterns* réguliers.

Les pesticides organochlorés et les pyréthrinoides, mais aussi les HAP sont les polluants les plus fréquemment mis en évidence dans les différentes matrices. Les HAP sont retrouvés de manière quasi systématique ou très fréquente dans les sédiments, les MES et le biote (algues). Les pesticides organochlorés, notamment l'hexachlorobenzène, le lindane, le DDT et ses métabolites sont souvent présents dans les poissons qui ont été analysés.

Ces contaminations atteignent des niveaux suspectés d'induire des effets toxiques avérés. Au cours de la troisième tranche (tranche 2B), nous avons donc entrepris de caractériser quantitativement la dangerosité de certains contaminants organiques persistants mis en évidence dans l'écosystème aquatique, afin d'être en mesure d'évaluer dans quelle mesure ces contaminants pourraient contribuer aux dysfonctionnements écologiques constatés seuls ou en conjonction avec d'autres facteurs stressants.

Au cours de la quatrième tranche (tranche 3), des analyses de pesticides, d'éléments en traces métalliques et de HAP ont été conduites sur les eaux lysimétriques, les eaux de surface, les MES et les sédiments en lien avec les suivis lysimétriques effectués sur les bassins versants du Grand Bief et de Plaisir Fontaine depuis 2016.

RECAPITULATIF DE L'ENSEMBLE DES ANALYSES DE PESTICIDES

L'ensemble des résultats obtenus depuis 2012 en matière de contaminations par des pesticides et d'autres micropolluants est donné dans les Tableaux P1 à P14.

Les contaminations ont été successivement mesurées dans les matrices suivantes : eaux superficielles, effluents de STEP, sédiments, matières en suspension (SPM), algues, poissons, eaux lysimétriques.

Les différentes campagnes de mesures se sont échelonnées de 2013 à 2019.

Tableau P1 - Analyse des pesticides Eaux et effluents. Printemps 2014			Code station	SOURCE	ORN2	ORN4	EFF0	PON2	PON4	EFFP
			Nom des stations	Source	Amont	Aval proche	STEP Ornans	Amont proche	Aval proche	STEP Pontarlier
			Nature échantillon	EAUX			EFFLUENT	EAUX		EFFLUENT
			Substances (ABL Analytics)	Unité	Limite de quantification	mars 2014			avril 2014	
Pesticides										
Métolachlore-ESA< 10	ng/L	< 10	< 10	-	-	< 10	-	-	< 10	
Alachlore-ESA	ng/L	< 10	< 10	-	-	< 10	-	-	< 10	
Alachlore	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Atrazine	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	≤ 10	< 10	< 10	≤ 10	
Chlorpyrifos	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Cyanazine	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Déséthylatrazine	ng/L	< 20	< 20	< 20	20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Déisopropylatrazine	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Diuron	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
alpha-HCH	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
beta-HCH	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
alpha-endosulfan	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
beta-endosulfan	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Endosulfan sulfate	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Fenpropimorphe	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Hexazinon	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Isoproturon	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Lindane	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	≤ 20	< 20	< 20	≤ 20	
Metalaxyl	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Métolachlore	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Pendiméthaline	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Pirimicarbe	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Prométryne	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Propazine	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Sébutylazine	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Simazine	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Terbutylazine	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Terbutryne	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	12	< 10	< 10	12	
Tétrachlorvinphos	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Trifluraline	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Métazachlore	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Napropamide	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Tebutam	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
2,6-Dichlorobenzamide	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Aldicarb	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Dichlobenil	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Molinate	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Hexachlorobenzène	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Diazinon	ng/L	< 20	< 20	< 20	≤ 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Heptachlor	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Delta-HCH	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Amétryne	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Aldrine	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Parathion	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Heptachlore époxyde	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
2,4'-DDE	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
4,4'-DDE	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Dieldrine	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
2,4'-DDD	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Endrine	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
2,4'-DDT	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
4,4'-DDD	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
4,4'-DDT	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Méthoxychlore	ng/L	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	
Pesticides Traitement bois, maïs										
Aclonifène	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Dicamba méthyl ester	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	
Propiconazole	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Tébuconazole	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Cyperméthrine	ng/L	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	
Deltaméthrine	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	
Perméthrine	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	

Tableau P2 - Analyse des pesticides Sédiments Juillet 2013	Code station	LOU1	LOU2	LOU3	LOU4	LOU5	LOU6	LOU7	LOU8	LOU9	LOU10	Brenelle aval	Brenelle amont	Brenelle aval										
															Source de la Loue (Ouhans)	Mouthier-Haute-Pierre	Montgenoye (le Bar)	Aval Ormans (Ormezon aval seul)	Scy-en-Vaux (aval ND du Chêne)	Amont Cléron (Moulin Boulton)	Aval Cléron (les en Goni)	Amont conflueance Lison (La Piquette)	Chenevey-Bullion (la Croix de Tréquin)	Cesey (Ile Madame)
															18	2A 2B 2C	3A 3B 3C	4A 4B 4C	5A 5B 5C	6A 6B 6C	7A 7B 7C	8A 8B 8C	9A 9B 9C	10A 10B 10C
Substances (AB: Analytes)	Distance à la source (fm)	0.1	5.4	17.0	23.7	25.0	28.8	30.3	41.3	54.4	58.9	58.9	58.9	58.9										
	Unité	SEDIMENTS juillet 2013																						
	Limite de quantification	SEDIMENTS juillet 2013																						
Pesticides chlorés																								
Aldrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Chlordane-cis	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Chlordane-trans	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
DDD-pp'	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
DDE-pp'	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
DDE-pp	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Dieldrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Endosulfan-α	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Endosulfan-β	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Endosulfan sulfate	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Endrine-aldehyde	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Heptachlore	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Hexachlorobenzène	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Lindane-α	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Lindane-β	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Lindane-delta	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Lindane-gamma	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Mélathion	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Pentachlorobenzène	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Procymidone	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Vinclizoline	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Pentachlorobenzène	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Pesticides Traitement bois, maïs																								
Adonifène	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Alachlore	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Chlorpyrifos	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Diazinon ester	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Permethrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Propiconazole	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Tebuconazole	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Cyperméthrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Deltaméthrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										
Permethrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<										

Code station	Nom des stations	mars 2014					avril 2014					septembre 2014									
		MES		SEDIMENTS			MES		SEDIMENTS			MES		SEDIMENTS							
		ORN1	ORN2	ORN4	ORN5	SOURCE	Montge soye	ORN1	ORN2	ORN4	ORN5	AMOUNT	AVAIL	LOINTAIN	ORN1	ORN2	ORN4	ORN5	AMOUNT	AVAIL	LOINTAIN
Tableau P4 - Analyse des pesticides MES et sédiments Mars, avril, septembre 2014																					
Nature échantillon		CHRONO ENVIRONNEMENT																			
Substances (ABL-Analytics)		septembre 2014																			
Unité		Limite de quantification																			
Pesticides chlorés		µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS
Aldrine		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Chlordane-cis		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Chlordane-trans		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
DDD-pp'		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
DDE-pp'		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dieldrine		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Endosulfan-alpha		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Endosulfan-beta		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Endosulfan-sulfate		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Endrine-aldéhyde		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Heptachlore		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hexachlorobenzène		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Lindane-alpha		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Lindane-beta		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Lindane-delta		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Lindane-gamma		5	10	5	10	10	10	5	10	10	10	5	10	5	10	10	5	10	10	10	5
Méthoxychlore		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Pentachloronitrobenzène		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Procymidone		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Vinclozoline		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Pesticides Traitement bois, maïs		µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS	µg/kg MS
Aconitine		<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Atrachlore		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Chlorpyrifos		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Diamba méthyl ester		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenimidéthaline		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Propiconazole		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Tebuconazole		<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Cyperméthrine		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Deltaméthrine		64	30	41	37	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Permethrine		80	<20	34	<20	21	23	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

Substances (AGL, Analytiques)	Code station	LOU1	LOU2	LOU3	LOU4	LOU5	LOU6	LOU7	LOU8	LOU9	LOU10	US1	US2
		Source de la Loue (Ouhans)	Mouthier-Haute-Pierre	Mangessoye (le Bar)	Aval Ouhans (Ormelon aval)	Scy-en-Majeur (val NO du Chaux)	Amont Cléron (Moulin Bailion)	Aval Cléron (Iles en Gen)	Amont confluence Lion (La Pipette)	Chemney-Bailion (le Croix de Tappin)	Cessey (le Madame)	Aval de la source	Amont de la confluence Lion (le Grand Sapin)
	Unité des quantifications	0.1	0.1	17.0	23.7	25.0	28.8	30.3	41.3	54.4	58.9	0.3	25.0
	Unité des quantifications	0.1	5.4	5.4	23.7	23.7	23.7	30.3	41.3	54.4	58.9	0.3	25.0
ALGUES septembre 2014													
Pesticides chlorés		<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Aldrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlordane cis	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlordane-trans	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
DDT pp'	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
DDE pp'	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
DDE pp	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
DDE pp'	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
DDE pp	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-alpha	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-beta	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-sulfate	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-sulfate	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-sulfate	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Heptachlor	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Heptachlor-epoxide	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Heptachlorobenzène	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Lindane-alpha	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Lindane-beta	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Lindane-gamma	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Lindane-gamma	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Méthoxychlor	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Pendiméthalin	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Pendiméthalin	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Permethrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Permethrine	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Permethrine	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Permethrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Pentachlorobenzène	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Pentachlorobenzène	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Pesticides organophosphorés		<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Azinphos	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Azinphos	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlorpyrifos	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlorpyrifos	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Diaminodipropyle ester	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Diaminodipropyle ester	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Propiconazole	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Propiconazole	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Tebuconazole	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Tebuconazole	50	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cyperméthrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cyperméthrine	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Permethrine	µg/kg MS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Permethrine	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<

Substances (EPL)	Station Rivière Année Espèces	Tableau P6 - Analyse des pesticides Poissons 2010-2015-2016																																				
		Lavancia Bienne 2016 truites	Morez Bienne 2016 truites		La Doye Bienne 2016 truites		Lavancia Bienne 2016 truites		Chatillon Loue 2010 ombres		Cessey Loue 2015 ombre		Mouthier Loue 2015 truites		Cléron Loue 2015 truites		Cléron Loue 2015 ombres																					
			C1	F1	C2	F2	C3	F3	C4	F4	C5	F5	C6	F6	C7	F7	C8	F8	C9	F9	C10	F10	C11	F11	C12	F12												
Hexachlorobenzene		0,1																																				
HCH alpha		0,1																																				
HCH beta		0,1																																				
HCH gamma		0,5																																				
HCH delta		0,1																																				
Acetochlor		1,0																																				
Heptachlor		0,1																																				
Heptachlor epoxide cis (B)		0,5																																				
Heptachlor epoxide trans (A)		0,5																																				
Chlorpyrifos-methyl		0,1																																				
Chlorpyrifos-ethyl		0,1																																				
Oxychlorane		0,5																																				
Chlorodane alpha		0,2																																				
Chlorodane gamma		0,2																																				
Endosulfan-I		0,5																																				
Endosulfan-II		0,2																																				
Endosulfan-sulfate		0,2																																				
Nonachlor trans		0,2																																				
Nonachlor cis		0,2																																				
Aldrin		0,1																																				
Dieldrin		0,3																																				
Endrin		0,1																																				
Endrin aldehyde		1,0																																				
Endrin ketone		0,2																																				
pp' DDE (4,4'-DDE)		4,84	9,97	9,28	5,09	11,84	1,52	6,54	14,71	12,66	29,02	14,67	61,18	8,65	26,60	55,32	39,41	4,17	2,29	8,11	10,61	11,18	5,24	8,98	8,03													
pp' DDE (2,4'-DDE)		0,2																																				
pp' DDD (4,4'-DDD)		0,1																																				
pp' DDD (2,4'-DDD)		0,1																																				
pp' DDT (4,4'-DDT)		0,1																																				
pp' DDT (2,4'-DDT)		0,2																																				
Methoxychlor		0,1																																				
Mirex		0,2																																				
Cyhalothrin lambda		0,2																																				
Cyperméthrin		1,5																																				
Deltaméthrin		1,5																																				
Permethrin		1,5																																				
Pendiméthalin		0,5																																				
Propiconazol		1,5																																				
Tebuconazol		1,5																																				

Substances (EPFL)	LOQ ng/L	Plaisir Fontaine Eaux lysimétriques				Brème Amont	Brème aval	Chasnans Eaux lysimétriques			Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval	Loue Cléron
		CP	CS	PP	PS			CP	CS	PS				
HCH alpha	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Hexachlorobenzene	0,20	<LOD	0,86	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2,41	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
HCH beta	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
HCH gamma	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
HCH delta	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Acetochlor	0,70	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlorpyrifos-methyl	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Heptachlor	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Aldrin	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlorpyrifos-ethyl	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Oxychlorane	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Heptachlor epoxide cis (B)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Heptachlor epoxide trans (A)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlordane gamma	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
op' DDE (2,4'-DDE)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-I	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlordane alpha	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Nonachlor trans	0,70	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Dieldrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDE (4,4'-DDE)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endrin	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-II	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
op' DDT (2,4'-DDT)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDD (4,4'-DDD)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endrin aldehyde	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
op' DDD (2,4'-DDD)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-sulfate	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDT (4,4'-DDT)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endrin ketone	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Methoxychlor	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Mirex	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Cyhalothrin lambda	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Cypermethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Deltamethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Permethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Pendimethalin	0,20	<LOD	0,47	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,36	<LOD	<LOD	<LOD	
Propiconazol	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,89	<LOD	1,55	<LOD	
Tebuconazol	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
screening	0,1			0,3		0,2		0,2		0,2		0,2		
Desethylatrazine	0,2			0,4		0,2		0,3		1,1				
66 micropolluants, (sans standard interne)	1,0		4,1			1,6				16,5		1,2		
Benzotriazol	0,3												10,9	
Carbamazepine	0,6													

CHRONO ENVIRONNEMENT

Substances (EPFL)		LOQ ng/L	Plaisir Fontaine Eaux lysimétriques				Ruisseau Plaisir Fontaine	Brème Amont	Brème aval	Chasans Eaux lysimétriques			Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval	Loue Cléron
			CP	CS	PP	PS				CP	CS	PS				
Pesticides																
Hexachlorobenzène		0,40	<LOD	<LOD	<LOD	0,44	<LOD	<LOD	0,20	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
HCH beta		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,31	<LOD	<LOD
HCH gamma		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
HCH delta		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Acetochlor		0,70	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlorpyrifos-méthyl		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Aldrin		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlorpyrifos-ethyl		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Oxychlorane		2,00	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor epoxide cis (B)		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor epoxide trans (A)		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlordane gamma		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDE (2,4'-DDE)		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-I		0,80	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlordane alpha		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Nonachlor trans		0,70	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Dieldrin		0,80	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDE (4,4'-DDE)		0,50	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endrin		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-II		0,80	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDT (2,4'-DDT)		0,50	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDD (4,4'-DDD)		0,50	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endrin aldéhyde		2,00	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDD (2,4'-DDD)		0,50	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-sulfate		2,00	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDT (4,4'-DDT)		0,50	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endrin ketone		2,00	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Methoxychlor		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Mirex		0,40	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cyhalothrin lambda		0,50	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cyperméthrin		0,80	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Deltaméthrin		0,80	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Permethrin		0,80	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Pendiméthalin		0,20	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Propiconazol		0,50	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	4,29	1,58	4,56	3,65	5,48	5,39	<LOD	<LOD	<LOD
Tebuconazol		0,50	<LOD	<LOD	-	-	1,23	<LOD	1,18	0,53	<LOD	0,92	0,81	<LOD	<LOD	4,46
screening		0,1			-	0,2	0,2	0,2			0,8	0,3	0,3			
Desethylatrazine		0,2			-	0,4										7,5
66 micropolluants, (sans standard interne)		1,0			-	1,8	2,1	1,5	8,9	3,4	0,8	0,8	0,7			
Benzotriazol		0,3			-						3,2	2,0	1,8			
Carbamazépine		0,6			-											

