

Suivi de la qualité des milieux aquatiques du département du Doubs

Hydrobio-Conseils

2014



Ruisseau des Lavaux, 27 avril 2015

Évaluation de la qualité des eaux superficielles de 5 stations patrimoniales ; complément DCE pour 2 stations du Rupt et une de la Lanterne ; approches bassins versants pour le Bief de Colombier, Ruisseau de Fontaine-Ronde et Ruisseau des Lavaux ; suivi physico-chimique du Ruisseau de Plaisir-Fontaine.



4, Chemin de Verdi
25640 LUSANS
hydrobio.conseils@gmail.com



Table des matières

Préambule	5
Stations patrimoniales	10
I. DRU10 – le Drugeon à Bonnevaux	11
A. Localisation	11
B. Contexte hydrologique	12
C. État écologique DCE	13
D. Physico-chimie	15
E. Contamination par les substances toxiques	16
1. Métaux lourds	16
2. Micropolluants	19
3. Pesticides	20
F. Hydrobiologie	20
G. Conclusion	22
II. DES10 – le Dessoubre à Bretonvillers	23
A. Contexte hydrologique	24
B. État écologique DCE	24
C. Physico-chimie	26
D. Contamination par les substances toxiques	28
1. Métaux lourds	28
2. Micropolluants	31
3. Pesticides	32
E. Hydrobiologie	32
F. Conclusion	35
III. LOU10 – la Loue à Chenecey-Buillon	37
A. Contexte hydrologique	38
B. État écologique DCE	38
C. Physico-chimie	40
D. Contamination par les substances toxiques	42
1. Métaux lourds	43
2. Micropolluants	45
3. Pesticides	46
E. Hydrobiologie	46

F. Conclusion	50
IV. BRE10 – la Brème à Bonnevaux-le-Prieuré	51
A. Contexte hydrologique	52
B. État écologique DCE	52
C. Physico-chimie	54
D. Contamination par les substances toxiques	55
1. Métaux lourds	55
2. Micropolluants	57
3. Pesticides	58
E. Hydrobiologie	58
F. Conclusion	62
V. LOUS13 – le Lison à Châtillon-sur-Lison	63
A. Contexte hydrologique	64
B. État écologique DCE	65
C. Physico-chimie	67
D. Contamination par les substances toxiques	68
1. Métaux lourds	68
2. Micropolluants	70
3. Pesticides	71
E. Hydrobiologie	71
F. Conclusion	74
Compléments approches DCE (2^{ème} année de suivi)	75
I. Stations RUPT4 et RUPT6	75
A. Contexte et localisation	75
B. Situation hydrologique	76
C. États DCE (et référentiel SEQ-Eau)	77
D. Interprétations	80
1. Station RUPT4	80
2. Station RUPT6	85
II. Station LAN7	91
A. Contexte et localisation	91
B. État DCE (et référentiel SEQEau)	93
C. Interprétations	95

Bassin-versant du Bief de Colombier	101
<i>I. Présentation du contexte et localisation des stations</i>	<i>101</i>
<i>II. Contexte hydrologique</i>	<i>106</i>
<i>III. États écologiques DCE intermédiaires</i>	<i>107</i>
<i>IV. Résultats physico-chimiques</i>	<i>112</i>
<i>V. Contamination par les substances toxiques</i>	<i>114</i>
A. Métaux lourds	114
B. Micropolluants dans le sédiment	118
C. Pesticides	121
<i>VI. Analyses hydrobiologiques</i>	<i>122</i>
<i>VII. Conclusion</i>	<i>126</i>

Bassin-versant du Ruisseau de Fontaine-Ronde	128
<i>A. Contexte et localisation</i>	<i>128</i>
<i>B. Contexte hydrologique</i>	<i>136</i>
<i>C. États écologiques DCE intermédiaires</i>	<i>136</i>
<i>D. Résultats physico-chimiques</i>	<i>140</i>
<i>E. Contamination par les substances toxiques</i>	<i>142</i>
I. Métaux lourds	142
II. Micropolluants sur sédiment	144
III. Pesticides	145
<i>F. Analyses hydrobiologiques</i>	<i>145</i>
<i>G. Conclusion</i>	<i>149</i>

Bassin-versant du Ruisseau des Lavaux	150
<i>I. Contexte et localisation</i>	<i>150</i>
<i>II. Contexte hydrologique</i>	<i>156</i>
<i>III. États écologiques DCE intermédiaires</i>	<i>156</i>
<i>IV. Résultats physico-chimiques</i>	<i>161</i>
<i>V. Contamination par les substances toxiques</i>	<i>163</i>
A. Métaux lourds	163

B. Autres micropolluants	165
C. Pesticides	166
VI. Analyses hydrobiologiques	167
VII. Conclusion	171
Ruisseau de Plaisir-Fontaine (Source) – Station SPL10	172
I. Localisation et contexte	172
II. Situation hydrologique	174
III. Résultats	174

Préambule

Stations investiguées en 2014

En 2014, le réseau départemental du Doubs pour l'évaluation de la qualité des eaux superficielles comprenait 23 stations réparties de la façon suivantes :

- 5 stations patrimoniales évaluées de façon récurrente et localisées sur le Drugeon (DRU10), le Dessoubre (DES10), la Loue(LOU10), le Lison (LOUS13) et la Brème (BRE10).
- 3 stations destinées à compléter le jeu de données précédemment acquis en 2013, ceci afin de rendre ce suivi compatible avec un suivi de type « DCE » sur 2 années consécutives : Rupt_4, Rupt_6 et Lanterne_7.
- 5 stations localisées sur le bassin du ruisseau des Lavaux (à l'est de Pontarlier) : LAV10, LAV20, LAV30, LAV40 et ENT10.
- 4 stations localisées sur le bassin du ruisseau de Fontaine-Ronde (au sud de la Cluse-et-Mijoux) : FRO05, FRO10, FRO20 et FRO30.
- 1 station avec un suivi physico-chimique plus fréquent (12 campagnes dans l'année) au niveau de la source de Plaisir-Fontaine (SPL10).

Ces stations sont localisées dans l'Hydro-Eco-Région (HER) correspondant au massif du Jura (HER1 n°5), réparties entre les HER2 « premier plateau » et « Jura nord », à l'exception des stations Lanterne_7, Rupt_4 et Rupt6 localisées au niveau l'HER1 « Côte Calcaires Est » (N°10) et HER2 « Collines de Haute-Saône ».

La carte suivante illustre ces différentes localisations du suivi départemental 2014.

Analyses programmées

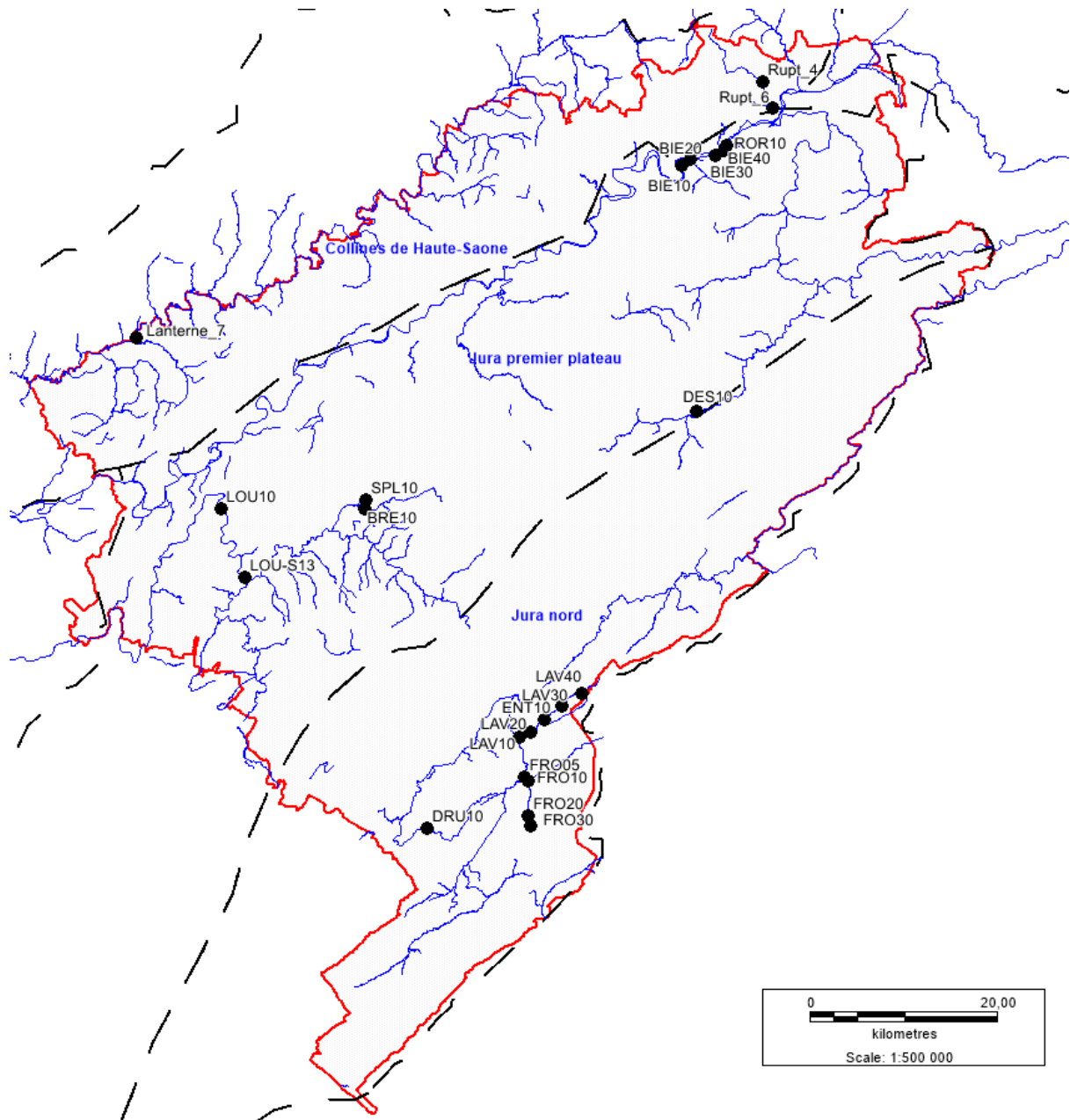
Le détail des analyses programmées est indiqué dans le tableau N°1 suivant.

La première campagne fut réalisée du 22 au 29 septembre 2014. Outre les prélèvements d'eau, les compartiments sédiments et bryophytes furent échantillonnés extemporanément, ainsi que les prélèvements hydrobiologiques (macro-invertébrés et diatomées).

La seconde campagne d'échantillonnage fut réalisée les 3 et 4 décembre 2014, la troisième les 4 et 5 mars 2015 et la quatrième les 27 et 28 avril 2015.

Pour les stations où seules 2 analyses de pesticides sur eau furent programmées, celles-ci furent réalisées sur les échantillons d'eau prélevés lors des campagnes N°1 (septembre 2014) et N°3 (mars 2015).

Les 12 dates d'échantillonnage de la station SPL10 sont précisées dans le chapitre spécifique relatif à cette source du ruisseau de Plaisir-Fontaine.



Carte 1. Localisation des 23 stations suivies par le Conseil Général du Doubs en 2014. Les tirets indiquent les limites des HER de rang 2, la ligne rouge correspondant à la limite du département.

		Cours d'eau	code station étude	Code Agence de l'Eau	ME	Commune	1 - PRELEVEMENTS ET MESURES IN SITU POUR ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES (Cond, [O2], %O2, pH, T°c)	2.12- Analyses sur eau brute - PHYSICO-CHIMIE DE BASE (COD, DBO5, MEST, NH4, NO2, NO3, PO4, Pt)	2.12- Analyses sur eau brute - PHYSICO-CHIMIE DE BASE (DCO, NTK)	3.1 - Analyses sur eau brute – MINÉRALISATION / Dureté (HCO3, TA, TAC, TH)	3.2 - Analyses sur eau brute – MINÉRALISATION (Cl, SO4, Ca, Mg, Na et K)	4 - Analyses sur eau brute – EUTROPHISATION	5 - Analyses sur eau brute – PESTICIDES	6 - Analyses sur bryophytes - METAUX	7 - Analyses sur sédiments - METAUX	8 - Analyses sur sédiments - PESTICIDES	9 - Analyses sur sédiments – MICRO POLLUANTS ORGANIQUES HORS PESTICIDES	10.2 IBGN SELON LE PROTOCOLE RCS DCE	11 - Indice Biologique Diatomées
Patrimonial		Drueon	DRU10	06017105	FRDR2024	Bonnevaux	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
		Dessoubre	DES10	06020460	FRDR634	Bretonvillers	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
		Loue	LOU10	06032000	FRDR619	Chenecey Buillon	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
		La Brème	BRE10	06466250	FRDR11837	Bonnevaux le Prieuré	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Consolidation état DCE	Lanterne	Lanterne	Lanterne_7	06438450	FRDR11561	Chevigny sur l'Ognon	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
	Rupt	Rupt	Rupt_4	06462300	FRDR10948	Allondans	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
		Rupt	Rupt_6	06462450	FRDR10948	Bart	4	4	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
		Fontaine-Ronde	FRO30	6449420	FRDR10180	Montperreux	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
TPCE	Fontaine-Ronde	Fontaine-Ronde	FRO20	06449425	FRDR10180	Montperreux	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
		Fontaine-Ronde	FRO10	6449430	FRDR10180	Cluse-et-Mijoux	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
		Fontaine-Ronde	FRO05	06449435	FRDR1080	Cluse-et-Mijoux	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
		Ruisseau des Lavaux	LAV40	06449055	FRDR10978	Les Alliés	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
TPCE	Ru des Lavaux	Ruisseau des Lavaux	LAV30	06449155	FRDR10978	Pontarlier	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
		Ruisseau des Entreportes	ENT10	6449150	hors ME	Pontarlier	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
		Ruisseau des Lavaux	LAV20	6449170	FRDR10978	Pontarlier	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
		Ruisseau des Lavaux	LAV10	6449200	FRDR10978	Pontarlier	4	4	4	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
Démarche BV	Bief de Colombier	Ruisseau du Rorbe	ROR10	6446253	hors ME	Colombier-Fontaine	4	4	4	1	1	4	2		1	1	1	1	
		Bief de Colombier	BIE40	06446310	hors ME	Colombier-Fontaine	4	4	4	1	1	4	2		1	1	1	1	
		Bief de Colombier	BIE30	06446311	hors ME	Colombier-Fontaine	4	4	4	1	1	4	2		1	1	1	1	
		Bief de Colombier	BIE20	06446312	hors ME	Saint-Maurice-Colombier	4	4	4	1	1	4	2		1	1	1	1	
		Bief de Colombier	BIE10	06446313	hors ME	Saint-Maurice-Colombier	4	4	4	1	1	4	2		1	1	1	1	
		Plaisir-Fontaine	SPL10	06401130	FRDR11837	Bonnevaux -le-Prieuré	12	12	12										

Tableau 1. Analyses programmées pour le suivi départemental du Doubs en 2014.

Méthodologies

Les échantillonnages d'eau (et mesures de débits), de bryophytes et de sédiments furent réalisés par Hydrobio-Conseils dans le respect des recommandations du *Guide technique « Les prélèvements d'échantillons en rivières »* édité en 1996 par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et du *guide d'échantillonnage et de pré-traitement des sédiments en milieu continental pour les analyses physico-chimiques de la DCE* édité en 2010 par le CEMAGREF & Aquaref. Les analyses furent réalisées par les laboratoires du groupe CARSO (accrédité COFRAC).

La réalisation des équivalents-IBGN fut effectuée par Hydrobio-Conseils dans le respect des normes AFNOR XP T90-333 de septembre 2009 et XP T90-388 de juin 2010¹.

L'échantillonnage des diatomées fut réalisé par Hydrobio-Conseils, la phase de traitement des prélèvements en laboratoire et d'identification fut confié en sous-traitance à Aquabio (accrédité COFRAC). Ces opérations furent réalisées dans le respect de la norme NFT 90-354 de décembre 2007 et à l'aide du logiciel OMNIDIA disposant des dernières mises à jours de la base de données.

L'interprétation des résultats fait notamment appel aux référentiels définis par la DCE (arrêté du 5 janvier 2010), et au SEQ-Eau (version 2) pour les paramètres non exploités par la DCE (et en complément pour les nitrates). En outre, pour l'interprétation des pollutions liées aux pesticides, il est aussi fait appel à deux types d'outils :

- Pour les données de contaminations : liste des valeurs guide environnementales (VGE) telles que définies par l'INERIS, liste des perturbateurs endocriniens reconnus par l'Union Européenne.
- Pour l'évaluation du caractère impactant de ces pesticides sur les macro-invertébrés : utilisation de l'outil SPEAR (développé à l'échelle européenne en se basant sur les traits bio-écologiques et les bases de données écotoxicologiques). Les seuils arbitrairement définis entre les 5 classes de qualité sont les suivants (pourcentage de taxons SPEAR = sensibles aux pesticides au sein de la communauté macrobenthique) : 50%, 30%, 20%, 10%.

D'après l'étude des fonds géochimiques du bassin RMC², « *le Jura est un secteur où la présence des éléments traces dans les eaux de surface et des eaux souterraines est le plus souvent d'origine anthropique et concerne surtout les vallées du Doubs, de la Loue et de l'Ognon. La nature karstique des terrain du massif du Jura ne favorise pas la présence naturelle de ces éléments dans les eaux sauf localement pour le fer le manganèse.* ». Dans le présent rapport, les teneurs sédimentaires en métaux lourds dépassant leur limite de quantification seront par conséquent considérés comme des contaminations d'origines anthropiques, exception faite du cuivre où une concentration uniforme à 10 mg/Kg MS fut observée sur tous les BV et toutes les stations investiguées.

¹ À l'exception de la station DRU10 sur le Dugeon où les données macrobenthiques issues d'un MAG20 (transmises par le Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques du Haut-Doubs) furent utilisées.

² BRGM, septembre 2005. Identification des zones à risque de fond géochimique élevé en éléments traces dans les cours d'eau et les eaux souterraines du Bassin Rhône – Méditerranée et Corse. Phase 1. BRGM/RP-54031-FR

La présentation des résultats se fera par défaut selon la logique suivante (à adapter selon les objectifs visés par le suivi) :

1. Présentation du contexte et localisation des stations
2. Contexte hydrologique
3. Etat écologique DCE (première vue synthétique de l'état global de la station)
4. Résultats physico-chimiques
5. Contamination par les métaux lourds, pesticides et autres micropolluants
6. Analyses hydrobiologiques (mise en perspective des caractères intégrateurs)
7. Conclusion synthétique

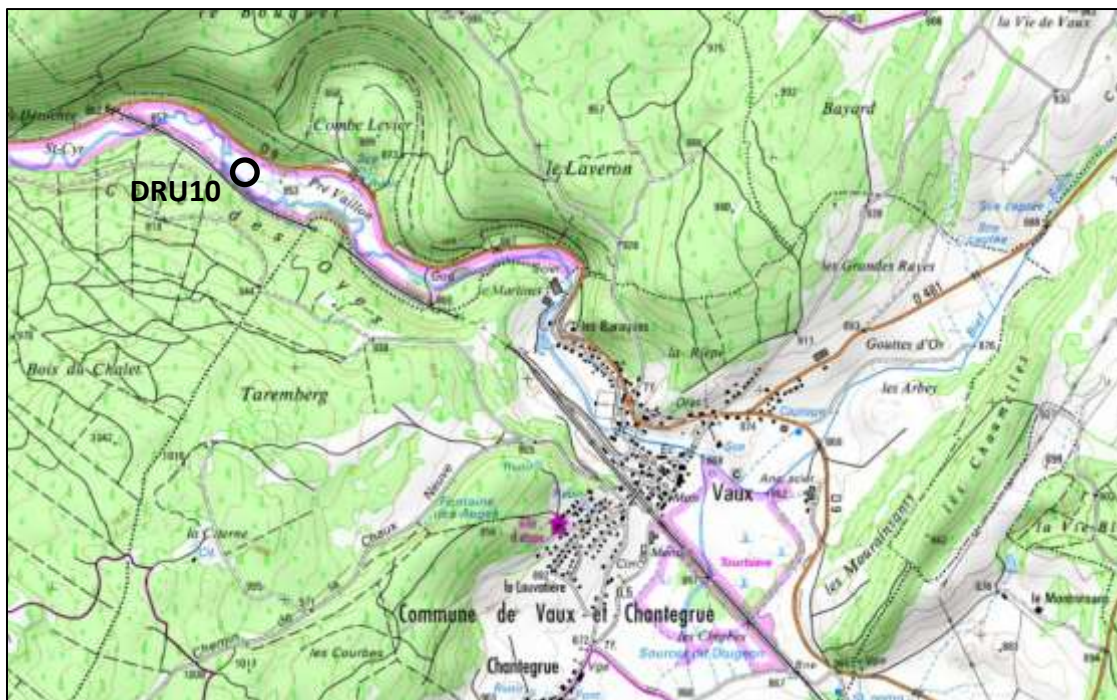
Stations patrimoniales

Ces 5 stations font l'objet d'un suivi récurrent dans le cadre du réseau départemental avec un panel d'analyses complet : physico-chimie et pesticides sur eau (4 campagnes), minéralisation (1 campagne), métaux sur bryophytes, métaux-pesticides-micropolluants sur sédiments, hydrobiologie (diatomées, macro-invertébrés).

I. DRU10 – le Drugeon à Bonnevaux

A. Localisation

Cette station est localisée en tête de bassin, en aval de la commune de Vaux-et-Chantegrue où le Drugeon prend sa source.



Carte 2. Localisation de la station DRU10 à l'aval de la commune de Vaux-et-Chantegrue et à quelques kilomètres de sa source (tourbière + résurgence karstique + Bief Belin).



Photographie 1. Vue de la station DRU10 en période de basses eaux (prise le 24/09/2014)

Complémentaire au suivi dans le cadre du réseau départemental, la station DRU10 (ou « Isle Pernet ») est suivie régulièrement par le Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques du Haut-Doubs (notamment suite à la restauration physique du cours d'eau opéré dans ce secteur), et un suivi mensuel des populations de gammares et d'Elmidae (coléoptère) y a été réalisé entre 2003 et 2004 afin d'y évaluer l'impact de la scierie du Martinet sur la qualité du milieu aquatique (Thèse Adam 2008).