CHRONO ENVIRONNEMENT

Substances (EPFL)		LOQ ng/L	Plaisir Fontaine Eaux lysimétriques				Ruisseau Plaisir Fontaine	Brème Amont	Brème aval	Chasnans Eaux lysimétriques				Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval	Loue Cléron
			CP	CS	PP	PS				CP	CS	PP	PS				
Pesticides	HCH alpha	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Hexachlorobenzene	0,20	<LOD	0,2	<LOD	0,7	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,3	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	HCH beta	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	HCH gamma	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	HCH delta	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Acetochlor	0,70	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Chlorpyrifos-methyl	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Heptachlor	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Aldrin	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Chlorpyrifos-ethyl	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Oxychlorane	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Heptachlor epoxide cis (B)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Heptachlor epoxide trans (A)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Chlordane gamma	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	op' DDE (2,4'-DDE)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Endosulfan-I	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Chlordane alpha	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Nonachlor trans	0,70	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Dieldrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	pp' DDE (4,4'-DDE)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Endrin	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Endosulfan-II	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	op' DDT (2,4'-DDT)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	pp' DDD (4,4'-DDD)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Endrin aldehyde	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	op' DDD (2,4'-DDD)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-sulfate	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
pp' DDT (4,4'-DDT)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Endrin ketone	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Methoxychlor	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Mirex	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Cyhalothrin lambda	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Cypermethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Deltamethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Permethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Pendimethalin	0,20	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
Propiconazole	0,50	0,8	0,7	69,4	4,1	2,0	4,8	5,6	5,6	5,5	2,8	4,0	0,1	5,5	4,6	<LOD	
Tebuconazole	0,50	<LOD	<LOD	1,4	<LOD	<LOD	1,0	0,9	0,9	5,5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1,9	
screening	Atrazine	0,1			0,3	0,1	0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,2		
66 micropolluants, (sans standard interne)	Desethylatrazine	0,2			0,4		2,4			10,0						2,2	
	Imidachloprid	1,0	1,4	13,7						3,0	2,6	4,0					
	Benzotriazol	0,3								0,7	0,2			0,1			
	Carbamazepine	0,6			0,5	0,2		0,1	0,2				0,2	0,1	0,2		

CHRONO ENVIRONNEMENT

Substances (EPFL)	LOQ ng/L	Plaisir Fontaine Eaux lysimétriques				Ruisseau Plaisir Fontaine	Brème Amont	Brème aval	Chasnans Eaux lysimétriques				Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval	Loue Cléron
		CP	CS	PP	PS				CP	CS	PP	PS				
Pesticides	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
HCH alpha	0,20	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Hexachlorobenzene	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
HCH beta	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
HCH gamma	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
HCH delta	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Acetochlor	0,70	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlorpyrifos-methyl	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Heptachlor	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Aldrin	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlorpyrifos-ethyl	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Oxychlorane	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Heptachlor epoxide cis (B)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Heptachlor epoxide trans (A)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlordane gamma	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
op' DDE (2,4'-DDE)	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-I	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Chlordane alpha	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Nonachlor trans	0,70	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Dieldrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDE (4,4'-DDE)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endrin	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-II	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
op' DDT (2,4'-DDT)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDD (4,4'-DDD)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endrin aldehyde	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
op' DDD (2,4'-DDD)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-sulfate	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDT (4,4'-DDT)	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endrin ketone	2,00	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Methoxychlor	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Mirex	0,40	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Cyhalothrin lambda	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Cypermethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Deltamethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Permethrin	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Pendimethalin	0,20	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Propiconazol	0,50	<LOD	1,5	4,2	6,6	0,7	0,9	0,8	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,7	<LOD	
Tebuconazol	0,50	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2,2	<LOD	
Atrazine	0,1	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	4,5	<LOD	
66 micropolluants, (sans standard interne)	1,0	<LOD	4,0	1,0	0,4	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
screening																
66 micropolluants, (sans standard interne)																

Tableau P11 - Analyse de pesticides Sédiments et MES Mai 2018														
Substances (EPFL)	LOQ ug/kg MS	Sédiments				Matières en suspension								
		Brème Armont	Brème aval	Loue Amont	Loue Aval	Ruisseau Plaisir Fontaine	Brème Armont	Brème aval	Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval			
Pesticides														
HCH alpha	0,06	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Hexachlorobenzene	0,06	-	0,08	0,08	0,16	0,13	-	-	0,30	0,43	-	0,30	0,43	0,15
HCH beta	0,08	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
HCH gamma	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
HCH delta	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Acetochlor	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Chlorpyrifos-methyl	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Aldrin	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Chlorpyrifos-ethyl	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Oxychlorane	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor epoxide cis (B)	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor epoxide trans (A)	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Chlordane gamma	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDE (2,4'-DDE)	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-I	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Chlordane alpha	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Nonachlor trans	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Dieldrin	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDE (4,4'-DDE)	0,08	-	0,23	1,38	0,62	0,37	-	-	1,50	1,78	-	1,50	1,78	0,70
Endrin	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-II	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDT (2,4'-DDT)	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDD (4,4'-DDD)	0,08	-	<LOD	0,28	0,20	0,16	-	-	0,49	0,60	-	0,49	0,60	0,35
Endrin aldehyde	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDD (2,4'-DDD)	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-sulfate	0,08	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDT (4,4'-DDT)	0,08	-	0,11	0,37	0,31	0,16	-	-	0,17	0,45	-	0,17	0,45	0,20
Endrin ketone	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Methoxychlor	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Mirex	0,14	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Cyhalothrin lambda	0,11	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Cypermethrin	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Deltamethrin	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Permethrin	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Pendimethalin	0,08	-	<LOD	0,32	0,65	0,81	-	-	1,35	1,24	-	1,35	1,24	0,18
Propiconazol	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD
Tebuconazol	0,28	-	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	<LOD	<LOD	<LOD

Tableau P12 - Analyse de pesticides Sédiments et MES Juillet 2018														
Substances (EPFL)	LOQ ug/kg MS	Sédiments					Matières en suspension							
		Brème Amont	Brème aval	Loue Amont	Loue Aval	Ruisseau Plaisir Fontaine	Brème Amont	Brème aval	Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval			
Pesticides		<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
HCH alpha	0,06	0,06	0,27	0,15	7,05	0,06	0,15	0,09	0,13	0,27	0,15	0,13	<LOD	<LOD
Hexachlorobenzene	0,06	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,80	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
HCH beta	0,08	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,75	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
HCH gamma	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
HCH delta	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Acetochlor	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlorpyrifos-methyl	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Aldrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlorpyrifos-ethyl	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Oxychlorane	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor epoxide cis (B)	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Heptachlor epoxide trans (A)	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlordane gamma	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDE (2,4'-DDE)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-I	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Chlordane alpha	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Nonachlor trans	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Dieldrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDE (4,4'-DDE)	0,08	0,27	2,89	2,71	0,96	0,22	0,48	0,33	1,11	1,47	0,70	0,70	<LOD	<LOD
Endrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-II	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDT (2,4'-DDT)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDD (4,4'-DDD)	0,08	0,10	1,93	0,42	0,25	<LOD	0,19	0,08	0,49	0,43	0,32	0,32	<LOD	<LOD
Endrin aldehyde	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDD (2,4'-DDD)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Endosulfan-sulfate	0,08	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
pp' DDT (4,4'-DDT)	0,08	0,13	4,02	0,73	0,39	<LOD	0,10	0,12	0,42	0,49	0,27	0,27	<LOD	<LOD
Endrin ketone	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Methoxychlor	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Mirex	0,14	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cyhalothrin lambda	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cypermethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Deltamethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Permethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Pendimethalin	0,08	0,16	0,75	<LOD	0,34	0,34	0,20	0,35	1,23	0,66	0,48	0,48	<LOD	<LOD
Propiconazol	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Tebuconazol	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Tableau P13 - Analyse de pesticides. Sédiments et MES Décembre 2018																	
Substances (EPFL)	LOQ ug/kg MS	Sédiments				Matières en suspension											
		Brême Amont	Brême aval	Loue Amont	Loue Aval	Ruisseau Plaisir Fontaine	Brême Amont	Brême aval	Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval						
Pesticides	HCH alpha	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		
	Hexachlorobenzene	<LOD	<LOD	0,06	<LOD	<LOD	<LOD	0,07	<LOD	0,07	<LOD	0,13	<LOD	0,06	<LOD	<LOD	
	HCH beta	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	HCH gamma	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	HCH delta	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
	Acetochlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlorpyrifos-methyl	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Heptachlor	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Aldrin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlorpyrifos-ethyl	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Oxychlorane	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Heptachlor epoxide cis (B)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Heptachlor epoxide trans (A)	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlordane gamma	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	op' DDE (2,4'-DDE)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Endosulfan-I	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlordane alpha	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Nonachlor trans	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Dieldrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	pp' DDE (4,4'-DDE)	0,08	0,11	0,11	2,09	0,17	0,11	0,10	0,10	0,17	0,23	0,23	0,14	0,23	0,14	0,14	0,14
	Endrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Endosulfan-Il	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
op' DDT (2,4'-DDT)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDD (4,4'-DDD)	0,08	<LOD	<LOD	0,28	0,09	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,09	0,09	0,09	
Endrin aldehyde	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
op' DDD (2,4'-DDD)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Endosulfan-sulfate	0,08	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
pp' DDT (4,4'-DDT)	0,08	<LOD	<LOD	1,42	0,09	<LOD	0,08	0,11	0,10	0,10	0,12	0,11	0,10	0,12	0,08	0,08	
Endrin ketone	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Methoxychlor	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Mirex	0,14	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Cyhalothrin lambda	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Cypermethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Deltamethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Permethrin	0,28	<LOD	<LOD	1,16	<LOD	<LOD	<LOD	0,39	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,48	<LOD	<LOD	
Pendimethalin	0,08	<LOD	<LOD	0,10	0,08	<LOD	<LOD	0,08	<LOD	<LOD	<LOD	0,12	<LOD	0,08	0,13	0,13	
Propiconazol	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	
Tebuconazol	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	

Substances (EPFL)		LOQ ug/kg MS	Sédiments					Matières en suspension						
			Brème Amont	Brème aval	Loue Amont	Loue Aval	Ruisseau Plaisir Fontaine	Brème Amont	Brème aval	Ruisseau du Grand Bief	Loue Amont	Loue Aval		
Pesticides	HCH alpha	0,06	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Hexachlorobenzene	0,06	<LOD	0,07	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,09	<LOD	<LOD	<LOD	0,06
	HCH beta	0,08	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	HCH gamma	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	HCH delta	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Acetochlor	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlorpyrifos-methyl	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Heptachlor	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Aldrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlorpyrifos-ethyl	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Oxychlorthane	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Heptachlor epoxide cis (B)	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Heptachlor epoxide trans (A)	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlordane gamma	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	op' DDE (2,4'-DDE)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Endosulfan-I	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Chlordane alpha	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Nonachlor trans	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Dieldrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	pp' DDE (4,4'-DDE)	0,08	0,13	0,13	0,87	0,13	0,13	0,11	0,09	0,17	0,26	0,15	0,21	0,21
	Endrin	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Endosulfan-II	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	op' DDT (2,4'-DDT)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	pp' DDD (4,4'-DDD)	0,08	<LOD	<LOD	0,09	<LOD	<LOD	0,08	<LOD	<LOD	0,10	<LOD	<LOD	<LOD
	Endrin aldehyde	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	op' DDD (2,4'-DDD)	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Endosulfan-sulfate	0,08	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	pp' DDT (4,4'-DDT)	0,08	0,08	0,08	0,28	0,09	0,08	0,08	<LOD	0,15	0,13	0,09	0,09	0,09
	Endrin ketone	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Methoxychlor	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Mirex	0,14	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Cyhalothrin lambda	0,11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Cypermethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Deltamethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Permethrin	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Pendimethalin	0,08	<LOD	<LOD	0,09	<LOD	0,08	0,30	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,53	0,08
	Propiconazol	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,08	<LOD	0,09	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	Tebuconazol	0,28	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Le **Tableau P15** (4 pages) fournit un récapitulatif détaillé des analyses de pesticides effectuées depuis le début du programme de recherches. Il concerne 81 substances actives ou métabolites analysés depuis 2013.

Pour chaque substance chimique et pour chaque campagne, sont données les teneurs maximales enregistrées au cours de la campagne considérée, accompagnées entre parenthèses de leur limite de quantification, du nombre d'échantillons présentant une teneur supérieure au seuil de quantification et du nombre total d'échantillons analysés. Le signe "<" indique qu'aucun échantillon de la campagne concernée ne dépasse le seuil de quantification (N.B. : les limites de quantification peuvent varier d'une campagne à l'autre). Les cellules vides correspondent aux substances non analysées pendant une campagne donnée.

Une majorité des substances recherchées (45 sur 81) n'a été détectée dans aucune des matrices étudiées (eau superficielle, effluent, eau lysimétrique, algue, poisson, sédiment) : 2,6-Dichlorobenzamide, Acetochlor, Aclonifene, Alachlor, Alachlor-ESA, Aldicarb, Amtryn, Chlordane-cis (Chlordane alpha), Chlordane-trans (Chlordane gamma), Oxychlordane, Chlorpyrifos methyl, Chlorpyrifos ethyl, Cyanazine Cyhalothrin lambda, Deisopropylatrazine, Diazinon, Dichlobenil, Diuron, Endosulfan-bêta (Endosulfan II), Endrin, Endrin ketone, Fenpropimorphe, Heptachlor epoxide cis, Heptachlor epoxide trans, Hexazinon, Isoproturon, Metalaxyl, Metazachlor, Metolachlor, Metolachlor-ESA < 10, Mirex, Molinate, Napropamide, Nonachlor cis, Parathion, Pentachlorobenzene, Pirimicarbe, Prométryne, Propazine, Sebuthylazine, Simazine, Tebutam, Terbutylazine, Tetrachlorvinphos et Trifluraline.

Parmi ces substances, 36 ont montré une teneur supérieure ou égale à la limite de détection dans au moins une matrice et et une campagne. Ces substances sont les 6 isomères ou métabolites du DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane), [2,4'-DDD (DDD-op') ; 2,4'-DDE (DDE-op') ; 2,4'-DDT (DDT-op') ; 4,4'-DDD (DDD-pp') ; 4,4'-DDE (DDE-pp')] ; 4,4'-DDT (DDT-pp')], l'aldrine, l'atrazine, le benzotriazole, la carbamazépine, le chlorpyrifos, la cyperméthrine, la deltaméthrine, la déséthylatrazine (DEA), le dicamba methyl ester, l'endosulfan-alpha, l'endrine-aldéhyde, l'hexachlorobenzène, les 4 isomères de l'hexacyclohexane (HCH-alpha ; HCH-beta ; HCH-gamma (Lindane) ; HCH-delta), l'imidachloprid, le methoxychlore, le nonachlore trans, la pendiméthaline, la perméthrine, le procymidone, le propiconazole, le tébuconazole, la terbutryne et la vinclozoline.

Tableau P15 - Récapitulatif des contaminations mesurées dans les différentes matrices : eau courante, effluent de STEP, sédiment, matière en suspension (SPM), algue, poisson, eau lysimétrique au cours des différentes campagnes de mesures effectuées de 2013 à 2019.

Pour chaque substance chimique et pour chaque campagne, la valeur indiquée dans la cellule est la teneur maximale enregistrée au cours de la campagne considérée. Entre parenthèses sont fournies la limite de quantification et le ratio d'analyses positives, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de valeurs supérieures au seuil de quantification et le nombre total d'échantillons analysés. Le signe "<" indique qu'aucun échantillon de la campagne concernée ne dépasse le seuil de quantification. Les cellules vides correspondent aux substances non analysées pendant une campagne donnée.

CHEMICALS MAX (LOD; n>LOQ/n _{total}) "<" = below LOQ 	MATRICE, SAMPLING PERIOD					
	ng L ⁻¹	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW
	WATER-EFFLUENT 04/2014 (Annex 1)	SEDIMENT 07/2013 (Annex 2)	SEDIMENT 09/2014 (Annex 3)	SEDIMENT-SPM 03-04-09/2014 (Annex 4)	ALGAE 09/2014 (Annex 5)	FISH 2010-2015-2016 (Annex 6)
2,4'-DDD (DDD-op')	<	<	<	<	<	0,15 (0.1; 2/24)
2,4'-DDE (DDE-op')	<	<	<	14.3 (10; 1/26)	<	<
2,4'-DDT (DDT-op')	<	<	<	<	<	2.44 (0.1;6/24)
2,6-Dichlorobenzamide	<	<	<	<	<	<
4,4'-DDD (DDD-pp')	<	<	<	<	<	3.05 (0.1; 15/24)
4,4'-DDE (DDE-pp')	<	<	<	<	<	61.18 (0.2; 24/24)
4,4'-DDT (DDT-pp')	<	<	<	<	<	8.99 (0.1; 17/24)
Acetochlor	<	<	<	<	<	<
Aclonifene	<	<	<	<	<	<
Alachlor	<	<	<	<	<	<
Alachlor-ESA	<	<	<	<	<	<
Aldicarb	<	<	<	<	<	<
Aldrin	<	<	<	41.7 (10; 2/26)	1320 (10; 1/36)	<
Amtryn	<	<	<	<	<	<
Atrazine	<	<	<	<	<	<
Benzotriazol	<	<	<	<	<	<
Carbamazepin	<	<	<	<	<	<
Chlordane-cis (Chlordane alpha)	<	<	<	<	<	<
Chlordane-trans (Chlordane gamma)	<	<	<	<	<	<
Oxychlordane	<	<	<	<	<	<
Chlorpyrifos	<	30 (20; 10/31)	<	<	<	<
Chlorpyrifos methyl	<	<	<	<	<	<
Chlorpyrifos ethyl	<	<	<	<	<	<
Cyanazine	<	<	<	<	<	<
Cyhalothrin lambda	<	<	<	<	<	<
Cypermethrin	<	56 (20; 4/31)	40.3 (20; 3/36)	<	80.9 (20; 3/36)	<
Deisopropylatrazine	<	<	<	<	<	<
Deltamethrin	<	150 (20; 6/31)	<	320 (20; 6/26)	<	<
Desethylatrazine	20 (20; 1/7)	<	<	<	<	<
Diazinon	<	<	<	<	<	<
Dicamba methyl ester	<	<	<	<	26.1 (10; 1/36)	<
Dichlobenil	<	<	<	<	<	<
Dieldrin	<	<	10 (10; 1/36)	22.2 (10; 1/26)	<	1.87 (0.3; 8/24)
Diuron	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-alpha (Endosulfan I)	<	<	44 (20; 2/36)	46.2 (20; 3/26)	<	<
Endosulfan-bêta (Endosulfan II)	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-sulfate	<	<	<	229 (10; 1/26)	<	<
Endrin	<	<	<	<	<	<
Endrin aldehyde	<	<	91.1 (10; 12/36)	<	<	<
Endrin ketone	<	<	<	<	<	<

Tableau P15 - Récapitulatif des contaminations mesurées dans les différentes matrices : eau courante, effluent de STEP, sédiment, matière en suspension (SPM), algue, poisson, eau lysimétrique au cours des différentes campagnes de mesures effectuées de 2013 à 2019.

Pour chaque substance chimique et pour chaque campagne, la valeur indiquée dans la cellule est la teneur maximale enregistrée au cours de la campagne considérée. Entre parenthèses sont fournies la limite de quantification et le ratio d'analyses positives, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de valeurs supérieures au seuil de quantification et le nombre total d'échantillons analysés. Le signe "<" indique qu'aucun échantillon de la campagne concernée ne dépasse le seuil de quantification. Les cellules vides correspondent aux substances non analysées pendant une campagne donnée.

CHEMICALS MAX (LOD; n>LOQ/n _{total}) "<" = below LOQ 	MATRICE, SAMPLING PERIOD					
	ng L ⁻¹	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW
	WATER-EFFLUENT 04/2014 (Annex 1)	SEDIMENT 07/2013 (Annex 2)	SEDIMENT 09/2014 (Annex 3)	SEDIMENT-SPM 03-04-09/2014 (Annex 4)	ALGAE 09/2014 (Annex 5)	FISH 2010-2015-2016 (Annex 6)
Fenpropimorphe	<					
Heptachlor	<	<	83.4 (20; 2/36)	<	<	<
Heptachlor epoxide cis	<					<
Heptachlor epoxide trans	<					<
Hexachlorobenzene	<	<	<	<	<	2.54 (0.1; 24/24)
HCH-alpha	<	<	<	140.2 (10; 2/26)	10 (10; 1/36)	9.95 (0.1; 7/24)
HCH-beta	<	<	<	<	<	1.16 (0.1; 3/36)
HCH-delta	<	<	18.7 (10; 1/36)	<	<	0.12 (0.1; 1/24)
HCH-gamma (Lindane)	<	<	57.5 (10; 25/36)	181.3 (10; 16/26)	<	12.35 (0.5; 15/24)
Hexazinon	<					
Imidachloprid	<					
Isoproturon	<					
Metalaxyl	<					
Metazachlor	<					
Methoxychlor	<	<	84.1 (10; 18/36)	163.6 (10; 1/26)	<	
Metolachlor	<					
Metolachlor-ESA< 10	<					
Mirex	<					<
Molinate	<					
Napropamide	<					
Nonachlor trans	<					2.87 (0.2; 11/24)
Nonachlor cis	<					<
Parathion	<					
Pendimethalin	<	<	<	288 (20; 1/26)	<	2.04 (0.5; 2/24)
Pentachlorobenzene	<	<	<	<	<	
Pentachloronitrobenzene	<	<	<	146 (20; 2/26)	<	
Permethrin	<	108 (20; 12/31)	22.8 (20; 1/36)	230 (20; 16/26)	20 (20; 1/36)	32.51 (1.5; 5/24)
Pirimicarbe	<					
Procymidone	<	<	<	<	37 (10; 2/36)	
Prométryne	<					
Propazine	<					
Propiconazol	<	20 (20; 1/31)	68.1 (20; 5/36)	119 (20; 1/26)	<	3.37 (1.5; 1/24)
Sebutylazine	<					
Simazine	<					
Tebuconazol	<	<	<	381.4 (50; 3/26)	<	<
Tebutam	<					
Terbutryne	12 (10; 2/7)					
Terbutylazine	<					
Tetrachlorvinphos	<					
Trifluraline	<					
Vinclozoline	<	<	<	24.1 (20; 1/26)	<	

Tableau P15 - Récapitulatif des contaminations mesurées dans les différentes matrices : eau courante, effluent de STEP, sédiment, matière en suspension (SPM), algue, poisson, eau lysimétrique au cours des différentes campagnes de mesures effectuées de 2013 à 2019.

Pour chaque substance chimique et pour chaque campagne, la valeur indiquée dans la cellule est la teneur maximale enregistrée au cours de la campagne considérée. Entre parenthèses sont fournies la limite de quantification et le ratio d'analyses positives, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de valeurs supérieures au seuil de quantification et le nombre total d'échantillons analysés. Le signe " $<$ " indique qu'aucun échantillon de la campagne concernée ne dépasse le seuil de quantification. Les cellules vides correspondent aux substances non analysées pendant une campagne donnée.

CHEMICALS MAX (LOD; n>LOQ/n _{total}) " $<$ " = below LOQ 	MATRICE, SAMPLING PERIOD							
	ng L ⁻¹	ng L ⁻¹	ng L ⁻¹	ng L ⁻¹	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW
	LYSIMETRIC WATER- STREAM WATER 04/2018 (Annex 7)	LYSIMETRIC WATER- STREAM WATER 05/2018 (Annex 8)	LYSIMETRIC WATER- STREAM WATER 06/2018 (Annex 9)	LYSIMETRIC WATER- STREAM WATER 12/2018 (Annex 10)	SEDIMENT-SPM 05/2018 (Annex 11)	SEDIMENT-SPM 07/2018 (Annex 12)	SEDIMENT-SPM 12/2018 (Annex 13)	SEDIMENT-SPM 01/2019 (Annex 14)
2,4'-DDD (DDD-op')	<	<	<	<	<	<	<	<
2,4'-DDE (DDE-op')	<	<	<	<	<	<	<	<
2,4'-DDT (DDT-op')	<	<	<	<	<	<	<	<
2,6-Dichlorobenzamide								
4,4'-DDD (DDD-pp')	<	<	<	<	0.6 (0.08; 6/7)	1.93 (0.08; 9/10)	0.28 (0.08; 5/10)	0.10 (0.08; 3/10)
4,4'-DDE (DDE-pp')	<	<	<	<	1.78 (0.08; 7/7)	2.89 (0.08; 10/10)	2.09 (0.08; 10/10)	0.87 (0.08; 10/10)
4,4'-DDT (DDT-pp')	<	<	<	<	0.45 (0.08; 7/7)	4.02 (0.08; 9/10)	1.42 (0.08; 7/10)	0.28 (0.08; 9/10)
Acetochlor	<	<	<	<				
Aclonifene								
Alachlor								
Alachlor-ESA								
Aldicarb								
Aldrin					<	<	<	<
Amtryn								
Atrazine	0.3 (0.1; 5/14)	0.8 (0.1; 6/13)	0.3 (0.1; 7/15)	0.5 (0.1; 1/15)				
Benzotriazol	<	0.8 (0.3; 3/13)	3.0 (0.3; 2/15)					
Carbamazepin	<	3.2 (0.6; 3/13)	0.7 (0.1; 9/15)					
Chlordane-cis (Chlordane alpha)	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlordane-trans (Chlordane gamma)	<	<	<	<	<	<	<	<
Oxychlordane	<	<	<	<	<	<	<	<
Chlorpyrifos								
Chlorpyrifos methyl								
Chlorpyrifos ethyl	<	<	<	<	<	<	<	<
Cyanazine								
Cyhalothrin lambda	<	<	<	<	<	<	<	<
Cypermethrin	<	<	<	<	<	<	<	<
Deisopropylatrazine								
Deltamethrin	<	<	<	<	<	<	<	<
Desethylatrazine	0.4 (0.2; 3/14)	0.4 (0.2; 1/13)	0.4 (0.2; 1/15)	0.4 (0.2; 1/15)				
Diazinon								
Dicamba methyl ester								
Dichlobenil								
Dieldrin	<	<	<	<	<	<	<	<
Diuron								
Endosulfan-alpha (Endosulfan I)	<	<	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-bêta (Endosulfan II)	<	<	<	<	<	<	<	<
Endosulfan-sulfate	<	<	<	<	<	<	<	<
Endrin	<	<	<	<	<	<	<	<
Endrin aldehyde	<	<	<	<	<	<	<	<
Endrin ketone	<	<	<	<	<	<	<	<

Tableau P15 - Récapitulatif des contaminations mesurées dans les différentes matrices : eau courante, effluent de STEP, sédiment, matière en suspension (SPM), algue, poisson, eau lysimétrique au cours des différentes campagnes de mesures effectuées de 2013 à 2019.

Pour chaque substance chimique et pour chaque campagne, la valeur indiquée dans la cellule est la teneur maximale enregistrée au cours de la campagne considérée. Entre parenthèses sont fournies la limite de quantification et le ratio d'analyses positives, c'est-à-dire le rapport entre le nombre de valeurs supérieures au seuil de quantification et le nombre total d'échantillons analysés. Le signe "^{*}" indique qu'aucun échantillon de la campagne concernée ne dépasse le seuil de quantification. Les cellules vides correspondent aux substances non analysées pendant une campagne donnée.

CHEMICALS MAX (LOD; n>LOQ/n _{total}) *⁼ = below LOQ 	MATRICE, SAMPLING PERIOD							
	ng L ⁻¹	ng L ⁻¹	ng L ⁻¹	ng L ⁻¹	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW	µg kg ⁻¹ DW
	LYSIMETRIC WATER-STREAM WATER 04/2018 (Annex 7)	LYSIMETRIC WATER-STREAM WATER 05/2018 (Annex 8)	LYSIMETRIC WATER-STREAM WATER 06/2018 (Annex 9)	LYSIMETRIC WATER-STREAM WATER 12/2018 (Annex 10)	SEDIMENT-SPM 05/2018 (Annex 11)	SEDIMENT-SPM 07/2018 (Annex 12)	SEDIMENT-SPM 12/2018 (Annex 13)	SEDIMENT-SPM 01/2019 (Annex 14)
Fenpropimorphe								
Heptachlor					<	<	<	<
Heptachlor epoxide cis	<	<	<	<	<	<	<	<
Heptachlor epoxide trans	<	<	<	<	<	<	<	<
Hexachlorobenzene	2.4 (0.2; 4/14)	0.44 (0.2; 3/13)	0.7 (0.2; 6/15)	<	0.43 (0.06; 7/7)	7.05 (0.06; 10/10)	0.13 (0.06; 5/10)	0.13 (0.06; 5/10)
HCH-alpha	<	<	<	<	<	0.14 (0.06; 1/10)	<	<
HCH-beta	<	<	<	<	<	0.8 (0.08; 1/10)	<	<
HCH-delta	<	<	<	<	<	<	<	<
HCH-gamma (Lindane)	<	<	<	<	<	0.75 (0.28; 1/10)	<	<
Hexazinon								
Imidachloprid	16.5 (1.0; 6/14)	8.9 (1.0; 6/13)	13.7 (1.0; 6/15)	4.0 (1.0; 4/15)				
Isoproturon								
Metalaxyl								
Metazachlor								
Methoxychlor	<	<	<	<	<	<	<	<
Metolachlor								
Metolachlor-ESA< 10								
Mirex	<	<	<	<	<	<	<	<
Molinate								
Napropamide								
Nonachlor trans	<	<	<	<	<	<	<	<
Nonachlor cis								
Parathion								
Pendimethalin	0.53 (0.2; 4/14)	<	<	0.8 (0.2; 3/15)	1.35 (0.08; 6/7)	1.23 (0.08; 9/10)	0.12 (0.08; 6/10)	0.09 (0.08; 5/10)
Pentachlorobenzene								
Pentachloronitrobenzene								
Permethrin	<	<	<	5.8 (0.8; 1/15)	<	<	1.16 (0.28; 4/10)	0.53 (0.28; 2/10)
Pirimicarbe								
Procymidone								
Prométryne								
Propazine								
Propiconazol	1.55 (0.5; 4/14)	5.48 (0.5; 5/13)	69.4 (0.5; 9/15)	6.6 (0.5; 9/15)	<	<	<	<
Sebuthylazine								
Simazine								
Tebuconazol	2.5 (0.5; 1/14)	4.46 (0.5; 6/13)	5.5 (0.5; 6/15)	<	<	<	<	<
Tebutam								
Terbutryne								
Terbutylazine								
Tetrachlorvinphos								
Trifluraline								
Vinclozoline								

Au sein de ces contaminants, il est possible de distinguer des composés présents de manière occasionnelle et d'autres témoignant d'une contamination plus fréquente voire plus marquée.

Dans la première catégorie, il est possible de ranger :

- les cyclodiènes puisque l'aldrine a été trouvée dans les sédiments et les algues échantillonnées en 2014 (Tableaux 4 et 5), la dieldrine dans les sédiments et MES de 2014 et les poissons (Tableaux 3, 4 et 6) et l'endrine-aldéhyde dans les sédiments et MES de 2014 (Tableau 3) ;
- le benzotriazole et la carbamazépine sont présents dans les eaux lysimétriques et de surface en 2018 (Tableaux 8 et 9) ;
- le chlorpyrifos est uniquement présent dans les sédiments en 2013 (Tableau 2) ;
- le dicamba méthyl ester n'a été quantifié qu'une seule fois dans les algues (Tableau 5) ;
- l'endosulfan I et l'endosulfan-sulfate sont quantifiés uniquement sur les sédiments et MES de 2014 (Tableaux 3 et 4) ;
- l'heptachlore n'est mis en évidence que dans les sédiments de 2014 (Tableau 3) ;
- le méthoxychlore est assez fréquemment présent dans les sédiments et MES collectés en 2014 (Tableaux 3 et 4) ;
- le nonachlor-trans a été identifié que chez les poissons, mais dans presque la moitié des échantillons (Tableau 6) ;
- le pentachloronitrobenzène est présent en quantité mesurable dans 2 échantillons de sédiments de 2014 (Tableau 4) ;
- le procymidone n'a été quantifié que chez 2 échantillons d'algues en 2014 (Tableau 5) ;
- la terbutryne et la vinclozoline sont identifiés respectivement dans les eaux de 2014 (Tableau 1) et les sédiments et MES (Tableau 4) collectés en 2014.

Parmi les substances présentes plus significativement :

- le DDT et ses métabolites ont été identifiés très régulièrement dans les sédiments et MES (Tableaux 4, 11 à 14) et dans les poissons (Tableau 6) ;
- l'atrazine est régulièrement présente dans les eaux lysimétriques et superficielles collectées en 2018 (Tableaux 7 à 10), ce qui est corroborée par l'identification régulière de la déséthylatrazine dans ces mêmes matrices (Tableaux 1 et 7 à 10).
- les pyréthriinoïdes (cyperméthrine, deltaméthrine ou perméthrine) sont identifiés dans les sédiments et MES de 2013 et 2014 (Tableaux 2, 3, 4, 13 et 14), les algues (cyperméthrine et perméthrine, Tableau 5), les poissons (perméthrine, Tableau 6), ainsi que dans les eaux lysimétriques (Tableau 10) ;
- l'hexachlorobenzène a été trouvé systématiquement chez tous les poissons analysés (Tableau 6), de manière non anecdotique dans les eaux lysimétriques et superficielles (Tableaux 7 à 9) et très fréquemment dans les sédiments et MES de 2018 (Tableaux 11 à 14) ;
- le lindane ou ses isomères n'ont pas été détectés dans les matrices eaux, mais

sont présents dans les sédiments et MES (Tableaux 3, 4, 12) et fréquents chez les poissons (Tableau 6) ;

- l'imidaclopride (néonicotinoïde) est identifié de manière fréquente dans les eaux lysimétriques et superficielles (Tableaux 7 à 10) ;

- la pendiméthaline est présente dans de nombreuses matrices : sédiments de 2014 (Tableau 4), poissons (Tableau 6), eaux lysimétriques et superficielles (Tableaux 7 et 10) et de manière très marquée dans les sédiments et MES prélevés en 2018 (Tableaux 11 à 14) ;

- le propiconazole est une des molécules présentes dans de nombreuses matrices : sédiments collectés en 2014 (Tableaux 2 à 4), poissons (Tableau 6), eaux lysimétriques et superficielles (Tableaux 7 à 10) ;

- le tébuconazole est présent dans quelques sédiments et MES de 2014 (Tableau 4), mais sa présence est plus marquée dans les eaux superficielles et lysimétriques de 2018 (Tableaux 7 à 9).