B. Contexte hydrologique

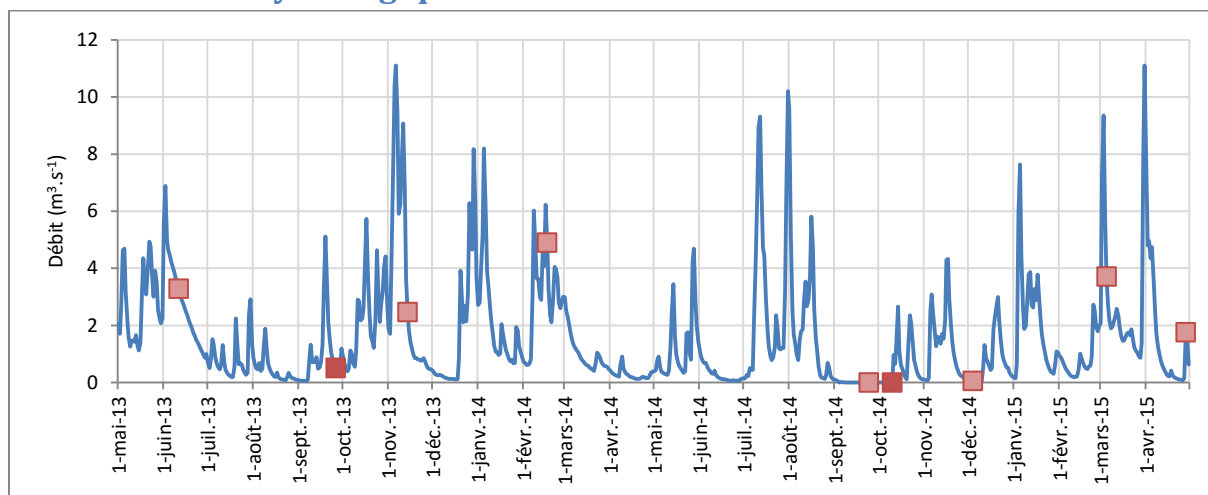


Figure 1. Chronologie des débits mesurés entre le 1^{er} mai 2013 et le 30 avril 2015 (2 ans) au sein de la station limnimétrique automatique localisée sur le Drugeon à la Rivière-Drugeon (île du Martinet). Les carrés indiquent les dates d'échantillonnages, en rouge vif les dates où ont eu lieu des prélèvements hydrobiologiques.

Du fait de l'absence d'un historique de données insuffisant, la station limnimétrique *Le Drugeon à la Rivière-Drugeon [île du Martinet]* ne dispose pas à l'heure actuelle de valeur validée pour le calcul du module, du QMNA5, et de la crue de retour 10 ans. Néanmoins cette chronique a été retenue pour le profil hydrologique de la station DRU10, les données étant encore davantage incomplètes au niveau de la station limnimétriques localisée à Vaux-et-Chantegrue.

Remarque : le décalage entre le carré rouge clair (fin septembre 2014) et le carré rouge vif (début octobre 2014) correspond au décalage entre les dates d'échantillonnages de l'eau, sédiment et bryophytes (le 24/09/2014) et les échantillonnages hydrobiologiques (SMAHD, le 10/10/2014).

Des situations hydrologiques contrastées ont été observées lors des différentes dates d'échantillonnages :

- 3 campagnes en basses eaux : 2 en périodes estivales, 1 en période automnale.
- 2 campagnes en périodes de moyennes eaux : 1 automnale et 1 printanière.
- 3 campagnes en périodes de hautes eaux : 2 hivernales et 1 printanière.

C. État écologique DCE

Les tableaux en page suivante présentent les résultats du suivi 2013-2014 avec les grilles d'interprétation du référentiel DCE pour l'évaluation de l'état écologique, et par défaut à la lumière du référentiel SEQ-Eau pour les paramètres non déjà pris en compte (seul l'élément nitrates figure dans les deux tableaux).

La station DRU10 présente un « bon état écologique » en 2013-2014, la non atteinte du « très bon état » étant liée à une légère moindre saturation en oxygène en 2013 et à des pics transitoires en ammonium observés en 2013 et 2014.

Année	2002	2007	2008	2011	2012	2013	2013-2014
BILAN DE L'OXYGENE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	BE
TEMPERATURE	TBE	TBE	TBE	x	x	TBE	TBE
NUTRIMENTS	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE
ACIDIFICATION	TBE	TBE	TBE	x	x	TBE	TBE
RESULTANTE PHYSICO-CHIMIQUE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	BE

Tableau 2. Historiques des états physico-chimiques et des différents groupes de paramètres le composant. Pour les données antérieures à 2010, un travail de recalcul de ces états a été entrepris. À partir de 2014, les états écologiques se calculent sur 2 années consécutives, i.e. l'état de 2014 correspond à l'agrégation de 2013 et 2014.

Si tous les groupes de paramètres physico-chimiques observèrent un « très bon état » sur la période 2002-2012, en revanche, depuis 2013 des déclassements en « bon état » sont constatés, d'abord vis-à-vis du bilan de l'oxygène, puis vis-à-vis des nutriments.

Les chapitres suivants visent à interpréter plus finement ces observations.

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014							
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique									
DRU10	06017105	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura 1er plateau	P5	Equivalent IBGN (/20)	14	18	16	Très bon état		Très bon état	BON ETAT							
					IBD (/20)	20	20	20	Très bon état										
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique				
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2		NO3	Résultante	pH	Résultante
		11/06/2013	11,21	95,7	1,6	2,5	Bon état	8,7	Très bon état	0,03	0,010		0,16	<0,02	2,1	Bon état	7,45	Très bon état	Bon état
		26/09/2013	9,12	80,4	<0,5	2,8		9,3		0,01	<0,01		0,10	0,01	2,8		7,87		
		14/11/2013	10,42	85,4	0,7	2,8		6,7		0,02	0,010		<0,05	<0,02	3,0		7,42		
		17/02/2014	11,53	91,7	<0,5	2,7		5,6		0,03	0,017		<0,05	<0,02	3,3		7,24		
		24/09/2014	11,65	102,2	0,8	2,5		9,8		0,02	<0,01		0,49	<0,02	2,1		7,91		
		04/12/2014	12,93	102,5	0,9	1,9		5,6		0,02	0,012		<0,05	<0,02	2,7		7,90		
		05/03/2015	12,37	100,3	<0,5	2,0		6,3		0,03	<0,01		<0,05	<0,02	3,3		7,92		
		27/04/2015	10,07	91,8	1,3	2,0		11,1		<0,01	<0,01		<0,05	<0,02	2,2		8,12		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS						
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle					
		11/06/2013	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ		[0,000 ; 0,020]	NQ	Très bon état				
		26/09/2013	NQ		NQ		NQ		NQ		NQ								
14/11/2013	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
17/02/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
24/09/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
04/12/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
27/04/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												

Tableau 3. Données et résultantes utilisées pour le calcul de l'état écologique 2013-2014 de la station.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
DRU10	06017105	24/09/2014 15:04:00	<20	2.50	<1	2.10	<2	<2	344.0	2.90	3.10	95.50	8.200	2.00	27.150	27.60
		04/12/2014 13:44:00	<20	2.40	<1	2.70	<2	<2	307.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 13:36:00	<20	2.10	<1	3.30	<2	<2	261.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 13:18:00	<20	2.00	<1	2.20	<2	<2	307.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 4. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station DRU10 via le référentiel SEQ-Eau

D. Physico-chimie

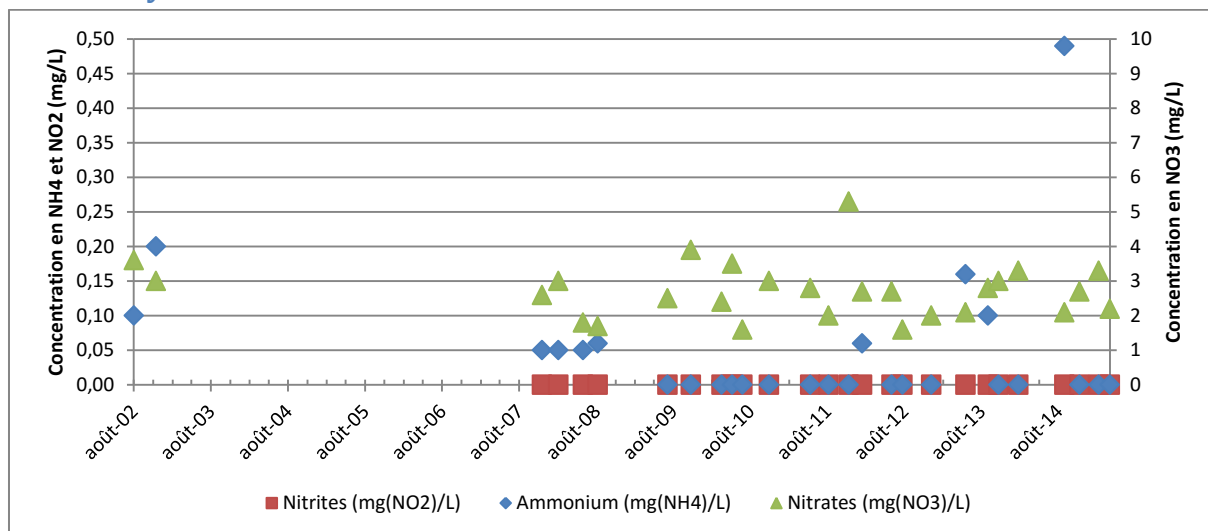


Figure 2. Évolution des teneurs en matières azotées dans la station DRU10.

Du fait de l'absence de données sur des périodes parfois longues, il est délicat d'entreprendre des distinctions fines quant aux évolutions des teneurs en matières nutritives.

Néanmoins, pour les matières azotées (figure précédente), on constate :

- une absence avérée de contamination du milieu par les nitrites (aucune détection depuis 2007) ;
- des contaminations épisodiques par l'ammonium, tout en restant dans des gammes de concentrations modérées ;
- des teneurs en nitrates plutôt faibles et stables, ne permettant pas de mettre en évidence une contamination d'origine anthropique qui soit significative.