La non-constance de la présence de ces composés dans les matrices eaux, sédiments et matières en suspension ne doit pas être interprétée comme un signe de contamination faible ou nulle du cours d'eau et du bassin versant : en effet, ces matrices sont par nature très variables dans le temps et l'espace car en renouvellement quasi constant ; les eaux superficielles – et dans une moindre mesure la solution du sol – sont renouvelées en permanence ; un sédiment collecté en tête de bassin ou dans la partie apicale d'un cours d'eau est l'objet de remaniements (dépôt – érosion) fréquents liés au régime hydrologique.

Il n'y a donc rien de surprenant à ce que les concentrations de contaminants mesurées dans ces matrices puissent présenter des changements très marqués en fonction des sites, des périodes de l'année et d'une année sur l'autre, mais aussi des usages. Les différences interannuelles observées au cours de la durée du programme de recherches sont également vraisemblablement liées à des changements dans les usages : des molécules voient leur utilisation abandonnée ou réduite alors que d'autres font leur apparition.

En ce qui concerne le biote, les algues et les poissons sont présents dans le milieu pour des durées correspondant à leur cycle de vie, qui peuvent donc être beaucoup plus longues. Durant cette potentielle période d'exposition aux contaminants – au travers d'une part des matrices physiques avec lesquelles ils interagissent et d'autre part de leur régime trophique – ils sont susceptibles de bio-accumuler ces substances et peuvent ainsi constituer des marqueurs de contamination.

DEVENIR DES PESTICIDES

Schématiquement, les pesticides présents dans l'environnement ont différentes origines notamment en fonction de leurs usages (ANSES, 2019)¹². Pour les produits phytopharmaceutiques, les sources possibles sont nombreuses :

- les agriculteurs lors du traitement des cultures et prairies,
- les communes et autres collectivités pour le désherbage chimique des espaces verts,
- les gestionnaires d'infrastructures routières et ferroviaires pour le désherbage des voies ferrées et le long des routes et
- les particuliers pour l'entretien des jardins et des espaces domestiques.

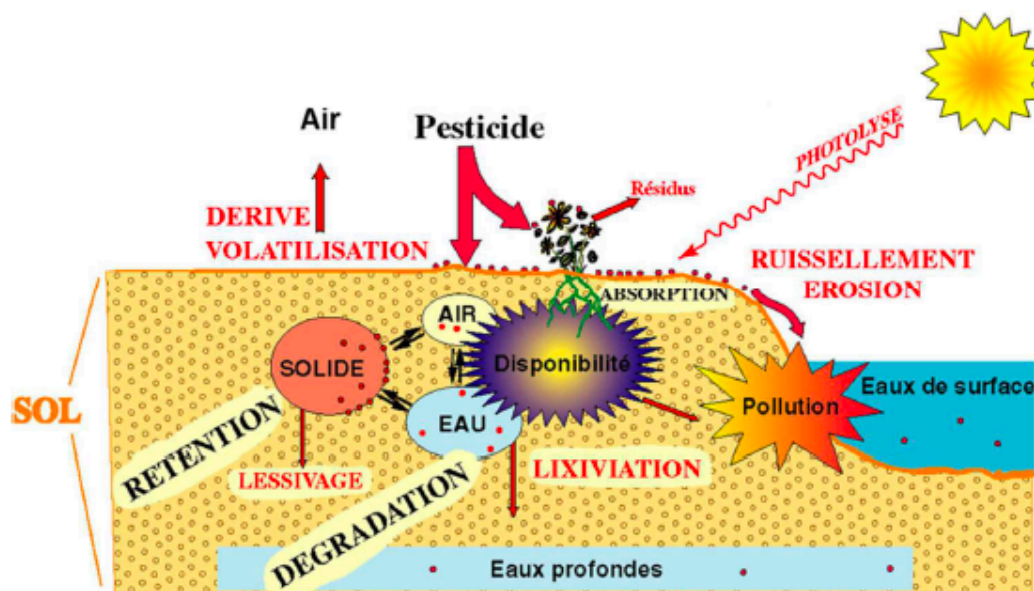


Figure 1. Devenir des pesticides dans les bassins versants (d'après Barriuso et al. 1996)³

De nombreux processus sont impliqués dans le devenir des pesticides dans les sols conditionnant leur disponibilité et, par conséquent, leur efficacité phytosanitaire et leur caractère polluant (Figure 1).

Dans un bassin versant, les pesticides peuvent se disperser par lixiviation (sous forme soluble), lessivage (entraînement dynamique de particules), ruissellement, érosion, volatilisation, etc. et se dégrader du fait de divers processus sous l'effet

¹ ANSES, 2019. AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'évaluation de la pertinence des métabolites de pesticides dans les eaux destinées à la consommation humaine

² La synthèse exposée ci-après est largement inspirée de ce document.

³ Barriuso E., Calvet R., Schiavon M., Soulas G. (1996). Les pesticides et les polluants organiques des sols. Transformations et dissipation. Etude et Gestion des Sols, 3-4, 279-295

d'agents physico-chimiques (température, pH, potentiel redox, hydratation, oxydation, rayonnements) ou biologiques (microflore et microfaune du sol, champignons, rhizosphère, microorganismes aquatiques...

Leur devenir dans l'environnement est alors fonction de leur structure chimique, de leurs propriétés physico-chimiques, des caractéristiques chimiques et physico-chimiques des milieux et des conditions météorologiques comme la température, le vent et les précipitations. Le Tableau 16 fournit les principales caractéristiques des substances chimiques susceptibles d'influer significativement sur le comportement des polluants.

Les métabolites des pesticides peuvent également être présents dans les différents compartiments de l'environnement (sols, eaux de surface et eaux souterraines, sédiments, plantes, atmosphère) et y subir à leur tour des processus d'adsorption, de dégradation ou de transfert. Ayant une structure chimique modifiée par rapport à la molécule d'origine, ces produits de dégradation peuvent posséder des propriétés physico-chimiques différentes et peuvent donc montrer un comportement environnemental différent. L'élimination des groupes alkyles (déséthyle et désisopropyle) de l'atrazine diminue par exemple l'affinité pour la matière organique du sol (donc la rétention) et facilite le transfert vers les eaux souterraines (Hu *et al.*, 2009)⁴.

Les traitements phytopharmaceutiques peuvent être réalisés par pulvérisation de formes liquides, par application de formes solides (granulés) directement sur le sol ou par traitement de semences. Les rejets dans le milieu naturel d'eaux usées non traitées issues de réseaux d'assainissement, d'eaux usées traitées des stations d'épuration et d'effluents issus de l'assainissement autonome sont également des sources de pesticides et de métabolites.

Dans le cas d'une pulvérisation, mode de traitement le plus fréquent, le mélange utilisé se répartit entre l'air, le sol et les plantes. Une partie des microgouttelettes contenant les pesticides est entraînée dans l'atmosphère. Qu'ils soient en phase gazeuse, adsorbés sur les aérosols ou solubilisés dans les gouttes d'eau des nuages, les pesticides et leurs métabolites finissent par se déposer lors des précipitations (dépôt humide) ou par gravité (dépôt sec). Les transports au sein de l'atmosphère peuvent s'effectuer sur de très grandes distances et les dépôts consécutifs peuvent concerner des sites très éloignées des lieux d'émission (Bradford *et al.*, 2010)⁵.

La fraction des pesticides interceptée par les plantes est fonction de l'espèce traitée et de son stade de développement ; elle est d'autant plus importante que la surface

⁴ Hu D., Henderson K., Coats J. (2009). Fate of Transformation Products of Synthetic Chemicals, Hdb Env Chem Vol. 2, Part P: 103–120, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

⁵ Bradford D. F., Heithmar E. M., Tallent-Halsell N. G., Momplaisir G-M., Rosal C.G, Varner K.E., Nash M. S., Riddick L. A. (2010). Temporal Patterns and Sources of Atmospherically Deposited Pesticides in Alpine Lakes of the Sierra Nevada, California, U.S.A., Environ. Sci. Technol., 44 (12), 4609-4614.

foliaire est grande et que les agents de formulation optimisent leur étalement Les pesticides peuvent également être absorbés par la plante et certains adjuvants ont pour rôle de favoriser cette pénétration pour maximiser l'efficacité des produits (Hoagland *et al.*, 2001)⁶.

Les processus de dégradation dans les stations d'épuration peuvent parfois conduire à la formation de molécules, connues pour être des métabolites de pesticides mais qui ont été produits à partir d'autres molécules. À titre d'exemple, la dégradation des phosphonates des lessives dans les stations d'épuration conduit à la formation d'acide amino-méthyl-phosphonique (AMPA) qui est également identifié comme un métabolite du glyphosate (Grandcoin *et al.*, 2017)⁷.

La mobilité d'une molécule dans le milieu dépend de sa solubilité dans l'eau, de son affinité avec les constituants du sol rencontrés et de sa résistance à la dégradation. Les conditions climatiques (précipitations), agronomiques (pratiques agricoles) et de terrain (type de sol, proximité des cours d'eaux, profondeur des eaux souterraines) jouent également un grand rôle.

Dans les sols, les pesticides et les éventuels métabolites dans le sol se distribuent entre les phases solide, liquide et gazeuse où ils sont affectés par des processus physico-chimiques et biologiques couplés qui vont conditionner leur dégradation, leur rétention et leur transfert vers les autres compartiments de l'environnement (Barriuso *et al.*, 1996) :

- transfert par les végétaux ou la flore, par les réseaux de drainage agricole, par lixiviation, lessivage, érosion ou ruissellement ;
- adsorption/désorption sur les constituants du sol, matière organique ou fraction minérale, avec création de liaisons chimiques, réversibles ou non (résidus liés) ;
- transformations avec disparition partielle ou totale (biodégradation par les microorganismes, hydrolyse, photolyse, réactions redox).

Dans les milieux aquatiques, les pesticides et leurs métabolites peuvent subir une biodégradation par action des micro-organismes ; leur dégradation par hydrolyse ou par des réactions redox peut aussi se produire. La photolyse n'est observée que dans les zones où la lumière solaire peut pénétrer, c'est-à-dire la partie superficielle des eaux de surface. Dans l'eau, les pesticides et leurs métabolites sont soit sous forme libre, soit en interaction plus ou moins forte avec les constituants du milieu (matière organique dissoute, colloïdale ou particulaire, éléments minéraux) ce qui est de nature à affecter leur transport et leur réactivité.

⁶ Hoagland R. E., Zablutowicz R. M., Hall J. C. (2001). Pesticide Metabolism in Plants and Microorganisms: An Overview in Pesticide Biotransformation in Plants and Microorganisms. Chapter 1, pp 2–27, ACS Symposium Series, Vol. 777, 2001 American Chemical Society.

⁷ Grandcoin A., Piel S., Baures E. (2017). AminoMethylPhosphonic acid (AMPA) in natural waters: Its sources, behavior and environmental fate. *Water Res.* 117,187-197.

	Pression de vapeur saturante (Pa)	Constante de Henry (Pa m⁻³ mol⁻¹)	Solubilité dans l'eau (mg L⁻¹)	Densité (sans dimension)	Coefficient de partage octanol-eau (sans dimension)	Coefficient d'ionisation (pKa)	Temps de demi-vie (jours)
Définition	<p>Aptitude d'une substance solide ou liquide à se vaporiser. Il s'agit de la pression à laquelle la phase gazeuse d'une substance est en équilibre avec sa phase liquide ou solide à une température donnée dans un système fermé.</p>	<p>La constante de Henry permet de définir la volatilité d'un composé. Elle est utilisée quand la valeur de pression saturante n'est pas connue.</p> <p>La constante de Henry caractérise la solubilité d'un gaz dans un solvant liquide.</p>	<p>La solubilité d'une substance chimique traduit son aptitude à se dissoudre dans l'eau. La solubilité peut varier en fonction du pH.</p>	<p>La densité est le rapport entre la masse volumique d'une substance et la masse volumique de l'eau.</p>	<p>K_{ow} (ou P) est le coefficient de partage octanol-eau défini à une température et un pH donnés. K_{ow} correspond au rapport de la concentration de la substance dans l'octanol à sa concentration dans l'eau ; souvent exprimé par $\log P$ ou $\log K_{ow}$.</p>	<p>Ka est la constante d'acidité. Plus le pKa est élevé, plus le caractère acide du composé est faible et moins il a tendance à être moins ionisé.</p>	<p>Le temps de demi-vie ou vitesse d'hydrolyse est le temps de dégradation de 50% de la substance active (DT50) dans une matrice donnée (sol, eau, sédiment) dans des conditions données.</p>
Critères	<p>Plus une substance possède une pression de vapeur saturante élevée à température ambiante, plus elle est volatile. A 20-25°C :</p> <p>$P_{vs} < 133$ = non volatile</p> <p>$P_{vs} \geq 133$ = volatile</p>	<p>$K_H < 100$ = peu volatil</p> <p>$100 \leq K_H < 500$ = volatil</p> <p>$K_H \geq 500$ = très volatil</p>	<p>S > 150 = insoluble à peu soluble</p> <p>150 < S > 10000 = peu soluble à soluble</p> <p>S > 10000 = soluble à très soluble</p>	<p>densité < 1 = accumulation en surface ("toit" d'une nappe), si la densité ≥ 1 = accumulation en profondeur.</p>	<p>$\log K_{ow} < 2$ = composé hydrophile</p> <p>$2 \leq \log K_{ow} < 4$ = composé hydrophile à hydrophobe</p> <p>$\log K_{ow} \geq 4$ = composé hydrophobe</p>	<p>Composés acides, soit $pKa < 3 - 4$ = substance mobile dans les sols</p> <p>Composés basiques, $pKa > 10$ = substance ayant tendance à être retenue dans les sols.</p>	
Signification	<p>Influe sur le comportement du polluant dans l'environnement. Caractérise la facilité de volatilisation.</p>	<p>Influe sur le comportement du polluant dans l'environnement. Caractérise la facilité de volatilisation.</p>	<p>Une forte solubilité est un facteur aggravant des pollutions car les substances sont mieux mobilisées lors des lessivages ou des ruissellements. Cependant, les polluants solubles sont plus facilement biodégradables.</p>	<p>Influe sur la manière dont le polluant migre dans les sols. Influe sur le partage entre la colonne d'eau et le sédiment.</p>	<p>Influe sur la répartition du polluant dans l'eau et le biote et sur sa bioaccumulation</p>	<p>Influe sur la biodisponibilité et le potentiel de bioaccumulation.</p>	<p>Caractérise la persistance de la substance dans l'environnement</p>
Caractère	Volatilité	Volatilité	Solubilité	Accumulation en profondeur ou en surface	Affinité pour l'eau ou les solvants organiques		Persistance environnementale

ANALYSE DES CONTAMINATIONS IDENTIFIÉES AU REGARD DU CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Normes de Qualité Environnementale. Valeurs Guides Environnementales

Des Normes de Qualité Environnementale (NQE) ont été définies dans le contexte réglementaire de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/EC)⁸ qui établit une politique communautaire pour la gestion des eaux intérieures de surface, des eaux souterraines, des eaux de transition (eaux estuariennes) et des eaux côtières, afin de prévenir et de réduire leur pollution, de promouvoir leur utilisation durable, de protéger leur environnement, d'améliorer l'état des écosystèmes aquatiques et d'atténuer les effets des inondations et des sécheresses (INERIS, 2019)⁹.

Le principe retenu dans la directive pour prévenir et réduire la pollution des eaux est de comparer les concentrations mesurées dans le milieu à une Norme de Qualité Environnementale, ou NQE, définie comme la « concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée, afin de protéger la santé humaine et l'environnement ». La détermination de ces normes suit une méthodologie spécifique qui a été élaborée au niveau européen (Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards). Cette méthodologie a été synthétisée par l'INERIS dans un document en langue française (Méthodologie utilisée pour la détermination de normes de qualité environnementale (NQE)).

Les Normes de Qualité Environnementale sont utilisées dans le contexte de la DCE pour 2 types d'évaluation :

- Evaluation de l'état chimique, qui concerne les substances « prioritaires » et « dangereuses prioritaires » de la DCE. Pour l'évaluation de l'état chimique, les NQE sont déterminées au niveau européen, par la Commission et en consensus avec les Etats Membres de l'Union Européenne. La liste des substances prioritaires et les NQE qui y sont associées sont revues tous les 4 ans. Le 12 août 2013, une seconde Directive fille de la DCE (2013/39/EC) révisant la DCE (2000/60/EC) et la première Directive fille déterminant les NQE pour les eaux de surface (2008/105/EC) a été publiée. Elle fournit la nouvelle liste des substances prioritaires et leurs NQE associées.
- Evaluation de l'état chimique dans l'état écologique, qui concerne les polluants spécifiques de l'état écologique (PSEE) de la DCE, et dont la liste est établie au niveau national sur la base de la liste indicative fournie en Annexe VIII de la DCE. Les QSeco (valeurs intégratrices des mêmes objectifs de protection que les NQE, hors santé humaine) de ces substances d'intérêt national sont déterminées au niveau national. En France, l'INERIS fait des

⁸ DCE (2000/60/EC), première Directive fille déterminant les NQE pour les eaux de surface (2008/105/EC) et seconde Directive fille de la DCE (2013/39/EC) révisant la DCE (2000/60/EC)

⁹ INERIS, 2019: <https://substances.ineris.fr/fr/page/9>

propositions de Valeurs Guides Environnementales (VGE), au Ministère en charge de l'Ecologie, via sa convention avec l'ONEMA. Ces VGE peuvent être reprises par le Ministère en charge de l'Ecologie et s'appliquer aux substances de l'état écologique dans des arrêtés de portée nationale (à ce jour, c'est l'arrêté du 27/07/2015 qui s'applique). Elles sont alors considérées comme des seuils à valeur réglementaire, c'est-à-dire des NQE.