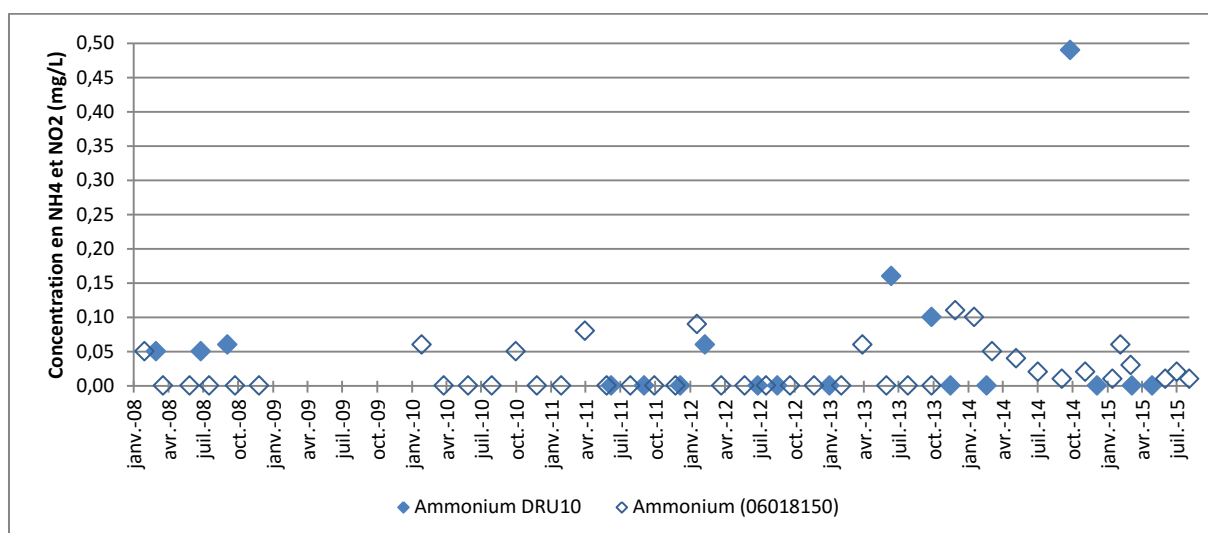


Figure 3. Comparaison des évolutions des teneurs en ammonium dans la station DRU10 et 06018150.

La comparaison des évolutions des teneurs en ammonium entre cette station DRU10 et la station DCE en fermeture de bassin (Drugeon à Vuillecin) indique que si globalement les niveaux mesurés

demeurent très faibles dans les deux stations, les pics occasionnels sont davantage fréquents au sein de la station DRU10.

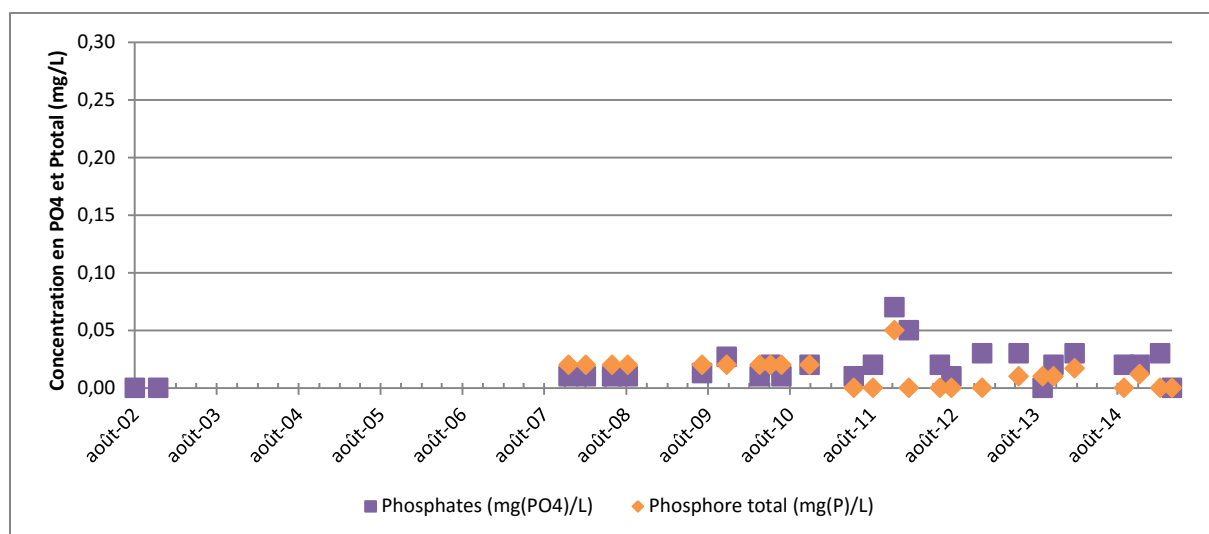


Figure 4. Évolution des teneurs en matières phosphorées dans la station DRU10.

Concernant les matières phosphorées (figure précédente), les teneurs en phosphore total restent très faibles et les concentrations en phosphates ne fluctuent que très rarement au-delà des 0,05 mg/L. Aucune contamination significative par les matières phosphorées ne peut donc être mise en évidence dans cette station.

D'une façon générale, on observe donc une stabilité des caractéristiques nutritives de cette station DRU10 depuis 2002, et une absence de contamination significative par les éléments nutritifs si ce n'est par des pics transitoires et modérés en ammonium.

E. Contamination par les substances toxiques

1. Métaux lourds

	Métaux/sédiment				Métaux/bryophytes	
	01/09/2011	16/08/2012	26/09/2013	29/09/2014	26/09/2013	29/09/2014
Arsenic (mg/(kg MS))	3,6	18,7	12,4	8,2	<5,3	4,7
Cadmium (mg/(kg MS))	0,3	0,4	0,5	0,5	0,26	0,26
Chrome (mg/(kg MS))	4,6	40,5	19,7	10,7	6,03	6,09
Cuivre (mg/(kg MS))	2,06	<10,4	<10,4	10,2	9,53	7,6
Etain (mg/(kg MS))	19,1	<5,2	<5,18	/	<0,26	/
Mercuré (mg/(kg MS))	0,026	0,109	0,083	0,046	<0,053	0,052
Nickel (mg/(kg MS))	2,6	28,6	12,9	6,1	5,45	5,67
Plomb (mg/(kg MS))	5,67	16,1	9,3	5,1	7,00	3,49
Selenium (mg/(kg MS))	/	/	/	0,1		0,26
Zinc (mg/(kg MS))	18,6	57,7	41,4	20,5	63,5	49,4

Tableau 5. Historique des contaminations des compartiments sédimentaires et bryophytiques de la station depuis 2011 (classes SEQ-Eau).

Il semblerait qu'une forte multi-contamination de la station ait eu lieu entre le 01/09/2011 et le 16/08/2012 et qui concernerait la plupart métaux lourds analysés (hors cadmium et non démontrée pour le cuivre).

Depuis cette période, il semblerait qu'une récupération progressive du milieu soit en œuvre, i.e. que le ratio entre export des sédiments contaminés et nouveaux intrants aille dans le sens d'une moindre contamination progressive de la station.

On observe toutefois le cas particulier de l'arsenic dont la bioaccumulation dans les bryophytes dépasse sa concentration métallique repère qui est de 1,5 mg/Kg MS. Deux hypothèses peuvent être émises :

- La part biodisponible dans la phase aqueuse est spécifiquement plus élevée pour cet élément trace, ce qui paraît peu probable ;
- Des apports en arsenic continuant d'être émis dans le milieu.

La figure suivante permet de visualiser, d'une part les rapports existant entre les teneurs mesurées et différents référentiels, et d'autre part de mettre en perspective les concentrations mesurées entre les 5 stations patrimoniales.

On observe ainsi 3 catégories de degrés de pollution en 2014 :

- Pollution significative (teneurs relatives moyennes) : arsenic et mercure
- Légère pollution avérée : chrome et nickel
- Pollution peu/pas mis en évidence : cadmium, cuivre, plomb et zinc.

D'un point de vue écotoxicologique, en dépassant leurs PNEC respectives, les concentrations sédimentaires des éléments traces arsenic et cuivre sont susceptibles d'engendrer à eux seuls et directement des altérations de l'écosystème aquatique.

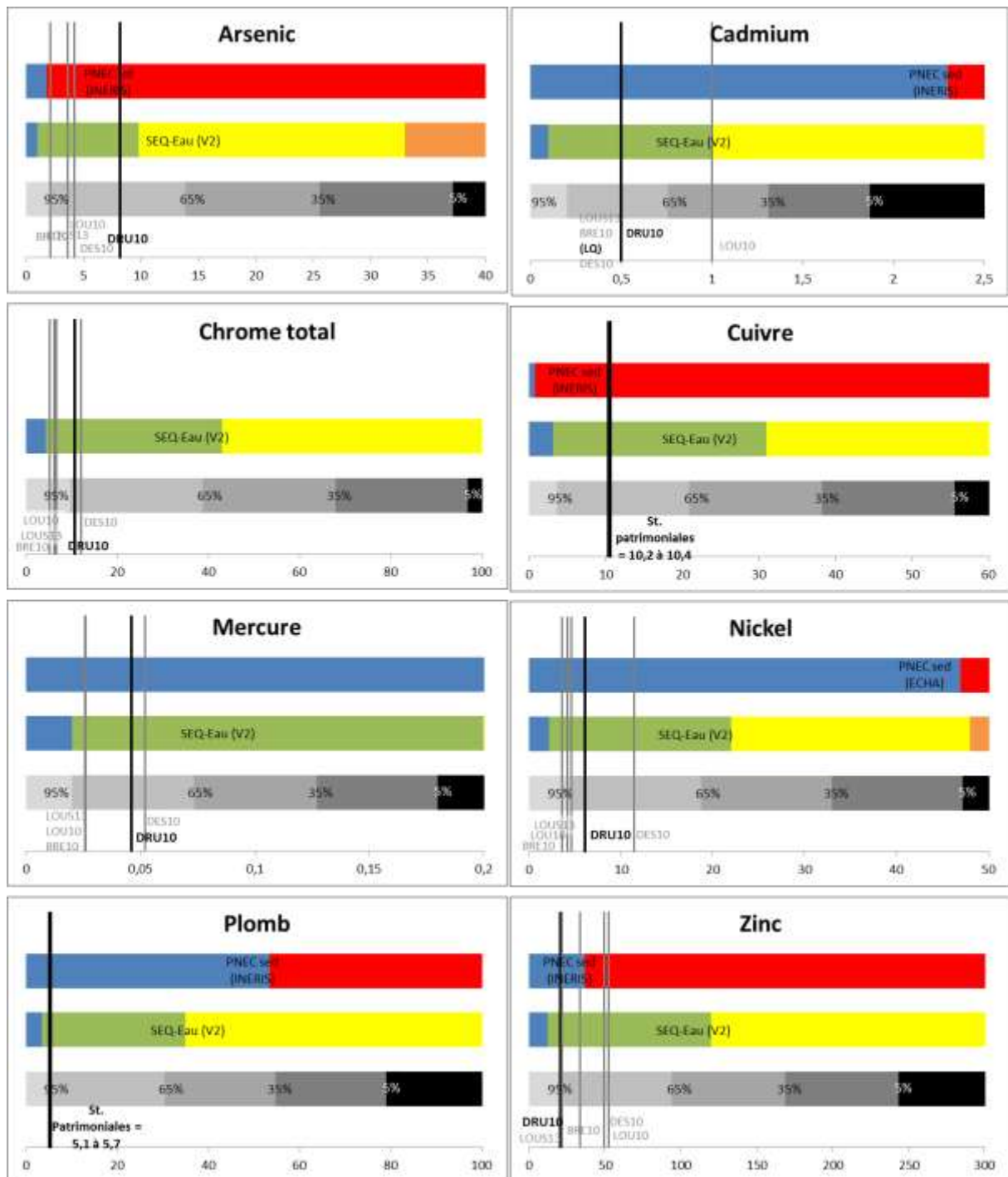


Figure 5. Niveau de contamination du sédiment (mg/Kg MS) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

2. Micropolluants

			DRU10	DES10	LOU10	BRE10	LOUS13
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	30	29	13	13	ND
	B(a)A	µg/(kg MS)	301	152	105	78	19
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	199	76	73	22	15
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	278	121	113	46	23
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	140	65	54	25	ND
	Chrysène	µg/(kg MS)	409	191	134	92	31
	Fluoranth.	µg/(kg MS)	544	272	186	129	35
	Indénopyr.	µg/(kg MS)	204	83	71	31	13
	Phénanthr.	µg/(kg MS)	188	115	70	40	16
	Pyrène	µg/(kg MS)	482	202	139	103	30
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	2775	1306	958	579	182
	<i>HAP somme (14) 2013</i>	<i>µg/(kg MS)</i>	<i>3440</i>	<i>1003</i>	<i>2063</i>	<i>431</i>	<i>1433</i>
Solvants et organochlorés	1.2-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.2-2ClEth	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.3-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.4-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Benzène	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	2CIMéthane	µg/(kg MS)	800	840	750	700	810
	CCl4	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	CHCl3	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	HCBu	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCA 1.1.1	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCB 123	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 124	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 135	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	Toluene	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Xylène-m	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
Xylène-o	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Xylène-p	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Total	µg/(kg MS)	1648	1733	1545	1442	1666	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	819	1062	656	352	743

Tableau 6. Contamination du sédiment de la station DRU10 (encadré) en 2014, avec mise en perspective des résultats avec les autres stations patrimoniales (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

Les teneurs en HAP de la station DRU10 sont les plus élevées parmi les 5 stations patrimoniales. On peut néanmoins observer que, comme pour les métaux lourds, la tendance est à une progressive amélioration de la qualité, ce qui laisse là aussi suspecter l'existence d'un apport significatif « récent » (quelques années) qui met du temps à se résorber.