Le Tableau 17 fournit les Valeurs Guides Environnementales proposées par l'INERIS pour les substances quantifiées dans les matrices étudiées au cours des campagnes réalisées de 2013 à 2019, lorsque celles-ci sont disponibles.

Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales

Les Tableaux 18 à 21 (20 pages) fournissent successivement :


- les noms, identifiants, famille chimique, usages et statut réglementaire des différents micropolluants identifiés au cours du programme de recherche (Tableaux 18)
- les résultats obtenus (effectif, limite de quantification, fréquence, teneur maximale) dans les matrices aqueuses (eaux superficielles, effluents de STEP, eaux lysimétriques, Tableaux 19),
- les résultats obtenus (effectif, limite de quantification, fréquence, teneur maximale) dans le biote (algues et sédiments, Tableaux 20),
- les résultats obtenus (effectif, limite de quantification, fréquence, teneur maximale) dans les sédiments et MES (Tableaux 21).

CHRONO ENVIRONNEMENT


Tableau 17 - Normes de Qualité Environnementale (INERIS, 2019) pour les substances identifiées dans l'une ou l'autre des matrices analysées lorsque disponibles

CAS	Substance	CODE SANDRE	NQE eaux inférieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Concentration maximale admissible annuelle	NQE eaux inférieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle EDCH transposée biote	NQE eaux inférieures destinées à la production d'eau potable annuelle	NQE eaux inférieures destinées à la production d'eau potable annuelle	NQE eaux inférieures destinées à la production d'eau potable annuelle	NQE biote (µg/kg biote)	Valeur de référence spécifique protection des organismes prédateurs	Valeur de référence spécifique protection des consommateurs	Valeur de référence spécifique eau EDCH	
789-92-6	2,4-DDT	1147	Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/kg biote ww)	AA-EQS FW eau zbon. destinée à la production d'eau potable (µg/L)	AA-EQS FW eau destinée à la production d'eau potable (µg/L)	MAC-EQS FW (µg/L)	EQS biota (µg/kg biote)	QS FW SP (µg/L)	QS BIOTA HH FOOD (µg/kgbiota)	QS FW HH FOOD (µg/L)	QS DW HH Eau destinée à l'eau potable (µg/L)
72-54-8	4,4'-DDD	1144	0,025 Sans objet	Sans objet	0,025	0,025	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
72-55-9	4,4'-DDE	1146	0,025 Sans objet	Sans objet	0,025	0,025	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
50-29-3	4,4'-DDT (para-para-DDT)	1148	0,01 Pas de valeur	Pas de valeur	0,010	Pas de valeur	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
309-00-2	Aldrine	1103	0,01 somme = 0,01 Pas de valeur	Pas de valeur	0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
1912-24-9	Altrazine	1107	0,6	2 Pas de valeur	0,6	2	Pas de valeur	Pas de valeur	5,2 covered by water	0,048	608	0,44
2921-88-2	Chlorpyrifos-Ethyl	1083	0,03	0,1 Pas de valeur	0,033	0,1	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
noCAS	Cyodiflène pesticides (Aldrine, Dieldrine, Endrine,		0,01 Pas de valeur	Pas de valeur	0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
52315-07-8	Cyperméthrine	1140	8,00E-05	8,00E-04 Pas de valeur	8,20E-05	6E-04	Pas de valeur	Pas de valeur	5,8E-04	3040	2,53	0,1
noCAS	DDT total (somme DDT-4,4' + DDT-1,2,4' + DDE-4,4' + DDD-4,4')	7170	0,025 Pas de valeur	Pas de valeur	0,025	Pas de valeur	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
60-57-1	Dieldrine	1173	0,01 Pas de valeur	Pas de valeur	0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
115-29-7	Endosulfan	1743	0,005	0,01 Pas de valeur	0,005	0,013	Pas de valeur	Pas de valeur	0,09 µg/l	365	0,037	0,1
1031-07-8	Endosulfan sulfate	1742	0,005	0,01 Pas de valeur	0,005	0,013	Pas de valeur	Pas de valeur	0,09 µg/l	365	0,037	0,1
72-20-8	Endrine	1181	0,01 Pas de valeur	Pas de valeur	0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	Pas de valeur	not reported	not reported	not reported	0,1
76-44-8	Heptachlore	1197	2,00E-07	3,00E-04 Pas de valeur	2,1E-07	3E-04	Pas de valeur	Pas de valeur	0,015	0,0067	2,1E-07	0,1
116-74-1	Hexachlorobenzène	1199	0,05	10	0,05	10	Pas de valeur	Pas de valeur	16,9	9,74	0,00023	0,1
606-75-1	Hexachlorocyclohexane (tous les isomères, y compris lindane)	5537	0,02	Pas de valeur	0,02	0,04	Pas de valeur	Pas de valeur	10,3	61	0,047	0,1
319-84-6	Hexachlorocyclohexane alpha	1200	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture
319-85-7	Hexachlorocyclohexane beta	1201	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture
319-86-8	Hexachlorocyclohexane delta	1202	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture
58-89-9	Hexachlorocyclohexane gamma Lindane	1203	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture	cf commercial mixture
139261-41-3	Imidaclopride	1877	Sans objet	Sans objet	0,2	0,1	Pas de valeur	Pas de valeur	1	3652	1141	0,1
40467-42-1	Pendiméthaline	1234	Sans objet	Sans objet	0,02	0,02	Pas de valeur	Pas de valeur	55	2400	0,048	0,1
107534-96-3	Tébuconazole	1694	Sans objet	Sans objet	1	1,44	Pas de valeur	Pas de valeur	31,4	182,6	2,3	0,1
886-50-0	Terbutryne	1269	0,065	0,34 Pas de valeur	0,065	0,34	Pas de valeur	Pas de valeur	Non reportée	61	0,3	0,1

Tableaux 18 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue
Nom, identifiants, famille chimique, usages, statut

Substance 	N°CAS	Code Sandre	Famille	Usages	Statut réglementaire	Ecotoxicologie Valeurs Toxicologiques de Référence
2,4'-DDD (DDD-op')	53-19-0	1143	métabolite du DDT-op'		-	cf. DDT
2,4'-DDE (DDE-op')	3424-82-6	1145	métabolite du DDT-op'		-	cf. DDT
2,4'-DDT (DDT-op')	789-02-6	1147	Dichlorodiphényl trichloroéthane-op'	insecticides organochlorés, POP, lutte anti-vectorielle (malaria, typhus...)	INTERDIT (CE) 850/2004	ADI : 10 ug/(kg pc j) ARfD : 10 ug/kg pc
4,4'-DDD (DDD-pp')	72-54-8	1144	métabolite du DDT-pp'		-	cf. DDT
4,4'-DDE (DDE-pp')	72-55-9	1146	métabolite du DDT-pp'		-	cf. DDT
4,4'-DDT (DDT-pp')	50-29-3	1148	Dichlorodiphényl trichloroéthane-pp'	insecticides organochlorés, POP, lutte anti-vectorielle (malaria, typhus...)	INTERDIT (CE) 850/2004	ADI : 10 ug/(kg pc j) ARfD : 10 ug/kg pc
Aldrin	309-00-2	1103	organochloré cyclodiène	désinsectisation des sols POP	INTERDIT (CE) 850/2004	ADI : 0,1 ug/(kg pc j) ARfD : 3 ug/kg pc

Tableaux 18 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue
Nom, identifiants, famille chimique, usages, statut

Substance 	N°CAS	Code Sandre	Famille	Usages	Statut réglementaire	Ecotoxicologie Valeurs Toxicologiques de Référence
Atrazine	1912-24-9	-	triazine	herbicide	INTERDIT (2004/248/EC)	ADI : 20 ug/(kg pc j) ARfD : 100 ug/kg pc CE50 Poissons : 4,5 mg/L CE50 Algues : 59 ug/L
Benzotriazol	95-14-7	-	composé aromatique	additif anto-corrosion, dégivrage	AUTORISE	-
Carbamazepin	298-46-4	5296	dibenzoazépine	anti-épileptique	AUTORISE	-
Chlorpyrifos	2921-88-2	1083	organochloré organophosphoré	insecticide	AUTORISE (EU) 540/2011 FR : INTERDIT sauf épinard	ADI : 1 ug/(kg pc j) ARfD : 5 ug/kg pc
Cyperméthrin	52315-07-8	1140	pyréthrianoïde	insecticide	AUTORISE (EU) 2017/1511	ADI : 50 ug/(kg pc j) ARfD : 200 ug/kg pc
Deltaméthrin	52918-63-5	1149	pyréthrianoïde	insecticide	AUTORISE (EU) 2017/1511	ADI : 10 ug/(kg pc j) ARfD : 10 ug/kg pc
Deséthylatrazine	6190-65-4	1108	triazine	-	-	-
Dicamba methyl ester	1918-00-9	1480	organochloré	herbicide	AUTORISE (EU) 2018/1796	ADI : 300 ug/(kg pc j) ARfD : 300 ug/kg pc
Dieldrin	60-57-1	1173	organochloré cyclodiène	insecticide POP	INTERDIT (CE) 850/2004	ADI : 0,1 ug/(kg pc j) ARfD : 3 ug/kg pc


Tableaux 18 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue
Nom, identifiants, famille chimique, usages, statut

Substance	N°CAS	Code Sandre	Famille	Usages	Statut réglementaire	Ecotoxicologie Valeurs Toxicologiques de Référence
Endosulfan-alpha (Endosulfan I)	115-29-7	1743	organochloré	insecticide	INTERDIT 2005/864/EC	ADI : 6 ug/(kg pc j) ARfD : 20 ug/kg pc
Endosulfan-sulfate	1031-07-8	1742	organochloré	insecticide	INTERDIT 2005/864/EC	ADI : 6 ug/(kg pc j) ARfD : 20 ug/kg pc
Endrin aldehyde	72-20-8	1181	organochloré cyclodiène	insecticide rodenticide piscicide	INTERDIT (CE) 850/2004	-
Heptachlor	76-44-8	1197	organochloré	insecticide sol, lutte antivectorielle	INTERDIT (CE) 850/2004	ADI : 0,1 ug/(kg pc j)
Hexachlorobenzene	118-74-1	1199	hydrocarbure chloré	fongicide, biocide	INTERDIT (CE) 850/2004	NOEC/EC10 fish: 3.7 ug L-1 (UE 2005)
HCH-alpha	319-84-6	1200	organochloré mélange commercial N°CAS 608-73-1	insecticide lutte antivectorielle médicaments anti- parasitaires	INTERDIT (CE) 850/2004	-
HCH-beta	319-85-7	1201				-
HCH-delta	319-86-8	1202				-
HCH-gamma (Lindane)	58-89-9	1203				-
Imidachloprid	138261-41-3	1877	néonicotinoïde	Insecticide	AUTORISE (EU) 2018/783	ADI : 60 ug/(kg pc j) ARfD : 800 ug/kg pc

Tableaux 18 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue
Nom, identifiants, famille chimique, usages, statut

Substance	N°CAS	Code Sandre	Famille	Usages	Statut réglementaire	Ecotoxicologie Valeurs Toxicologiques de Référence
Methoxychlor	72-43-5	1511	organochloré	insecticide désinsectisation animale	INTERDIT (CE) 149/2008	ADI : 100 ug/(kg pc j)
Nonachlor trans	5103-73-1	7097	organochloré cyclodiène	insecticide, termiticide	INTERDIT (CE) 850/2004 (chlordane)	ADI : 0,5 ug/(kg pc j) DL50 rat : 500 mg/kg
Pendimethalin	40487-42-1	1234	dinitroaniline	herbicide	AUTORISE (EU) 2017/1114	ADI : 60 ug/(kg pc j) ARfD : 800 ug/kg pc
Pentachloronitrobenzene (quintozene)	82-68-8	1538	hydrocarbure chloré	fongicide	INTERDIT (CE) 816/2000	ADI : 10 ug/(kg pc j)
Permethrin	52645-53-1	1523	pyréthrianoïde	insecticide ectoparasiticide	INTERDIT (EU) 817/2000	-
Procymidone	32809-16-8	1664	Dicarboximide	fongicide antibotrytique	INTERDIT 06/132 (EC)	CL/CE50 invertébré : > 1,8 mg/L (INERIS 2011) CL/CE50 poisson : 7,22 mg/L (INERIS 2011) CL/CE50 algue : 0,689 mg/L (INERIS 2011) NOEC/CE10 invertébré : 0,12 mg/L (INERIS 2011) NOEC/CE10 poisson : 0,48 mg/L (INERIS 2011)
Propiconazol	60207-90-1	1257	triazole	fongicide	INTERDIT (EU) 2018/1865	LC/EC50 fish: 0.85 mg L-1 LC/EC50 alga: 0.58 mg L-1 LC/EC50 invertébré: 4.8 mg L-1 NOEC/EC10 fish: 0.095 mg L-1 NOEC/EC10 alga: 0.016 mg L-1 NOEC/EC10 invertébré: 0.31 mg L-1

Tableaux 18 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue
Nom, identifiants, famille chimique, usages, statut

Substance	N°CAS	Code Sandre	Famille	Usages	Statut réglementaire	Ecotoxicologie Valeurs Toxicologiques de Référence
						
Tebuconazol	107534-96-3	1694	triazole	fongicide	AUTORISE (EU) 2019/707	LC/EC50 alga: 0.144 mg L-1 INERIS (2011) LC/EC50 invertebrate 0.46 mg L-1 INERIS (2011) LC/EC50 fish: 2.3 mg L-1 INERIS (2011) NOEC/EC10 fish: 0.01 mg L-1 INERIS (2011) NOEC/EC10 alga: 0.0342 mg L-1 INERIS (2011) NOEC/EC10 invertebrate: 0.01 mg L-1 INERIS (2011)
Terbutryne	886-50-0	1269	triazine	herbicide	INTERDIT (EU) 2002/2076	-
Vinclozoline	50471-44-8	1291	Dicarboximide	fongicide	INTERDIT (EC) 2009/1107	ADI : 5 ug/(kg pc j) ARFD : 60 ug/kg pc

Les Tableaux 18 indiquent que les substances chimiques quantifiées dans la zone d'étude (bassin versant de la Loue) appartiennent à des familles chimiques variées (cyclodiènes, organophosphorés, triazines, pyréthrinoïdes, hydrocarbures aromatiques chlorés, dinitroanilines, triazoles, dicarboximides, néonicotinoïdes...). Leurs usages sont variés mais relèvent essentiellement d'activités insecticide, fongicide et herbicide.

Parmi les molécules quantifiées, un grand nombre d'entre elles sont actuellement interdites et certaines depuis de très nombreuses années : DDT, Aldrine, Dieldrine, Endrine, Endosulfan, Heptachlore, Hexachlorobenzène, Lindane et isomères, Méthoxychlore, Nonachlore trans, Quintozène, Perméthrine, Promycidone, Propiconazole, Terbutryne et Vinclozoline.

Les substances autorisées sont le Benzotriazole, la Carbamazépine, la Cyperméthrine, la Dletaméthrine, le Dicamba, l'Imidachlopride, la Pendiméthaline et le Tébuconazole.

Tableaux 19 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Eaux et Effluents

Substance 	Eaux, effluents											
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ng/L)	NOE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NOE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Concentration maximale admissible Valeur réglementaire PS/PHS MAC-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NOE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Concentration maximale admissible Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS biote (Dir. 2013/39/CE) (µg/kg biote ww)	NOE eaux intérieures non destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau non destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NOE eaux intérieures destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NOE eaux intérieures Concentration maximale admissible MAC-EQS FW (µg/L)	Conformité réglementaire
2,4'-DDD (DDD-op')			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
2,4'-DDE (DDE-op')			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
2,4'-DDT (DDT-op')			Non quantifié			0,025	Sans objet	Sans objet	0,025	-	Pas de valeur	Non quantifié
4,4'-DDD (DDD-pp')			Non quantifié			0,025	Sans objet	Sans objet	0,025	-	Pas de valeur	Non quantifié
4,4'-DDE (DDE-pp')			Non quantifié			0,025	Sans objet	Sans objet	0,025	-	Pas de valeur	Non quantifié
4,4'-DDT (DDT-pp')			Non quantifié			0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	0,010	-	Pas de valeur	Non quantifié
Aldrin			Non quantifié			0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	0,01	-	Pas de valeur	Non quantifié

Tableaux 19 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Eaux et Effluents

Substance 	Eaux, effluents											
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ng/L)	NOE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NOE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Concentration maximale admissible Valeur réglementaire PS/PHS MAC-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NOE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS biote (Dir. 2013/39/CE) (µg/kg biote ww)	NOE eaux intérieures non destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau non destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NOE eaux intérieures destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NOE eaux intérieures Concentration maximale admissible MAC-EQS FW (µg/L)	Conformité réglementaire
Atrazine	57	0,1	19	33%	0,80	0,6	2	-	0,6	-	2	aucun dépassement des VGE
Benzotriazol	28	0,3	5	33%	3,00	-	-	-	-	-	-	pas d'information réglementaire suffisante
Carbamazepin	28	0,6	12	33%	3,20	-	-	-	-	-	-	pas d'information réglementaire suffisante
Chlorpyrifos			Non quantifié			0,03	0,1	Pas de valeur	0,033	-	0,1	Non quantifié
Cyperméthrin			Non quantifié			8,00E-05	6,00E-04	Pas de valeur	8,20E-05	-	6E-04	Non quantifié
Deltaméthrin			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
Desethylatrazine	57	0,2	6	33%	0,40	-	-	-	-	-	-	pas d'information réglementaire suffisante
Dicamba methyl ester			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
Dieldrin			Non quantifié			0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	0,01	-	Pas de valeur	Non quantifié

Tableaux 19 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
 Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Eaux et Effluents

Substance 	Eaux, effluents											Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ng/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle Valeur réglementaire PSPHS AA-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Concentration maximale admissible Valeur réglementaire PSPHS MAC-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle EDCH transposée biote Valeur réglementaire PSPHS AA-EQS biote (Dir. 2013/39/CE) (µg/kg biote ww)	NQE eaux intérieures non destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau non destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NQE eaux intérieures destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NQE eaux intérieures Concentration maximale admissible MAC-EQS FW (µg/L)	
Endosulfan-alpha (Endosulfan I)			Non quantifié			0,005	0,01	Pas de valeur	0,005	-	0,013	Non quantifié
Endosulfan-sulfate			Non quantifié			0,005	0,01	Pas de valeur	0,005	-	0,013	Non quantifié
Endrin aldehyde			Non quantifié			somme = 0,01	Pas de valeur	Pas de valeur	0,01	-	Pas de valeur	Non quantifié
Heptachlor			Non quantifié			2,00E-07	3,00E-04	6,70E-03	2,1E-07	-	3E-04	Non quantifié
Hexachlorobenzene	42	0,2	11	26,19%	2,40	cf. AA-EQS biote	0,05	10	cf. EQS biota	-	0,05	aucun dépassement des VGE
HCH-alpha			Non quantifié			0,02	0,04	Pas de valeur	0,02	-	0,04	Non quantifié
HCH-beta			Non quantifié			0,02	0,04	Pas de valeur	0,02	-	0,04	Non quantifié
HCH-delta			Non quantifié			0,02	0,04	Pas de valeur	0,02	-	0,04	Non quantifié
HCH-gamma (Lindane)			Non quantifié			0,02	0,04	Pas de valeur	0,02	-	0,04	Non quantifié
Imidachloprid	57	1	22	38,60%	16,50	Sans objet	Sans objet	Sans objet	0,2	0,1	0,3	aucun dépassement des VGE

Tableaux 19 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
 Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Eaux et Effluents

Substance 	Eaux, effluents											Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ng/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle Valeur réglementaire PSPHS AA-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Concentration maximale admissible Valeur réglementaire PSPHS MAC-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle EDCH transposée biote Valeur réglementaire PSPHS AA-EQS biote (Dir. 2013/39/CE) (µg/kg biote ww)	NQE eaux intérieures non destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau non destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NQE eaux intérieures destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NQE eaux intérieures Concentration maximale admissible MAC-EQS FW (µg/L)	
Methoxychlor			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
Nonachlor trans			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
Pendimethalin	29	0,2	7	24,14%	0,80	Sans objet	Sans objet	Sans objet	0,02	0,02	0,5	aucun dépassement des VGE
Pentachloronitrobenzene (quintozene)			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
Permethrin	15	0,8	1	6,67%	5,80	-	-	-	-	-	-	pas d'information réglementaire suffisante
Procyimidone			Non quantifié			-	-	-	-	-	-	Non quantifié
Propiconazol	57	0,5	27	47,37%	69,40	-	-	-	-	-	-	pas d'information réglementaire suffisante

Tableau 19 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Eaux et Effluents

Substance	Eaux, effluents											Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ng/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Concentration maximale admissible Valeur réglementaire PS/PHS MAC-EQS FW (Dir. 2013/39/CE) (µg/L)	NQE eaux intérieures Substances Prioritaires et SP dangereuses Moyenne annuelle EDCH transposée biote Valeur réglementaire PS/PHS AA-EQS biote (Dir. 2013/39/CE) (µg/kg biote ww)	NQE eaux intérieures non destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau non destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NQE eaux intérieures destinées EDCH Moyenne annuelle AA-EQS FW eau destinée à la production d'eau potable (µg/L)	NQE eaux intérieures Concentration maximale admissible MAC-EQS FW (µg/L)	
Tebuconazol	42	0,5	13	30,95%	5,50	Sans objet	Sans objet	Sans objet	1	0,1	1,44	aucun dépassement des VGE
Terbutryne	7	10	2	28,57%	12,00	0,065	0,34	Pas de valeur	0,065	-	0,34	aucun dépassement des VGE
Vinclozoline	Non Recherché					-	-	-	-	-	-	Non Recherché

Les Tableaux 19 indiquent une conformité réglementaire pour la majorité des contaminants quantifiés dans les eaux (cellules vertes). Pour un certain nombre de molécules, il n'existe pas de VGE pour ces matrices. Dans certains cas, ces substances n'ont jamais été quantifiées dans ces matrices (cellules non colorées). Cependant, certaines substances sans VGE sont présentes à des fréquences significatives dans les échantillons étudiés : c'est le cas pour le benzotriazole (33%), la carbamazépine (33%), la déséthylatrazine (33%). et le propiconazole (47%) (cellules orange). La perméthrine n'est présente que dans 6,6% des échantillons d'eau.

Leur présence non anecdotique dans les eaux étudiés allié au fait qu'il s'agit de substances phytosanitaires interdites (ou de métabolites) ou dévolues à des usages non phytosanitaires indique qu'il serait nécessaire de poursuivre les investigations afin de connaître leurs origines et d'évaluer leurs possibles impacts sur le système écologique.

Tableaux 20 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Biote

Substance	Biote algue					Biote poisson					NOE biote EOS biote (µg/kg biote)	Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)		
2,4'-DDD (DDD-op')	Non quantifié					24	0,1	2	8,33%	0,15	-	pas d'information réglementaire suffisante
2,4'-DDE (DDE-op')	Non quantifié					Non quantifié					-	pas d'information réglementaire suffisante
2,4'-DDT (DDT-op')	Non Recherché					24	0,1	6	25,00%	2,44	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
4,4'-DDD (DDD-pp')	Non quantifié					24	0,1	15	62,50%	3,05	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
4,4'-DDE (DDE-pp')	Non quantifié					24	0,2	24	100,00%	61,18	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
4,4'-DDT (DDT-pp')	Non Recherché					24	0,2	17	70,83%	8,99	0,01	DEPASSEMENT
Aldrin	36	10	1	2,78%	1320	Non Recherché					Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante

Tableaux 20 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Biote

Substance	Biote algue					Biote poisson					NOE biote EOS biote (µg/kg biote)	Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)		
Atrazine	Non Recherché					Non Recherché					-	Non Recherché
Benzotriazol	Non Recherché					Non Recherché					-	Non Recherché
Carbamazepin	Non Recherché					Non Recherché					-	Non Recherché
Chlorpyrifos	Non Recherché					Non Recherché					Pas de valeur	Non Recherché
Cyperméthrin	36	20	3	8,33%	80,9	Non quantifié					Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
Deltaméthrin	Non quantifié					Non quantifié					-	Non quantifié
Deséthylatrazine	Non Recherché					Non Recherché					-	Non Recherché
Dicamba méthyl ester	36	10	1	2,78%	26,1	Non Recherché					-	pas d'information réglementaire suffisante
Dieldrin	Non quantifié					24	0,3	8	33,33%	1,87	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante

Tableaux 20 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Biote

Substance 	Biote algue					Biote poisson					NQE biote EOS biota (µg/kg biote)	Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)		
Endosulfan-alpha (Endosulfan I)	Non quantifié					Non quantifié					Pas de valeur	Non quantifié
Endosulfan-sulfate	Non quantifié					Non quantifié					Pas de valeur	Non quantifié
Endrin aldehyde	Non quantifié					Non quantifié					Pas de valeur	Non quantifié
Heptachlor	Non quantifié					Non quantifié					6,7E-03	Non quantifié
Hexachlorobenzene	Non quantifié					24	0,1	24	100,00%	2,54	10	Pas de dépassement de la NQE. Contamination généralisée
HCH-alpha	36	10	1	2,78%	10	24	0,1	7	29,17%	9,95	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
HCH-beta	Non quantifié					24	0,1	3	12,50%	1,16	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
HCH-delta	Non quantifié					24	0,1	1	4,17%	0,12	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
HCH-gamma (Lindane)	Non quantifié					24	0,5	15	62,50%	12,35	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
Imidachloprid	Non Recherché					Non Recherché					Pas de valeur	Non Recherché

Tableaux 20 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Biote

Substance 	Biote algue					Biote poisson					NQE biote EOS biota (µg/kg biote)	Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)		
Methoxychlor	Non quantifié					Non Recherché					-	Non Recherché
Nonachlor trans	Non quantifié					24	0,2	11	45,83%	2,87	-	pas d'information réglementaire suffisante
Pendimethalin	Non quantifié					24	0,5	2	8,33%	2,04	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante
Pentachloronitrobenzene (quintozene)	Non quantifié					Non Recherché					-	Non quantifié ou recherché
Permethrin	36	20	1	2,78%	20	24	1,5	5	20,83%	32,51	-	pas d'information réglementaire suffisante
Procymidone	36	10	2	5,56%	37	Non Recherché					-	pas d'information réglementaire suffisante
Propiconazol	Non quantifié					24	1,5	1	4,17%	3,37	-	pas d'information réglementaire suffisante

Tableaux 20 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Biote

Substance	Biote algue					Biote poisson					NQE biote	Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives"	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Effectif (pour les campagnes "positives"	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)		
Tebuconazol	Non quantifié					Non quantifié					Pas de valeur	Non quantifié
Terbutryne	Non Recherché					Non Recherché					Pas de valeur	Non Recherché
Vinclozoline	Non quantifié					Non Recherché					-	Non quantifié ou recherché

Les Tableaux 20 fournissent les occurrences et les comparaisons aux VGE pour les contaminants quantifiés dans le biote. Il n'existe de NQE dans ces matrices que pour un petit nombre de substances. Concernant les poissons, nos résultats montrent une contamination très fréquente (100% pour le 4,4'-DDE, 70% pour le 4,4'-DDT) pour DDT et certains de ses métabolites. Les concentrations maximales dépassent alors la NQE biote (cellule rouge). Pour toute une série d'autres substances, dont des pyréthriinoïdes, la dieldrine, le lindane et ses isomères, le nonachlor trans, la pendiméthaline, le procymidone et le propiconazole, l'absence de VGE ne permet cependant pas de conclure à une absence d'impact (cellules orange). Il est notamment significatif de constater que 100% des poissons analysés contiennent de l'hexachlorobenzène. Pour cette substance, la concentration maximale enregistrée (2,54 ug/kg MS) est du même ordre de grandeur que la NQE (10 ug/kg MS).

Ici encore la présence significative de certaines de ces substances dans les poissons (quelque fois dans les algues) et le fait qu'il s'agit souvent de substances phytosanitaires interdites depuis assez longtemps questionne fortement sur leurs origines et leurs impacts. Il semble également nécessaire de poursuivre les investigations pour comprendre le pourquoi de cette persistance.

Tableaux 21 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Sédiments et MES

Substance	Sédiments, matières en suspension						Conformité réglementaire	
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Valeur de référence spécifique Sédiment, protection des organismes benthiques QS SED FW (ug/kg poids sec)		
2,4'-DDD (DDD-op')	Non quantifié						-	pas d'information réglementaire suffisante
2,4'-DDE (DDE-op')	26	10	1	3,85%	14,3	not reported	pas d'information réglementaire suffisante Persistence Transfert	
2,4'-DDT (DDT-op')	Non quantifié						not reported	pas d'information réglementaire suffisante
4,4'-DDD (DDD-pp')	37	0,08	23	62,16%	1,93	not reported	pas d'information réglementaire suffisante Persistence Transfert	
4,4'-DDE (DDE-pp')	37	0,08	32	86,49%	2,89	not reported	pas d'information réglementaire suffisante Persistence Transfert	
4,4'-DDT (DDT-pp')	37	0,08	32	86,49%	4,02	Pas de valeur	pas d'information réglementaire suffisante Persistence Transfert	
Aldrin	63	10	2	3,17%	41,7	not reported	pas d'information réglementaire suffisante Persistence Transfert	

Tableaux 21 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Sédiments et MES

Substance	Sédiments, matières en suspension						Conformité réglementaire	
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Valeur de référence spécifique Sédiment, protection des organismes benthiques QS SED FW (ug/kg poids sec)		
Atrazine	Non Recherché						5,2	Non Recherché
Benzotriazol	Non Recherché						-	Non Recherché
Carbamazepin	Non Recherché						-	Non Recherché
Chlorpyrifos	31	20	10	32,26%	30	-	pas d'information réglementaire suffisante	
Cypermethrin	67	20	7	10,45%	56	0,033	DEPASSEMENT	
Deltamethrin	57	20	12	21,05%	320	-	pas d'information réglementaire suffisante	
Desethylatrazine	Non Recherché						-	Non Recherché
Dicamba methyl ester	Non quantifié						-	pas d'information réglementaire suffisante
Dieldrin	62	10	2	3,23%	22,2	not reported	pas d'information réglementaire suffisante	


Tableaux 21 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Sédiments et MES

Substance 	Sédiments, matières en suspension						Conformité réglementaire	
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Valeur de référence spécifique Sédiment, protection des organismes benthiques QS SED FW (ug/kg poids sec)		
Endosulfan-alpha (Endosulfan I)	62	20	5	8,06%	46,2	0,09 µg/l	pas d'information réglementaire suffisante	
Endosulfan-sulfate	26	10	1	3,85%	229	-	pas d'information réglementaire suffisante	
Endrin aldehyde	36	10	12	33,33%	91,1	not reported	pas d'information réglementaire suffisante	
Heptachlor	36	20	2	5,56%	83,4	0,015	DEPASSEMENT	
Hexachlorobenzene	37	0,06	27	72,97%	7,05	16,9	Pas de dépassement de la NQE. Contamination fréquente	
HCH-alpha	26	10	2	7,69%	140,20	10,3	DEPASSEMENT	
HCH-beta	10	0,08	1	10,00%	0,8	10,3	aucun dépassement des VGE	
HCH-delta	36	10	1	2,78%	18,7	10,3	DEPASSEMENT	
HCH-gamma (Lindane)	62	10	41	66,13%	181,3	10,3	DEPASSEMENT	
Imidachloprid	Non Recherché						1	Non Recherché

Tableaux 21 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Sédiments et MES

Substance 	Sédiments, matières en suspension						Conformité réglementaire	
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)	Valeur de référence spécifique Sédiment, protection des organismes benthiques QS SED FW (ug/kg poids sec)		
Methoxychlor	62	10	19	30,65%	163,6	-	pas d'information réglementaire suffisante	
Nonachlor trans	Non quantifié						-	Non quantifié
Pendimethalin	37	0,08	26	70,27%	1,35	55	Pas de dépassement de la NQE. Contamination fréquente	
Pentachloronitrobenzene (quintozene)	26	20	2	7,69%	146	-	pas d'information réglementaire suffisante	
Permethrin	93	20	29	31,18%	230	-	pas d'information réglementaire suffisante	
Procymidone	Non quantifié						-	Non quantifié
Propiconazol	93	20	7	7,53%	119	-	pas d'information réglementaire suffisante	

Tableaux 21 - Contaminants identifiés dans le bassin versant de la Loue : occurrence
Comparaison aux Valeurs Guides Environnementales. Sédiments et MES

Substance 	Sédiments, matières en suspension						Valeur de référence spécifique Sédiment, protection des organismes benthiques QS SED FW (µg/kg poids sec)	Conformité réglementaire
	Effectif (pour les campagnes "positives")	LOQ (ug/kg MS)	n>LOQ	fréquence d'échantillons > LOQ	teneur maximale (ug/kg MS)			
Tebuconazol	26	50	3	11,54%	381,4	51	DEPASSEMENT	
Terbutryne	Non Recherché						Non reportée	Non Recherché
Vinclozoline	26	20	1	3,85%	24,1	-	pas d'information réglementaire suffisante	

Les sédiments et les MES sont les matrices pour lesquelles on observe le plus de dépassements des VGE pour les teneurs maximales mesurées au cours de nos travaux (Tableaux 21). C'est le cas pour la cyperméthrine, l'heptachlore, le lindane et ses isomères, ainsi que le tébuconazole. D'autres substances chimiques présentent des contaminations fréquentes comme l'hexachlorobenzène ou la pendiméthaline. Pour d'assez nombreuses substances (chlorpyrifos, deltaméthrine, dieldrine, endosulfan, endrine, méthoxychlore, perméthrine, propiconazole, cellules orange), les occurrences sont également le signe d'une contamination qui ne peut être considérée comme occasionnelle.