Les autres micropolluants détectés sont parmi les plus fréquemment détectés et à des teneurs elles-aussi très communes comme l'illustre la comparaison avec les autres stations patrimoniales.

3. Pesticides

Comme en 2011, 2012 et 2013, aucun pesticide *sensu stricto* n'a été détecté dans l'eau de cette station en 2014. On note toutefois la présence de l'AMPA dans le sédiment (produit de dégradation de l'herbicide glyphosate).

Remarque : la mise en œuvre d'une méthodologie analytique spécialement développée en collaboration avec l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse) pour la détection à basses concentrations dans le sédiment des substances utilisées entre autres dans le traitement du bois a permis de mettre en évidence une contamination de ce secteur du Drugeon par des pesticides en 2006 (Thèse Adam 2008). Ceci souligne toutes les limites d'interprétation quant à la non détection de ce type de substances (ici essentiellement recherchées dans l'eau et accessoirement dans le sédiment) : ceci n'est pas obligatoirement synonyme ni d'absence de contamination, ni d'absence d'effet délétère sur le compartiment biologique.

La seule substance détectée en phase dissoute en 2014 fut le formaldéhyde à une concentration de 6 µg/L le 24/09/2014 (LQ = 5 µg/L). Cette substance n'est pas *sensu stricto* un pesticide mais est plutôt à rapprocher des micropolluants solubles. La concentration mesurée présente un risque écotoxicologique direct eu égard au dépassement de sa PNEC définie à 5,8 µg/L par l'INERIS.

L'origine de cette substance reste indéterminée.

F. Hydrobiologie

La communauté diatomique présente un excellent état avec un IBD stable à 20/20 en 2013 et 2014. Les valeurs de l'IPS viennent moduler ces observations, tout en restant à des niveaux élevés : 18,7/20 en 2013 et 17,0/20 en 2014. Ceci traduit les bonnes conditions physico-chimiques de la phase aqueuse et la stabilité de celles-ci, en particulier la faiblesse des contaminations par les nutriments et l'absence/faible apport en matières organiques dans le milieu.

Ceci se traduit au sein de la communauté macrobenthique par la présence des valeurs de l'équivalent-IBGN de 18 ou 19/20, par la présence de groupes indicateurs de rang 9 et d'une variété taxonomique comprise entre 34 et 38 taxons, ceci depuis au moins 2011 et à l'exception de l'année 2013 (figures suivantes).

En 2014, la récupération de la qualité macrobenthique suite à la brusque altération de 2013 semble avoir été pleine et entière. L'évolution de la composition faunistique entre ces deux années (tableau suivant) confirme que le renforcement taxonomique concerne essentiellement les groupes les plus « polluo-sensibles » : Leptophlebiidae, Taeniopterygidae, Chloroperlidae...

Le score SPEAR de 45,47%, en 2013 (non calculé en 2014) indique en outre que le peuplement macrobenthique est très peu impacté par la présence éventuelle de pesticides, corroborant ainsi les analyses effectuées ces dernières années. Ceci est à souligner dans un contexte historique peu favorable (impact de la scierie du Martinet). Toutefois, la présence parmi les coléoptères Elmidae *Elmis aenea* d'une densité d'adultes anormalement plus élevée que celle des larves (267 adultes pour 3 larves), semble au contraire indiquer la présence d'impacts ou moins intermittents de la part de substances telles qu'utilisées dans le cadre de la préservation du bois.

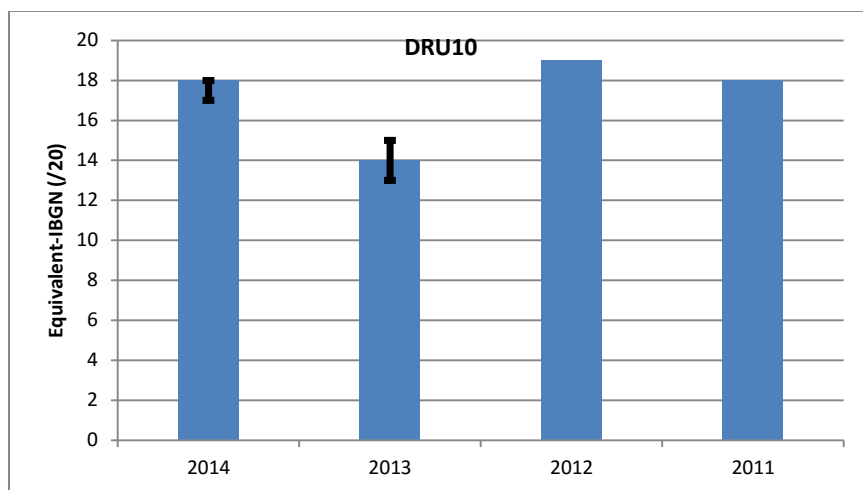


Figure 6. Évolution des valeurs des équivalents-IBGN. Les barres d'erreurs indiquent vers le bas la valeur de la robustesse négative, vers le haut la valeur de la robustesse positive (lorsque ces données sont disponibles).

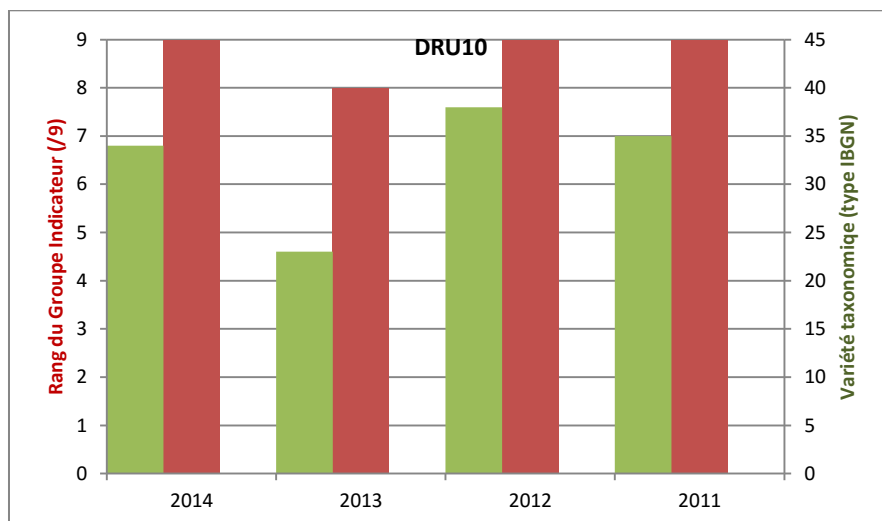


Figure 7. Valeurs des composante de l'équivalent-IBGN : rang du groupe taxonomique indicateur retenu dans le calcul de l'équivalent-IBGN (en rouge), et variété taxonomique type-IBGN (en vert).

GI	Taxon	DRU10_2014*	DRU10_2013
9	Chloroperlidae		
	Perlidae		
	Perlodidae		
	Taeniopterygidae		
8	Capniidae		
	Brachycentridae		
	Odontoceridae		
	Philopotamidae		
7	Leuctridae		
	Glossosomatidae		
	Beraeidae		
	Goeridae		
	Leptophlebiidae		
6	Nemouridae		
	Lepidostomatidae		
	Sericostomatidae		
	Ephemeraeidae		
5	Hydroptilidae		
	Heptageniidae		
	Polymitarcidae		
	Potamanthidae		
4	Leptoceridae		
	Polycentropodidae		
	Psychomyiidae		
	Rhycaophilidae		
3	<i>Limnephilidae</i>		
	Hydropsychidae		
	<i>Ephemerellidae</i>		
	Aphelocheiridae		
2	<i>Baetidae</i>		
	<i>Caenidae</i>		
	<i>Elmidae</i>		
	<i>Gammaridae</i>		
	Mollusques		
1	<i>Chironomidae</i>		
	<i>Asellidae</i>		
	Achètes		
	<i>Oligochètes</i>		

Tableau 7. Présence/absence des différents groupes indicateurs parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013-2014. En gris foncé, densité suffisante pour considérer le taxon comme « groupe indicateur », en gris clair, présence en densités trop faible pour être « groupe indicateur », en blanc, absence du taxon. En italique, les taxons nécessitant 10 individus pour être significatifs, sinon 3 individus sont nécessaires.

G. Conclusion

La station DRU10 présente un « très bon état écologique » au sens DCE, avec une très faible et ponctuelle dystrophie (légers pics en ammonium), une contamination sédimentaire notable par les HAP, l'arsenic et le mercure, et la présence ponctuelle de formaldéhyde dans l'eau. Ces éléments sont peut-être à considérer avec un potentiel macrobenthique non encore pleinement atteint (même faiblement altéré).

On peut toutefois noter plusieurs signaux positifs : récupération du milieu en œuvre dans le sens d'une moindre contamination par les métaux lourds et les HAP. A l'opposé, la bioaccumulation d'arsenic dans les bryophytes est signe d'une contamination perdurant encore.

II. DES10 – le Dessoubre à Bretonvillers



Carte 3. Localisation de la station DES10 en aval de la confluence de la Réverotte avec le Dessoubre au niveau du lieu-dit Le Val.



Photographie 2. Vue des fonds dominants de la station DES10 en période de basses eaux (prise le 29/09/2014)

A. Contexte hydrologique

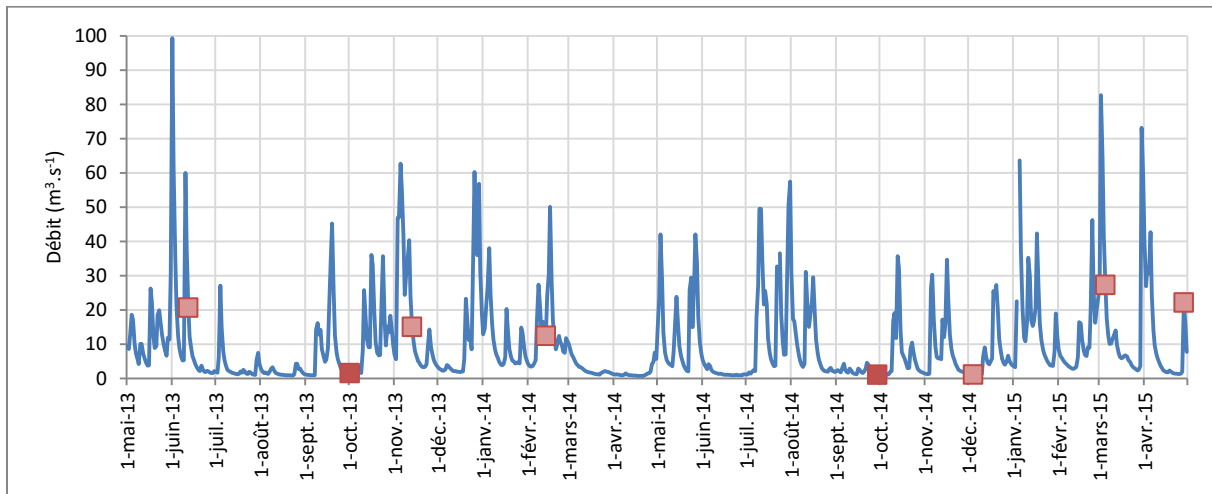


Figure 8. Chronologie des débits mesurés entre le 1^{er} mai 2013 et le 30 avril 2015 (2 ans) au sein de la station limnimétrique automatique localisée sur le Dessoubre à Rosureux. Les carrés indiquent les dates d'échantillonnages, en rouge vif les dates où ont eu lieu des prélèvements hydrobiologiques.

Le profil hydrologique du Dessoubre se caractérise par une très forte réactivité des débits aux épisodes pluvieux, mêmes brefs. Ainsi, hormis les 3 campagnes réalisées en basses eaux plus ou moins stabilisées, les 5 autres campagnes furent effectuées en périodes de montée ou de descente de moyennes à hautes eaux, que ces évènements soient isolées ou répétitifs.

B. État écologique DCE

La station DES10 présente un « bon état écologique » en 2013-2014, résultant à la fois d'un « bon état biologique » et d'un « bon état physico-chimique » (tableaux en page suivante). Pour le compartiment biologique, la communauté diatomique est le facteur déclassant, pour le compartiment physico-chimique, le groupe de paramètres « nutriments » constitue l'élément déclassant (en particulier les teneurs en matières phosphorées).

Les plus fortes teneurs en MES (qui restent modérées) correspondent logiquement aux campagnes réalisées lors de brusques variations de débits.

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014							
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique									
DES10	06020460	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	M5	Equivalent IBGN (/20)	17	15	16	Très bon état		Bon état	BON ETAT							
					IBD (/20)	18,1	15,4	16,75	Bon état										
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique				
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2		NO3	Résultante	pH	Résultante
		12/06/2013	11,47	102,8	1,0	2,5	Très bon état	10,2	Très bon état	0,12	0,050		<0,05	<0,02	7,0	Bon état	7,94	Très bon état	Bon état
		01/10/2013	10,58	94,3	1,1	2,0		10,2		0,09	0,030		0,06	<0,02	9,3		7,99		
		13/11/2013	11,55	99,8	0,9	2,1		8,6		0,10	0,040		<0,05	<0,02	9,5		7,64		
		13/02/2014	9,93	86,1	<0,5	1,6		8,7		0,13	0,054		<0,05	<0,02	7,9		7,79		
		29/09/2014	9,80	98,2	0,7	0,7		9,8		0,08	0,030		<0,05	<0,02	7,1		7,70		
		04/12/2014	11,76	97,4	0,7	1,3		7,3		0,11	0,040		<0,05	<0,02	8,0		7,63		
		04/03/2015	12,36	106,4	0,6	1,1		8,7		0,11	0,041		<0,05	<0,02	6,4		7,80		
		28/04/2015	10,62	92,2	0,8	1,3		9,4		0,17	0,081		<0,05	<0,02	8,9		8,04		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS						
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle					
		12/06/2013	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ		[0,000 ; 0,020]	NQ	Très bon état				
01/10/2013	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
13/11/2013	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
13/02/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
29/09/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
04/12/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
28/04/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												

Tableau 8. Données et résultantes utilisées pour le calcul de l'état écologique 2013-2014 de la station.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
DES10	06020460	29/09/2014 09:25:00	<20	1.50	<1	7.10	<2	<2	357.0	4.80	5,9	105.90	2.640	3,4	26.450	27.60
		04/12/2014 08:45:00	<20	1.30	<1	8.00	<2	<2	330.0	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 13:50:00	<20	1.20	<1	6.40	<2	15.0	300.0	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015 14:20:00	<20	1.60	<1	8.90	<2	25.0	335.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 9. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station DRU10 via le référentiel SEQ-Eau

Le tableau ci-dessous synthétise l'évolution des classes d'états du compartiment physico-chimique (selon le référentiel DCE), ainsi que des paramètres et groupes de paramètres le composant.

Année	2005	2006	2007	2011	2012	2013	2013-2014
BILAN DE L'OXYGENE	TBE	BE	TBE	x	x	TBE	TBE
TEMPERATURE	TBE	TBE	TBE	x	x	TBE	TBE
NUTRIMENTS	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
ACIDIFICATION	BE	BE	BE	x	x	TBE	TBE
RESULTANTE PHYSICO-CHIMIQUE	BE	BE	BE	x	x	BE	BE

Tableau 10. Historiques des états physico-chimiques et des différents groupes de paramètres le composant. Pour les données antérieures à 2010, un travail de recalcul de ces états a été entrepris. À partir de 2014, les états écologiques se calculent sur 2 années consécutives, i.e. l'état de 2014 correspond à l'agrégation de 2013 et 2014.

On constate que l'état physico-chimique de la station est stable avec un « bon état », en particulier lié au déclassement systématique du groupe de paramètres « nutriments » en un « bon état » systématique depuis 2005.

Les chapitres suivants visent à interpréter plus finement ces observations.

C. Physico-chimie

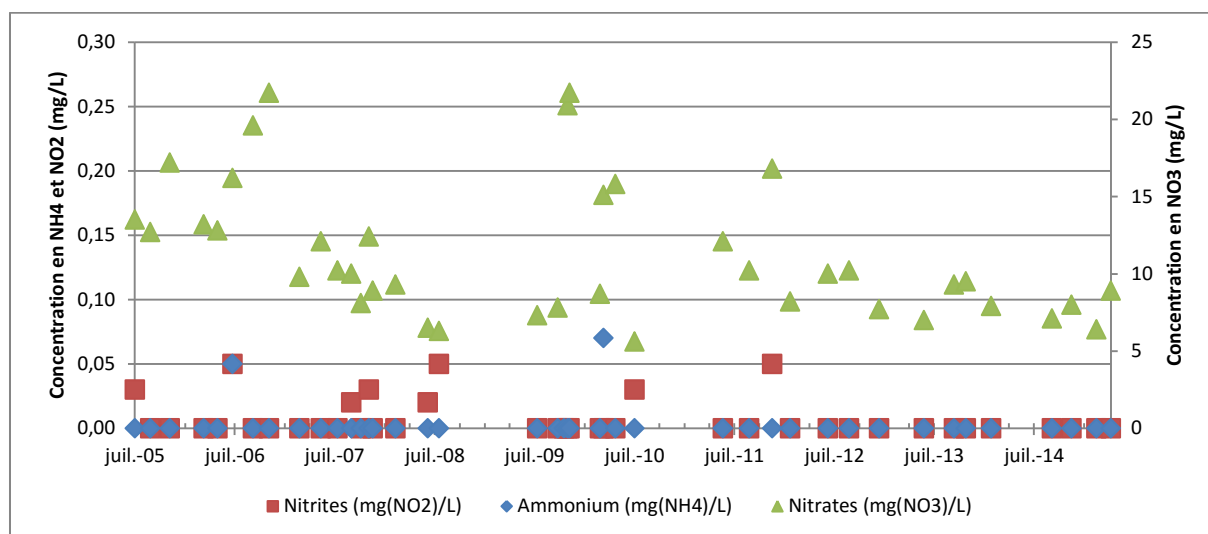


Figure 9. Évolution des teneurs en matières azotées dans la station DES10.

L'évolution des teneurs en matières azotées (figure précédente) tend à mettre en évidence deux types de phénomènes concomitants :

- Une absence de contamination par l'ammonium et une quasi-absence de contamination par les nitrites ;
- Une pollution par les nitrates qui tend à se résorber très progressivement au cours de la dernière décennie pour atteindre aujourd'hui des teneurs modérées (mais en grandes parties d'origines anthropiques), i.e. entre 5 et 10 mg/L.

La comparaison des évolutions des teneurs en nitrates entre cette station DES10 et la station DCE en fermeture de bassin (Dessoubre à St Hyppolite) met en évidence des phénomènes de même ampleur et suivant les mêmes fluctuations interannuelles (figure suivante).

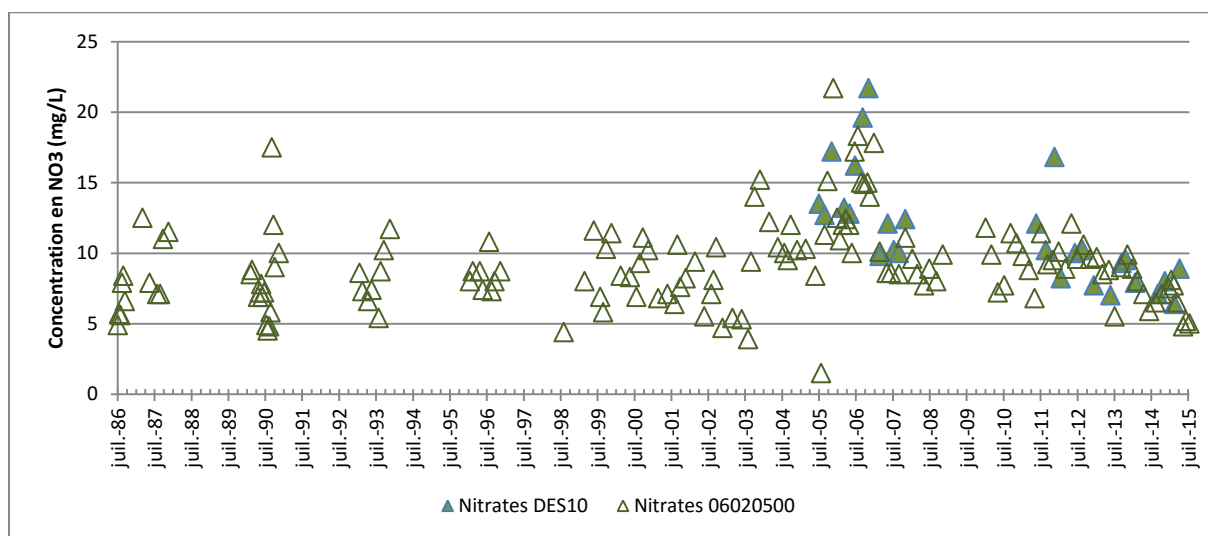


Figure 10. Évolution des teneurs en nitrates dans la station DES10 et 06020500.