Des contaminations anciennes remobilisées ?

L'analyse des résultats montre donc qu'il existe une série de substances préoccupantes en ce qui concerne la qualité des eaux, des sédiments ou l'exposition des organismes aquatiques, si l'on considère à la fois la fréquence des contaminations et les valeurs maximales atteintes. Ces substances sont le DDT et ses métabolites, la cyperméthrine, l'hexachlorobenzène, le lindane et le tébuconazole, auxquelles on peut ajouter à un degré moindre le chlorpyrifos, la deltaméthrine, la perméthrine, la pendiméthaline et le propiconazole.

A l'exception de la cyperméthrine, de la deltaméthrine, de la pendiméthaline et du tébuconazole qui sont encore autorisés et utilisés de nos jours, les autres molécules sont interdites et certaines le sont depuis très longtemps. Il est vraisemblable que ceci ne traduise pas une utilisation actuelle illicite : même si des stocks anciens peuvent encore exister et être utilisés occasionnellement, il est beaucoup plus probable qu'il s'agisse ici d'héritages liés à des usages anciens et largement répandus.

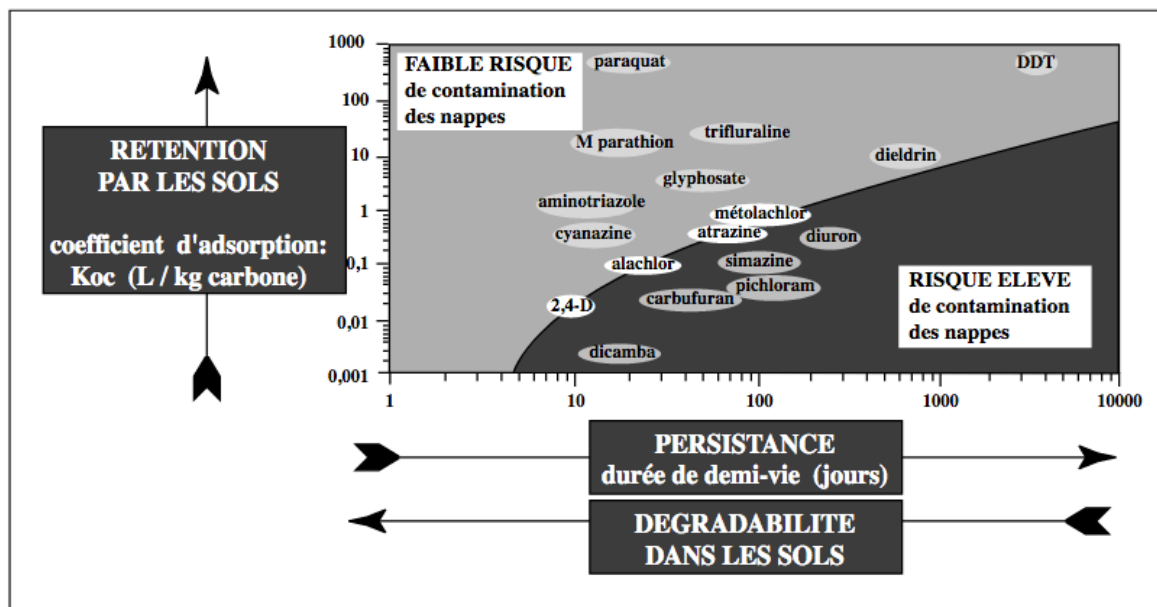
Plusieurs de ces substances sont des Polluants Organiques Persistants (POPs), visés par la convention de Stockholm, signée par 158 pays en 2001 et effective depuis mai 2004, qui tend à interdire le DDT ainsi que 12 autres POPs dont 8 sont des pesticides.

Les POPs sont intrinsèquement toxiques. Ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire (exemple : bioaccumulation du DDT due à sa lipophilie). Ils sont persistants dans l'environnement (exemple demi-vie du DDT d'environ 15 ans). Ils sont en outre susceptibles d'être transportés sur de longues distances depuis leur source.

Même si nombre de ces molécules sont connues pour être persistantes, cela ne suffit pas à rendre compte de leur présence dans les cours d'eau à de telles fréquences.

En effet, les facteurs qui conditionnent le devenir du polluant sont essentiellement la persistance (durée de demi-vie) et la capacité de rétention par les sols qui est sous la dépendance de leur coefficient d'adsorption par le carbone organique (K_{oc}).

Barriuso et al. (1996) ont montré que le risque de transfert aux nappes et cours d'eau était faible pour des K_{oc} forts et des demi-vies dans les sols courtes (Figure 2). Ainsi si la rétention des polluants persistants par les sols est réduite, des transferts sont possibles vers les nappes et les cours d'eaux. Une des manières les plus efficaces pour enclencher de tels processus de transfert consiste à diminuer le stock de matière carbonée présente dans le sol.



Étude et Gestion des Sols, 3, 4, 1996

Figure 2. Risque de contamination des nappes, rétention par les sols et demi-vie (d'après Barriuso et al. 1996)¹⁰

Une hypothèse plus réaliste est qu'une remobilisation de ces polluants anciens est en cours en raison de l'intensification des pratiques agricoles : des pesticides ou leurs résidus précédemment adsorbés sur la matière organique postérieurement à leur utilisation sont libérés suite à la minéralisation des sols consécutive aux labours et autres travaux de la terre.

Ceci est en plein accord avec ce que Poulénard et Sabatier (2019) rapportent concernant les sols du bassin versant du lac de Saint André en Savoie¹¹ où ils observent une accumulation de DDT dans les sédiments consécutivement à la réduction du couvert végétal et à la minéralisation de la matière organique des sols sous l'effet de traitements herbicides.

¹⁰ Barriuso E., Calvet R., Schiavon M., Soulas G. (1996). Les pesticides et les polluants organiques des sols. Transformations et dissipation. *Etude et Gestion des Sols*, 3-4, 279-295

¹¹ Poulénard J. Sabatier P. 2019. Le DDT renaît de ces cendres. *La Recherche HS* n°29, 79-82.

Des dangers sous estimés ?

Les pesticides et les biocides sont largement distribués dans l'environnement. Ils sont présents dans de très nombreux milieux et sont parmi les contaminants suscitant le plus d'inquiétudes (Ingersoll *et al.* 2001 ; Mehler *et al.* 2011 ; Moschet *et al.* 2014). Dans le monde, les contaminations des écosystèmes d'eau douce par ces molécules d'origine domestique, urbaine ou agricole sont fréquentes (Bartlett *et al.*, 2012 ; Liu *et al.*, 2013 ; Palmquist *et al.*, 2011 ; Weston and Lydy, 2010)¹².

Ces contaminants atteignent les eaux de surface en empruntant différentes voies : ruissellement, le dépôt direct de pulvérisations transportées par le vent, effluents de stations d'épuration rejetés directement dans les cours d'eau (Palmquist *et al.*, 2011)².

Les Tableaux 22 synthétisent les informations disponibles actuellement concernant les propriétés des polluants les plus fréquemment préoccupants quantifiés au cours de notre programme de recherches.

En raison de leur hydrophobicité et de leur faible solubilité dans l'eau, les pyréthriinoïdes ont une grande aptitude à être adsorbés par le complexe argilo-humique des sols et les particules, ce qui conduit fréquemment à leur accumulation dans les matières en suspension et les sédiments (Palmquist *et al.*, 2011 ; Schwientek *et al.*, 2013)¹³. Nous avons par ailleurs montré que les matières en suspension et les sédiments doivent ainsi être considérés comme une source majeure de polluants pour les organismes vivants à leur contact (Chiffre *et al.* 2015, 2016)¹⁴.

¹² Bartlett, A.J., Rochfort, Q., Brown, L.R., Marsalek, J., 2012. Causes of toxicity to *Hyalella azteca* in a stormwater management facility receiving highway runoff and snowmelt. Part I: Polycyclic aromatic hydrocarbons and metals. *Sci. Total Environ.* 414, 227–237. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.11.041

Liu, Y., Beckingham, B., Ruegner, H., Li, Z., Ma, L., Schwientek, M., Xie, H., Zhao, J., Grathwohl, P., 2013. Comparison of Sedimentary PAHs in the Rivers of Ammer (Germany) and Liangtan (China): Differences between Early- and Newly-Industrialized Countries. *Environ. Sci. Technol.* 47, 701–709. doi:10.1021/es3031566

Palmquist, K., Fairbrother, A., Salatas, J., Guiney, P.D., 2011. Environmental fate of pyrethroids in urban and suburban stream sediments and the appropriateness of *Hyalella azteca* model in determining ecological risk. *Integr. Environ. Assess. Manag.* 7, 325–335. doi:10.1002/ieam.162

Weston, D.P., Lydy, M.J., 2010. Urban and Agricultural Sources of Pyrethroid Insecticides to the Sacramento-San Joaquin Delta of California. *Environ. Sci. Technol.* 44, 1833–1840. doi:10.1021/es9035573

¹³ Schwientek, M., Rügner, H., Beckingham, B., Kuch, B., Grathwohl, P., 2013. Integrated monitoring of particle associated transport of PAHs in contrasting catchments. *Environ. Pollut.* 172, 155–162. doi:10.1016/j.envpol.2012.09.004

¹⁴ A. Chiffre, F. Degiorgi, N. Morin-Crini, A. Bolard, E. Chanez, P.M. Badot. 2015. PAH occurrence in chalk river systems from the Jura region (France). Pertinence of suspended particulate matter and sediment as matrices for river quality monitoring, *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (22) 17486-17498, DOI 10.1007/s11356-015-4897-5

A. Chiffre, F. Degiorgi, N. Morin-Crini, A. Bolard, E. Chanez, P.M. Badot. 2016. How to Assess Temporal Changes of Point and Diffuse Contamination in a Rural Karstic Watershed ? Relevance of Suspended Particulate Matter (SPM) for Efficient Monitoring, *Water, Air, & Soil Pollution*, DOI : 10.1007/s11270-016-3044-3, 227:384.

Tableaux 22 - Principales propriétés physico-chimiques et dangers des substances préoccupantes mises en évidence dans le système aquatique et le bassin versant de la Loue

Common name	Hexachlorobenzene (perchlorobenzene)	Cypermethrin
Chemical group	chlorinated hydrocarbon	Pyrethroid
IUPAC name	1,2,3,4,5,6-hexachlorobenzene	[cyano-(3-phenoxyphenyl)methyl] 3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropane-1-carboxylate
N°CAS	118-74-1	52315-07-8
N°EC (EINECS)	204-273-9	257-842-9
Code SANDRE	1199	1140
Molecular formula	C ₆ Cl ₆	C ₂₂ H ₁₃ Cl ₂ NO ₃
Physical state	solid, stable, colourless to white, crystalline powder	yellow viscous liquid or semi-solid. Pure isomers are colorless crystals
Molecular weight	284.766 g mol ⁻¹	416.298 g mol ⁻¹
Density	2.044 g cm ⁻³ at 23 °C	1.25 at 20°C
Water solubility	4.7 x 10 ⁻⁹ mg L ⁻¹ at 25 °C	0.004 mg L ⁻¹ at 20°C
Organic solubility	Sparingly soluble in cold alcohol, soluble in benzene, chloroform, and ether	soluble in methanol, acetone, xylene, dichloromethane
Boiling point	325.0°C	
Melting point	231.8°C	81.33333°C
Octanol/water partition coefficient (logP, log Kow)	5.73	6.6
Organic carbon/water partition coefficient		350000 L kg ⁻¹
Henry's Law Constant		0,02 Pa m ³ mol ⁻¹
Vapor pressure	1 mPa at 20 °C	1.7 x 10 ⁻⁹ mm Hg at 20°C
Uses	by-product during chemical manufacturing, organic synthesis agent, formerly agricultural fungicide, biocide, seed treatment agent (used until 1965 in the USA)	Insecticide, acaricide, wood preservative, molluscicide
Toxicity	chronic oral exposure: liver disease, skin lesions human carcinogen 2B (IARC) probable human carcinogen 2b, (EPA) cancer of the liver, kidney, thyroid in animals	Rat (oral, acute) LD50: 247 mg kg ⁻¹ (males) LD50 309 mg kg ⁻¹ (females) Rabbit (acute, dermal) LD50 > 2460 mg kg ⁻¹
Ecotoxicology	LC/EC50 fish: 0.01 mg L ⁻¹ (UE 2005) LC/EC50 alga: 0.01 mg L ⁻¹ (UE 2005) LC/EC50 invertebrate: 4.73 ug L ⁻¹ (UE 2005) NOEC/EC10 invertebrate: 0.13 ug L ⁻¹ (UE 2005) NOEC/EC10 fish: 3.7 ug L ⁻¹ (UE 2005) NOEC/EC10 alga : 0.01 mg L ⁻¹ (UE 2005) PNEC chronic freshwater (AA-Q5water_eco): 0.013 ug L ⁻¹ PNEC sediment (Q5sd): 3.7 ug kg ⁻¹ DM	LC/EC50 fish: 0.43 ug L ⁻¹ (UE 2011) LC/EC50 invertebrate: 0.0013 ug L ⁻¹ (UE 2011) NOEC/EC10 invertebrate: 0.009 ug L ⁻¹ (UE 2011) NOEC/EC10 fish: 0.03 ug L ⁻¹ (UE 2011) Brown trout (96 hrs) bLC50 2.0-2.8 ppb Rainbow Trout (96 hrs) LC50 0.82 ppb
Stability	Very stable, even to acids and bases.	stable for long periods in water-based aerosols
half-life	2.7 to 5.7 years in surface water and from 5.3 to 11.4 years in groundwater	Aerobic half-life: 6-20 days Anaerobic half-life: <14 days
Decomposition	When heated to decomposition, it emits toxic fumes of hydrogen chloride	When heated to decomposition, it emits toxic fumes of cyanide, nitrogen oxides, chloride
EU Pesticides data status	NOT APPROVED	APPROVED
Danger carcinogenicity	H350: May cause cancer	Groupe C: possible human carcinogen
Specific target organ toxicity repeated exposure	H372: Causes damage to organs through prolonged or repeated exposure	H302: harmful if swallowed H332: harmful if inhaled H335: may cause respiratory irritation
Acute environmental hazard	H400: Very toxic to aquatic life	H400: Very toxic to aquatic life
Long-term environmental hazard	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect
Health hazard	Harmful by dust inhalation or if swallowed. Irritating to eyes, skin and mucous membranes. Prolonged periods of ingestion may cause cutaneous porphyria.	Combustible. Liquid formulations containing organic solvents may be flammable. Gives off irritating or toxic fumes in a fire. Skin, eye, and respiratory irritations.