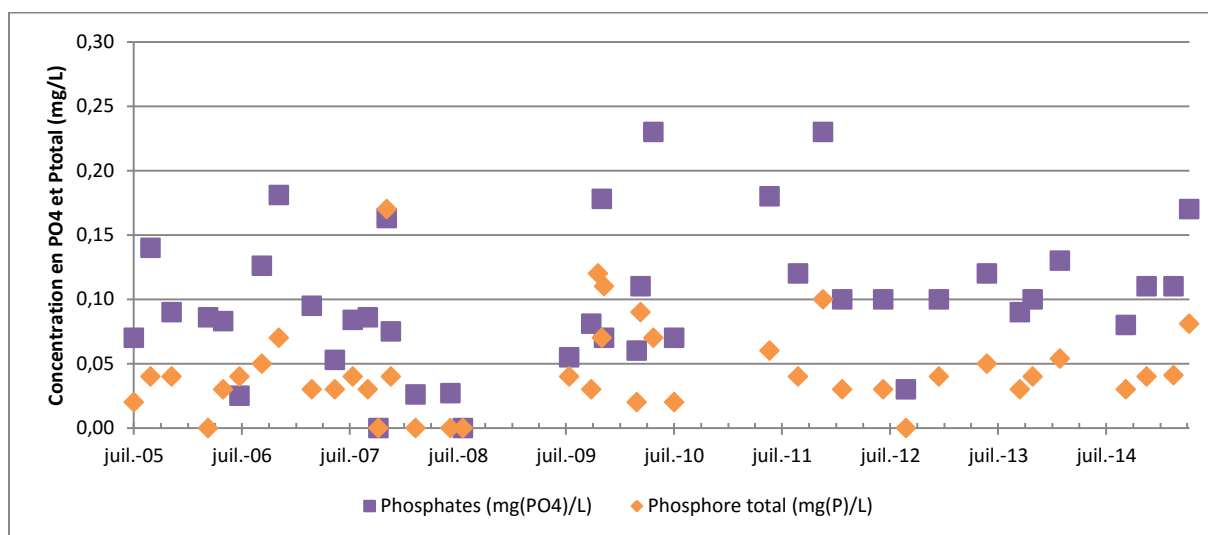


Figure 11. Évolution des teneurs en matières phosphorées dans la station DES10.

Contrastant avec l'évolution des matières azotées précédemment décrite, l'évolution des teneurs en matières phosphorées met en évidence une pollution modérée mais chronique de la station sans évolution notable depuis la dernière décennie (figure précédente) : les concentrations en phosphates avoisinent généralement les 10 mg/L et celles en phosphore total les 0,04 mg/L.

La comparaison des évolutions des teneurs en phosphates entre cette station DES10 et la station DCE en fermeture de bassin (Dessoubre à St Hyppolite) met en évidence lors de cette dernière décennie une plus forte concentration récurrente au sein de la station DES10, de l'ordre de 2 à 3 mg/l en moyenne.

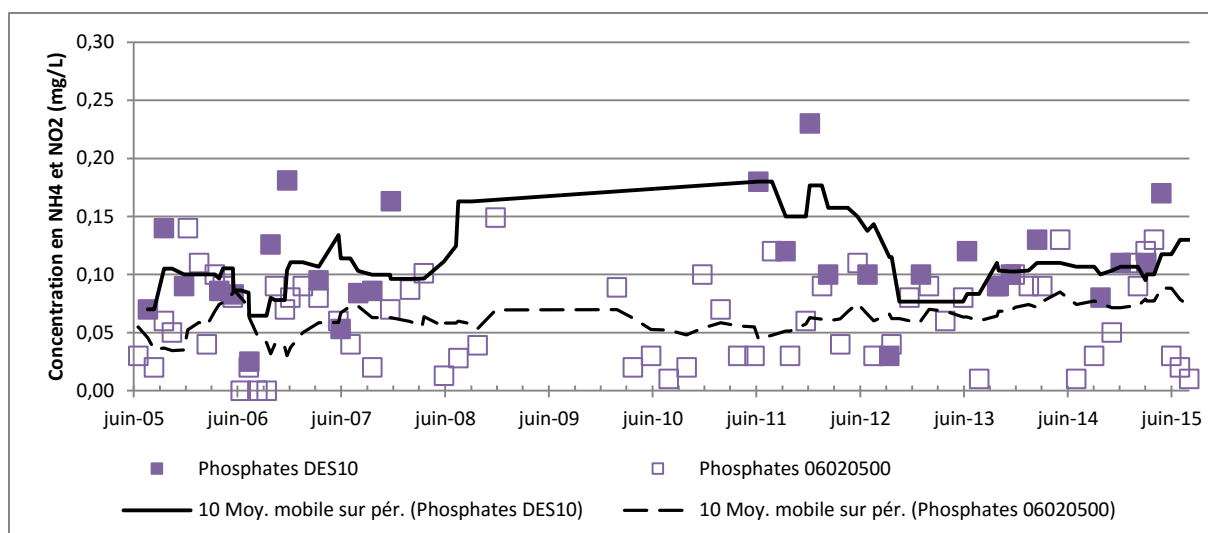


Figure 12. Évolution des teneurs en phosphates dans la station DES10 et 06020500.

D. Contamination par les substances toxiques

1. Métaux lourds

Date	Métaux/sédiment				Métaux/bryophytes	
	10/08/2005	12/09/2011	01/10/2013	29/09/2014	01/10/2013	29/09/2014
Arsenic (mg/(kg MS))	4,5	<2,6	<2,6	4,2	1,67	0,83
Cadmium (mg/(kg MS))	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	0,26	0,15
Chrome (mg/(kg MS))	17,3	9,8	6,2	12	5,69	2,67
Cuivre (mg/(kg MS))	3,8	<5,1	<10,4	<10,4	7,88	5,74
Etain (mg/(kg MS))	x	11,3	<5,20	/	<0,26	/
Mercure (mg/(kg MS))	0,030	<0,026	<0,026	0,052	<0,052	0,049
Nickel (mg/(kg MS))	8,6	5,7	3,6	11,4	5,17	4,08
Plomb (mg/(kg MS))	10,7	<5,1	<5,2	5,7	1,72	0,83
Selenium (mg/(kg MS))	/	/	/	0,1	/	0,24
Zinc (mg/(kg MS))	37,9	28,8	22,9	49,4	31,3	22,9

Tableau 11. Historique des contaminations des compartiments sédimentaires et bryophytiques de la station depuis 2005 (classes SEQ-Eau).

Le référentiel SEQ-Eau ne permet pas de mettre en évidence une contamination notable du milieu par un des éléments traces métalliques.

L'évolution des concentrations sédimentaires est aussi délicate à interpréter, eut égard à la variabilité de ce type de substrat et de son hétérogénéité spatiale et temporelle. On reste toutefois toujours dans des gammes de concentrations relativement similaires, mais légèrement plus élevées en 2014. La bioaccumulation de ces substances dans les bryophytes ne permet pas non plus de mettre en évidence une biodisponibilité notable de ces éléments (bien qu'a priori légèrement supérieure en 2013 qu'en 2014...).

La figure suivante permet de visualiser, d'une part les rapports existant entre les teneurs mesurées et différents référentiels, et d'autre part de mettre en perspective les concentrations mesurées entre les 5 stations patrimoniales.

On observe ainsi 3 catégories de degrés de pollution en 2014 :

- Pollution significative (teneurs relatives moyennes) : mercure, nickel et zinc
- Légère pollution avérée : chrome
- Pollution peu/pas mis en évidence : arsenic, cadmium, cuivre et plomb.

D'un point de vue écotoxicologique, en dépassant la PNEC, les concentrations sédimentaires en zinc sont susceptibles d'engendrer à eux seuls et directement des altérations de l'écosystème aquatique. Ceci est également le cas pour les ETM arsenic et cuivre malgré leurs relativement faibles concentrations.

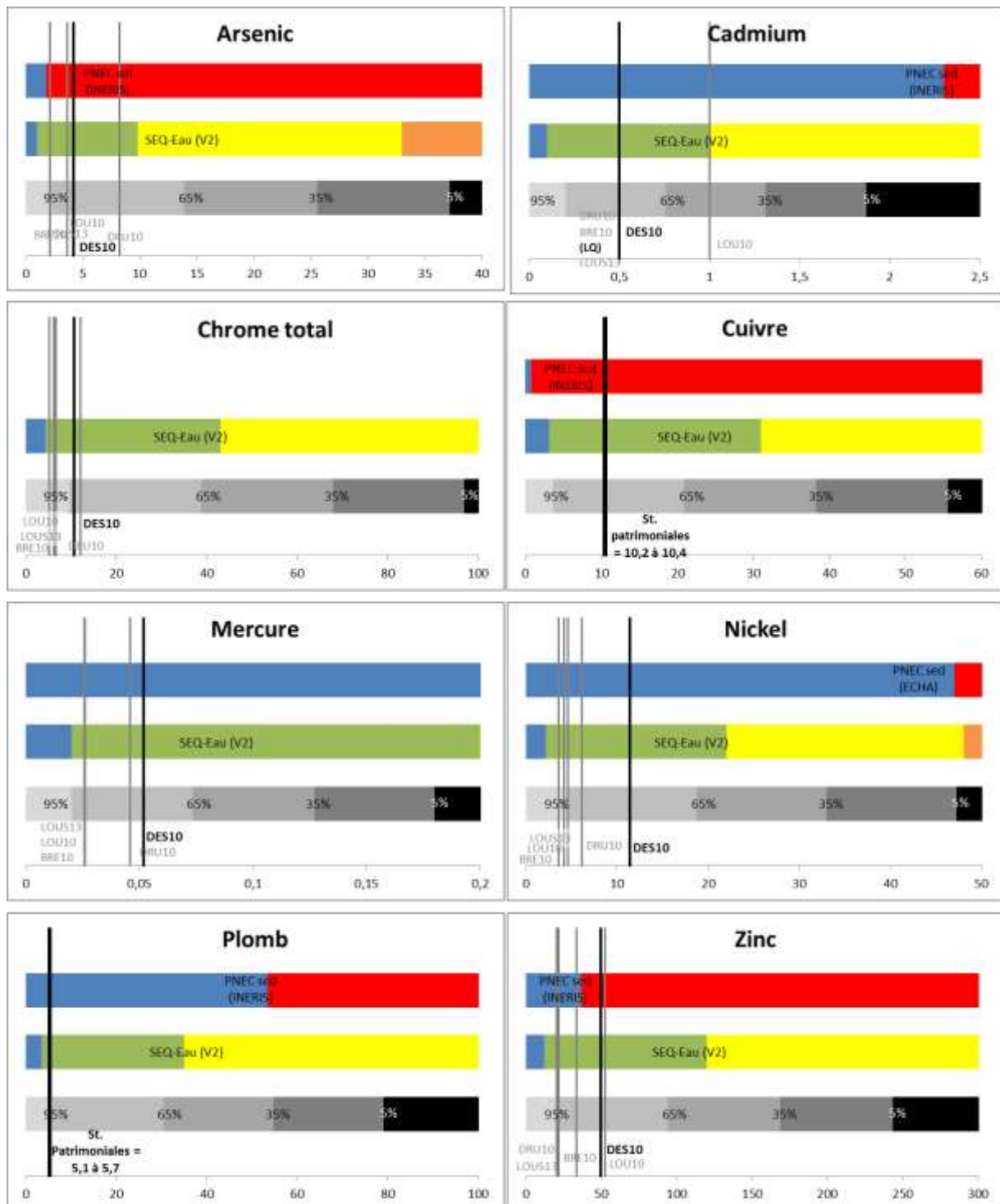


Figure 13. Niveau de contamination du sédiment ($\mu\text{g}/\text{Kg MS}$) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