Tableaux 22 - Principales propriétés physico-chimiques et dangers des substances préoccupantes mises en évidence dans le système aquatique et le bassin versant de la Loue

Common name	Deltamethrin	Tebuconazole
Chemical group	Pyrethroid	Triazole
IUPAC name	[cyano-(3-phenoxyphenyl)methyl] 3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropane-1-carboxylate	1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-3-(1,2,4-triazol-1-ylmethyl)pentan-3-ol
N°CAS	52918-63-5	107534-96-3
N°EC (EINECS)	258-256-6	403-640-2
Code SANDRE	1149	1694
Molecular formula	C ₂₂ H ₁₈ Br ₂ NO ₃	C ₁₆ H ₁₂ ClN ₃ O
Physical state	Solid, odourless colourless crystalline powder	colorless crystals
Molecular weight	505.206 g mol ⁻¹	307.822 g mol ⁻¹
Density	0.55	
Water solubility	0.0002 mg L ⁻¹	29 mg L ⁻¹
Organic solubility	solubility in cyclohexanone 750, dichloromethane 700, acetone 500, benzene 450, dimethyl sulphoxide 450, xylene 250, isopropanol 6	
Boiling point		104.7°C
Melting point	101°C	
Octanol/water partition coefficient (logP, log Kow)	4.6	3.7
Organic carbon/water partition coefficient	460000 L kg ⁻¹	992 L kg ⁻¹
Henry's Law Constant	0.03 Pa m ³ mol ⁻¹	0,00001 Pa m ³ mol ⁻¹
Vapor pressure	1.24 x 10 ⁻⁸ Pa	1.28 x 10 ⁻⁸ mm Hg
Uses	Insecticide	Fungicide: use on cereals, peanuts, oilseed rape, grapes, pome fruit, stone fruit, and sigatoka on bananas
Toxicity	no data available	no human toxicity values
Ecotoxicology	LC/EC50 fish: 0.00091 mg L ⁻¹ LC/EC50 invertebrate: 0.00056 mg L ⁻¹ NOEC/EC10 invertebrate: 4.1 x 10 ⁻⁶ mg L ⁻¹ NOEC/EC10 fish: 1.7 x 10 ⁻⁵ mg L ⁻¹	LC/EC50 alga: 0.144 mg L ⁻¹ INERIS (2011) LC/EC50 invertebrate 0.46 mg L ⁻¹ INERIS (2011) LC/EC50 fish: 2.3 mg L ⁻¹ INERIS (2011) NOEC/EC10 fish: 0.01 mg L ⁻¹ INERIS (2011) NOEC/EC10 alga: 0.0342 mg L ⁻¹ INERIS (2011) NOEC/EC10 invertebrate: 0.01 mg L ⁻¹ INERIS (2011)
Stability		stable to elevated temperatures, and to photolysis and hydrolysis in pure water, under sterile conditions
half-life	Aerobic soil half life: 33 d (Californian EPA)	Aerobic soil half life: 796 d (US EPA) anaerobic soil half life: 60 days
Decomposition	when heated to decomposition, it emits toxic fumes of bromide ion, cyanide ion, nitrogen oxides	when heated to decomposition, emits toxic fumes of hydrogen chloride and nitrogen oxides
EU Pesticides data status	APPROVED	APPROVED
Danger carcinogenicity	not likely to be carcinogenic to humans	Group C: possible human carcinogen
Specific target organ toxicity repeated exposure	H301: toxic if swallowed H331: toxic if inhaled	H302: harmful if swallowed H361d: suspected of damaging the unborn child
Acute environmental hazard	H400: Very toxic to aquatic life	H400: Very toxic to aquatic life
Long-term environmental hazard	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect
Health hazard	Combustible. Liquid formulations containing organic solvents may be flammable. Gives off irritating or toxic fumes in a fire. Skin, eye, and respiratory irritations.	No human toxicity values

Tableaux 22 - Principales propriétés physico-chimiques et dangers des substances préoccupantes mises en évidence dans le système aquatique et le bassin versant de la Loue

Common name	Chlorpyrifos (chlorpyrifos)	Lindane = hexachlorocyclohexane
Chemical group	Organophosphate	Organochlorine
IUPAC name	O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate	γ -1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane
N°CAS	2921-88-2	58-89-9
N°EC (EINECS)	220-864-4	200-401-2
Code SANDRE	1083	1203
Molecular formula	$C_8H_{11}Cl_3NO_3PS$	$C_6H_6Cl_6$
Physical state	white crystal-like solid with a strong odor	white crystal-like solid, odorless
Molecular weight	$350.575 \text{ g mol}^{-1}$	290.8 g mol^{-1}
Density	1.44	1.87 g cm^{-3} at 20°C
Water solubility	1.07 mg L^{-1} at 25°C (pH 7)	10 mg L^{-1} at 20°C
Organic solubility	290 g L^{-1} (methanol) to 4000 g L^{-1} (toluene)	soluble in organic solvents: acetone (43.5 g dans 100 g at 20 °C), aromatic hydrocarbons , trichloromethane, methanol, ethanol...
Boiling point	decomposition before boiling	323,4°C
Melting point	42	112.9
Octanol/water partition coefficient (logP, log Kow)	4.96	3.2 - 3.9 at pH 7 - 20 °C
Organic carbon/water partition coefficient	from 4400 to 15 500 L kg^{-1}	
Henry's Law Constant	$0.91 \text{ Pa m}^{-3} \text{ mol}^{-1}$	$0.15 \text{ Pa m}^{-3} \text{ mol}^{-1}$
Vapor pressure	1.43 mPa at 20°C	4.4 mPa at 25 °C
Uses	Chlorpyrifos is an insecticide that does not mix well with water, so it is usually mixed with oily liquids before it is applied to crops or animals. It may also be applied to crops in a capsule form. Chlorpyrifos has been widely used in homes and on farms. In the home, it is used to control cockroaches, fleas, and termites; it is also used in some pet flea and tick collars. On the farm, it is used to control ticks on cattle and as a spray to control crop pests.	Organochlorine insecticide since 1938, against insects phytophages, insects living in the soil and parasites of animals and humans widely used in agriculture and in pharmaceuticals for the treatment of scabies and the elimination of lice. In France, lindane is no longer used in agriculture since 1 July 1998 and since 2009 in the rest of the world. No pharmaceutical preparation containing lindane is no longer allowed for sale.
Toxicity	neurotoxic (nervous system)	absorbed by the respiratory tract, skin and digestive tract and accumulates mainly in adipose tissue, but also in the kidneys, muscles, the brain, the pituitary and the thyroid.
Ecotoxicology	LC/EC50 fish: 1.3 ug L^{-1} (UE 2005) LC/EC50 alga: 0.05 mg L^{-1} (UE 2005) LC/EC50 invertebrate: 0.014 ug L^{-1} (UE 2005) NOEC/EC10 invertebrate: 0.056 ug L^{-1} (UE 2005) NOEC/EC10 fish: 0.14 ug L^{-1} (UE 2005) NOEC/EC10 alga: 0.03 mg L^{-1} (UE 2005) PNEC chronic freshwater (AA-QSwater_eco): 0.033 ug L^{-1}	LC/EC50 fish: 0.002 mg L^{-1} (UE 2005) LC/EC50 alga: 0.78 mg L^{-1} (UE 2005) LC/EC50 invertebrate: 0.01 mg L^{-1} (UE 2005) NOEC/EC10 invertebrate: 0.0002 mg L^{-1} (UE 2005) NOEC/EC10 fish: 0.0029 mg L^{-1} (UE 2005) NOEC/EC10 alga: 0.11 mg L^{-1} (UE 2005) PNEC chronic freshwater (AA-QSwater_eco): $2 \times 10^{-5} \text{ mg L}^{-1}$ PNEC sediment (Q5ed): $0.0024 \text{ mg kg}^{-1}$
Stability		stable up to 165 °C
half-life	Soil half life: 7 and 120 days (US NPIC)	soil half-life: 400 days (Extoxnet, Cornell Univ.)
Decomposition	non biodegradable	The substance decomposes on contact with hot surfaces or flames forming toxic and corrosive fumes including phosgene and chloride hydrogen. The substance decomposes on contact with alkalis, producing trichlorobenzene, or on contact with iron, aluminum and powdered zinc.
EU Pesticides data status	APPROVED	NOT APPROVED
Danger carcinogenicity	Not evaluated	no available carcinogenicity data in humans
Specific target organ toxicity repeated exposure	H301: Toxic if swallowed (Danger acute toxicity, oral)	H301: Toxic if swallowed (danger acute toxicity, oral) H312: Harmful by skin contact H332: Harmful by inhalation H362: May be harmful to breastfed babies H373: May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure
Acute environmental hazard	H400: Very toxic to aquatic life	
Long-term environmental hazard	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect
Health hazard	cholinesterase inhibition, headache, fatiguedizziness, blurred vision, weakness, nausea, cramps, diarrhea, chest discomfort, sweating, miosis, tearing, salivation, vomiting, cyanosis, papilledema, and muscle twitching. In advanced cases convulsions, coma, loss of reflexes, and loss of sphincter control may occur. Eyes: Can produce mild to moderate eye irritation and transient corneal injury. Skin: Undiluted liquid products can cause skin irritation. Prolonged or repeated exposure may cause superficial burns.	Major attacks of the central nervous system as well as attacks of cardiovascular systems, Respiratory and renal disorders are observed during acute intoxications. Irritating to skin and mucous membranes. Hematologic (neutropenia), chronic hepatitis and cirrhosis observed in exposed workers. No mutagenic effects are observed in humans

Tableaux 22 - Principales propriétés physico-chimiques et dangers des substances préoccupantes mises en évidence dans le système aquatique et le bassin versant de la Loue

Common name	Permethrin	Pendimethaline
Chemical group	Pyrethroid	Dinitroaniline
IUPAC name	(3-phenoxyphenyl)methyl 3-(2,2-dichloroethyl)-2,2-dimethylcyclopropane-1-carboxylate	3,4-dimethyl-2,6-dinitro-N-(pentan-3-yl)aniline
N°CAS	52645-53-1	40487-42-1
N°EC (EINECS)	258-067-9	254-938-2
Code SANDRE	1523	1234
Molecular formula	C ₂₁ H ₂₉ Cl ₂ O ₃	C ₁₅ H ₁₉ N ₂ O ₄
Physical state	Solid, yellow-brown-to-brown viscous liquid or crystals	orange-yellow crystal solid
Molecular weight	391.288 g mol ⁻¹	281.3 g mol ⁻¹
Density	1.19 - 1.27 at 20°C	1.19 at 25°C
Water solubility	0.006 mg L ⁻¹ at 20°C	0.33 mg L ⁻¹
Organic solubility	soluble in most organic solvents except ethylene glycol soluble in acetone, ethanol, ether and xylene	soluble in most organic solvents at 20°C: acetone 800 g L ⁻¹ ; xylene > 800 g L ⁻¹ ; hexane ΔR QR = 1 ⁻¹
Boiling point	220°C	330°C
Melting point	34°C	56°C
Octanol/water partition coefficient (log P, log K _{ow})	6.5	5.2
Organic carbon/water partition coefficient		
Henry's Law Constant		1.27 Pa m ⁻³ mol ⁻¹ (25°C)
Vapor pressure	2.18 x 10 ⁻⁸ mm Hg	3.34 mPa (20°C)
Uses	Ectoparasiticides for tropical use. Antiparasitic products, insecticides and repellents. Treatment and prevention of flea infestation (<i>Ctenocephalides felis</i> and <i>Ctenocephalides canis</i>); treatment and prevention of tick infestation (<i>Rhipicephalus sanguineus</i> , <i>Dermacentor reticulatus</i> , <i>Ixodes ricinus</i>); sand fly bite prevention (<i>Phlebotomus perniciosus</i>) and mosquito bite prevention (<i>Culex pipiens</i> , <i>Aedes aegypti</i>); treatment and prevention of stable fly infestation (<i>Stomoxys calcitrans</i>)	Herbicides used to destroy unwanted vegetation, especially various types of weeds, grasses and woody plants. Some plants develop herbicide resistance.
Toxicity	The Environmental Protection Agency classified permethrin as "likely to be carcinogenic to humans" by the oral route.	Slightly toxic if ingested, inhaled or absorbed through the skin. The most probable occasion for human exposure is to applicators during mixing, loading, spraying, and flagging. Mild skin irritant.
Ecotoxicology	no available data	LC/EC50 fish: 0.138 mg L ⁻¹ LC/EC50 alga: 0.006 mg L ⁻¹ LC/EC50 invertebrate: 0.28 mg L ⁻¹ NOEC/EC10 invertebrate: 0.0145 mg L ⁻¹ NOEC/EC10 fish: 0.006 mg L ⁻¹ NOEC/EC10 alga: 0.003 mg L ⁻¹
Stability	stability to heat: > 2 yr at 50°C	insoluble in water
half-life	soil half-life: about 40 days, ranging from 11-113 days (US NPIC)	soil half-life: 3-4 months
Decomposition	When heated to decomposition it emits toxic fumes of hydrogen chloride.	When heated to decomposition it emits toxic fumes of nitroxides
EU Pesticides data status	NOT APPROVED	APPROVED
Danger carcinogenicity		
Specific target organ toxicity repeated exposure	H302: Harmful if swallowed H317: May cause an allergic skin reaction H332: Harmful if inhaled	H317: May cause an allergic skin reaction
Acute environmental hazard	H400: Very toxic to aquatic life	H400: Very toxic to aquatic life
Long-term environmental hazard	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect	H410: Very toxic to aquatic life with long lasting effect
Health hazard		

Nous avons par exemple montré au cours d'une série d'expériences *in vitro* que la cyperméthrine présente une toxicité beaucoup plus grande que prévue sur le gammare, crustacé d'eau douce commun dans les cours d'eau du massif jurassien. Nous nous sommes intéressés à la cyperméthrine car nous avons constaté précédemment des contaminations marquées par les pyréthriinoïdes (Adam *et al.*, 2009, 2010)¹⁵ avec des concentrations comprises entre 0,8 et 22,5 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de masse sèche de sédiments.

Des contaminations du même ordre de grandeur (0,63 à 30,6 $\mu\text{g kg}^{-1}$ MS) ont été mises en évidence dans d'autres régions du monde, notamment en Californie (Maund *et al.*, 2002 ; Weston *et al.*, 2004)¹⁶. La littérature fait état d'une forte toxicité des pyréthriinoïdes vis à vis des organismes aquatiques non cibles tels que les poissons ou divers invertébrés (Begum, 2005 ; Suvetha *et al.*, 2010)¹⁷. La cyperméthrine en solution dans l'eau présente notamment une dose létale 50 (DL₅₀) de l'ordre du ng L⁻¹ chez *Gammarus pulex*. Les données disponibles chez un amphipode américain *Hyaella azteca* font état de DL₅₀ de l'ordre du $\mu\text{g kg}^{-1}$ M.S. pour un sédiment contaminé par la cyperméthrine (Adam *et al.*, 2009 ; Amweg *et al.*, 2005 ; Maund *et al.*, 2002 ; Weston et Lydy, 2010)¹⁸.

Au cours de ce programme, des expériences de *spiking* (contamination contrôlée) d'un sédiment ont permis d'évaluer pour la première fois un seuil de toxicité aiguë de la cyperméthrine présente dans le sédiment chez *G. pulex*. La toxicité de ce pyréthriinoïde s'exerce à des concentrations très basses (la LC_{50-10j} est de 17 $\mu\text{g kg}^{-1}$ MS) qui sont inférieures aux seuils de détection des techniques analytiques usuellement mis en oeuvre dans les surveillances de routine. Ces résultats soulignent l'existence d'une toxicité marquée de la cyperméthrine à des concentrations beaucoup plus faibles qu'imaginées précédemment vis à vis d'une espèce autochtone, *G. pulex*. Outre le fait que cette espèce joue un rôle majeur dans les équilibres trophiques au sein des rivières karstiques, il est raisonnable de penser que d'autres macroinvertébrés aquatiques présentent des sensibilités équivalentes à de nombreux autres substances phytosanitaires décelées dans les sédiments et les MES.

¹⁵ O. Adam, P.M. Badot, F. Degiorgi, G. Crini. 2009. Mixture toxicity assessment of wood preservative pesticides in the freshwater amphipod *Gammarus pulex* (L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72, 441-449. & O. Adam, F. Degiorgi, G. Crini, P.M. Badot., 2010. High sensitivity of *Gammarus* sp. juveniles to deltamethrin: outcomes for risk assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 13, 1402-1407.

¹⁶ Maund, S.J., Hamer, M.J., Lane, M.C.G., Farrelly, E., Rapley, J.H., Goggin, U.M., Gentle, W.E., 2002. Partitioning, bioavailability, and toxicity of the pyrethroid insecticide cypermethrin in sediments. *Environ. Toxicol. Chem.* 21, 9–15. doi:10.1002/etc.5620210102
Weston, D.P., You, J., Lydy, M.J., 2004. Distribution and Toxicity of Sediment-Associated Pesticides in Agriculture-Dominated Water Bodies of California's Central Valley. *Environ. Sci. Technol.* 38, 2752–2759. doi:10.1021/es0352193

¹⁷ Begum, G., 2005. In vivo biochemical changes in liver and gill of *Clarias batrachus* during cypermethrin exposure and following cessation of exposure. *Pestic. Biochem. Physiol.* 82, 185–196. doi:10.1016/j.pestbp.2005.02.006
Suvetha, L., Ramesh, M., Saravanan, M., 2010. Influence of cypermethrin toxicity on ionic regulation and gill Na⁺/K⁺-ATPase activity of a freshwater teleost fish *Cyprinus carpio*. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 29, 44–49. doi:10.1016/j.etap.2009.09.005

¹⁸ Amweg, E.L., Weston, D.P., Ureda, N.M., 2005. Use and toxicity of pyrethroid pesticides in the Central Valley, California, USA. *Environ. Toxicol. Chem.* 24, 966–972. doi:10.1897/04-146R1.1

Des contaminations significatives par différents pesticides sont avérées dans la Loue dans les différentes matrices étudiées (eaux, biote, sédiments et MES). Les principaux contaminants sont le DDT et ses métabolites, la cyperméthrine, l'hexachlorobenzène, le lindane et le tébuconazole, auxquelles on peut ajouter à un degré moindre le chlorpyrifos, la deltaméthrine, la perméthrine, la pendiméthaline et le propiconazole.

Ces contaminations peuvent atteindre des teneurs élevées supérieures aux Valeurs Guides Environnementales pour plusieurs molécules.

La fréquence de la présence de molécules (ou de leurs métabolites) bannies de longue date laisse penser que les processus de minéralisation de la matière organique des sols jouent un rôle important dans les transferts de ces polluants vers les systèmes aquatiques.

Les résultats obtenus en matière d'exposition d'un organisme aquatique (*G. pulex*) à des sédiments contaminés indiquent que la toxicité de certaines molécules a pu être fortement sous-évaluée par le fait que seuls étaient considérés les niveaux de contaminants solubilisés dans l'eau. Or nombre de ces substances sont lipophiles et ont donc une tendance marquée à s'adsorber sur les constituants organiques. Ceci constitue une indication forte de l'existence d'un risque d'effets adverses pour de nombreux autres contaminants quantifiés dans la rivière.