2. Micropolluants

			DRU10	DES10	LOU10	BRE10	LOUS13
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	30	29	13	13	ND
	B(a)A	µg/(kg MS)	301	152	105	78	19
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	199	76	73	22	15
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	278	121	113	46	23
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	140	65	54	25	ND
	Chrysène	µg/(kg MS)	409	191	134	92	31
	Fluoranth.	µg/(kg MS)	544	272	186	129	35
	Indénopyr.	µg/(kg MS)	204	83	71	31	13
	Phénanthr.	µg/(kg MS)	188	115	70	40	16
	Pyrène	µg/(kg MS)	482	202	139	103	30
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	2775	1306	958	579	182
	<i>HAP somme (14) 2013</i>	<i>µg/(kg MS)</i>	<i>3440</i>	<i>1003</i>	<i>2063</i>	<i>431</i>	<i>1433</i>
Solvants et organochlorés	1.2-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.2-2ClEth	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.3-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.4-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Benzène	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	2ClMéthane	µg/(kg MS)	800	840	750	700	810
	CCl4	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	CHCl3	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	HCBu	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCA 1.1.1	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCB 123	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 124	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 135	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	Toluene	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Xylène-m	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
Xylène-o	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Xylène-p	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Total	µg/(kg MS)	1648	1733	1545	1442	1666	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	819	1062	656	352	743

Tableau 12. Contamination du sédiment de la station DES10 (encadré) en 2014, avec mise en perspective des résultats avec les autres stations patrimoniales (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

La contamination du sédiment de la station par les micropolluants est avérée mais à des teneurs relativement modérées et par des composés parmi les plus communs : HAP, solvants et organochlorés, et le résidu de l'herbicide glyphosate.

Concernant les teneurs en HAP, l'écart observé entre 2013 et 2014 ne peut être en l'état la preuve irréfutable d'une augmentation de la pollution, ceci notamment en raison de la variabilité de mesure inhérente à l'hétérogénéité spatiale et temporelle de ce type de substrat.

3. Pesticides

Comme en 2013, une seule substance pesticide a été détectée dans l'eau en 2014 : il s'agit de l'AMPA, produit de dégradation de l'herbicide glyphosate. Cette molécule a dépassé la limite de quantification ($0.02 \mu\text{g.L}^{-1}$) à deux reprises tout en restant à des concentrations relativement faibles : 0.025 et $0.030 \mu\text{g.L}^{-1}$. Ces teneurs ne présentent *a priori* pas de risque écotoxicologique direct selon les bases de données issues de la littérature scientifique.

À noter toutefois qu'aucun pesticide n'avait jusqu'à présent été détecté dans cette station jusqu'en 2013.

E. Hydrobiologie

Les dysfonctionnements physico-chimiques se traduisent notamment par une altération de la microflore diatomique. On constate néanmoins un moindre impact sur la valeur de l'IBD en 2014 qu'en 2013 (18,1/20 et 15,4/20). L'IPS vient nuancer pour partie cette amélioration de l'état diatomique qui reste à un niveau de qualité non optimal (14,3/20 en 2013 et 16,5/20 en 2014).

Chez les communautés macrobenthiques la tendance est inverse avec une valeur de l'équivalent-IBGN moindre en 2014 qu'en 2013. L'état macrobenthique de cette station fut ainsi en 2014 le plus altéré depuis son suivi en 2007. Ceci est la conséquence d'une nette diminution de la variété taxonomique, la plus observée jusqu'à présent dans cette station (figures suivantes).

Même si le groupe indicateur retenu reste d'un bon niveau (rang 8/9), l'examen de la composition faunistique (tableau suivant) indique que la diminution de la variété taxonomique concerne la plupart des familles les plus « polluo-sensibles » : Perlidae, Philopotamidae, Leuctridae...

Plutôt qu'une éventuelle évolution significative de la qualité physico-chimique de l'eau *sensu stricto*, l'apparente contradiction de l'évolution récente des états diatomiques et macrobenthiques serait à rapprocher d'une altération significative de la qualité micro-habitatuelle qui impacterait plus spécifiquement la diversité macrobenthique (recouvrement algal des fonds élevé en 2014).

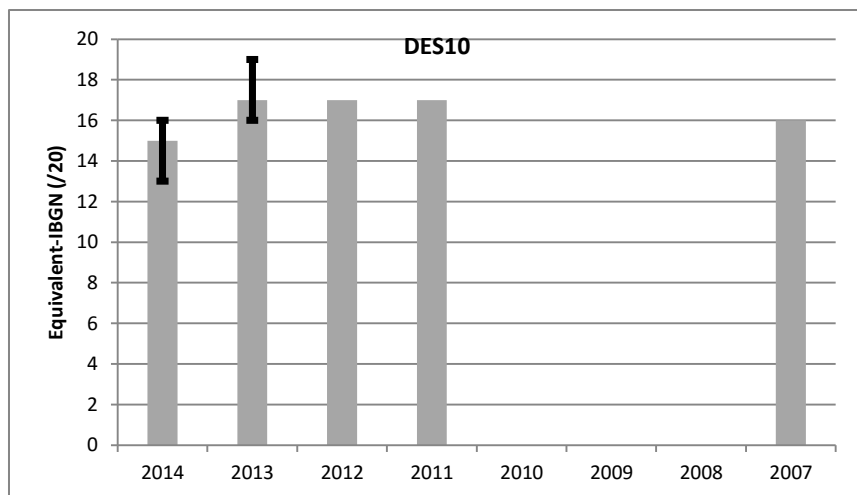


Figure 14. Évolution des valeurs des équivalents-IBGN. Les barres d'erreurs indiquent vers le bas la valeur de la robustesse négative, vers le haut la valeur de la robustesse positive (lorsque ces données sont disponibles).

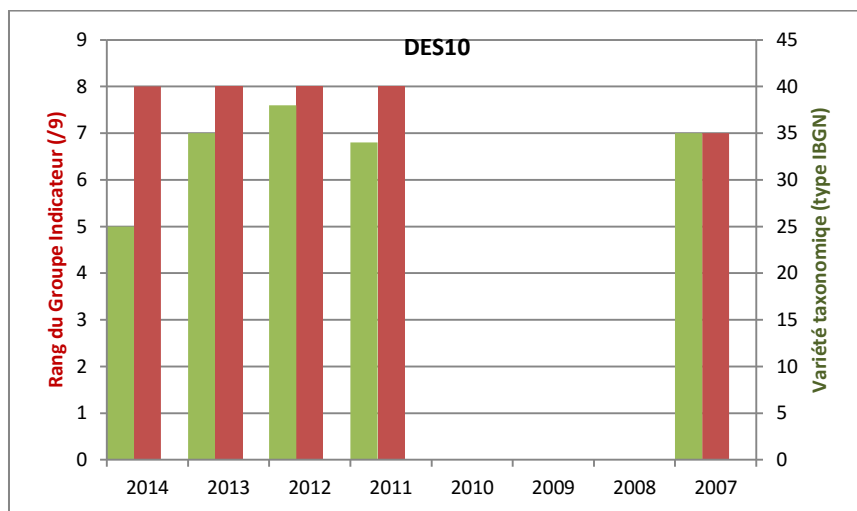


Figure 15. Valeurs des composante de l'équivalent-IBGN : rang du groupe taxonomique indicateur retenu dans le calcul de l'équivalent-IBGN (en rouge), et variété taxonomique type-IBGN (en vert).

GI	Taxon	DES10_2014	DES10_2013
9	Chloroperlidae		
	Perlidae		
	Perlodidae		
	Taeniopterygidae		
8	Capniidae		
	Brachycentridae		
	Odontoceridae		
	Philopotamidae		
7	Leuctridae		
	Glossosomatidae		
	Beraeidae		
	Goeridae		
	Leptophlebiidae		
6	Nemouridae		
	Lepidostomatidae		
	Sericostomatidae		
	Ephemeridae		
5	Hydroptilidae		
	Heptageniidae		
	Polymitarcidae		
	Potamanthidae		
4	Leptoceridae		
	Polycentropodidae		
	Psychomyidae		
	Rhycaophilidae		
3	<i>Limnephilidae</i>		
	Hydropsychidae		
	<i>Ephemerellidae</i>		
	Aphelocheiridae		
2	<i>Baetidae</i>		
	<i>Caenidae</i>		
	<i>Elmidae</i>		
	<i>Gammaridae</i>		
	Mollusques		
1	<i>Chironomidae</i>		
	<i>Asellidae</i>		
	Achètes		
	<i>Oligochètes</i>		

Tableau 13. Présence/absence des différents groupes indicateurs parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013-2014. En gris foncé, densité suffisante pour considérer le taxon comme « groupe indicateur », en gris clair, présence en densités trop faible pour être « groupe indicateur », en blanc, absence du taxon. En italique, les taxons nécessitant 10 individus pour être significatifs, sinon 3 individus sont nécessaires.

La très faible contamination du milieu par les pesticides se reflète par la quasi-absence d'impact sur la communauté macrobenthique à ce type de pression, comme l'illustre les taux de taxons SPEAR relativement élevés en 2013 et 2014. Aucun effet insidieux que ne permettrait pas de mettre en exergue l'équivalent-IBGN n'a ainsi été mis en évidence (figures suivantes).

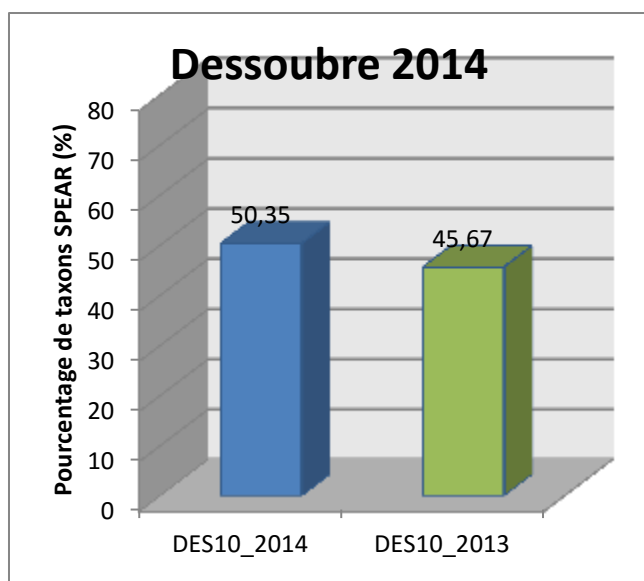


Figure 16. Pourcentage de taxons SPEAR (sensibles aux pesticides) parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées. Les codes couleurs correspondent aux seuils 50%, 30%, 20%, 10%.

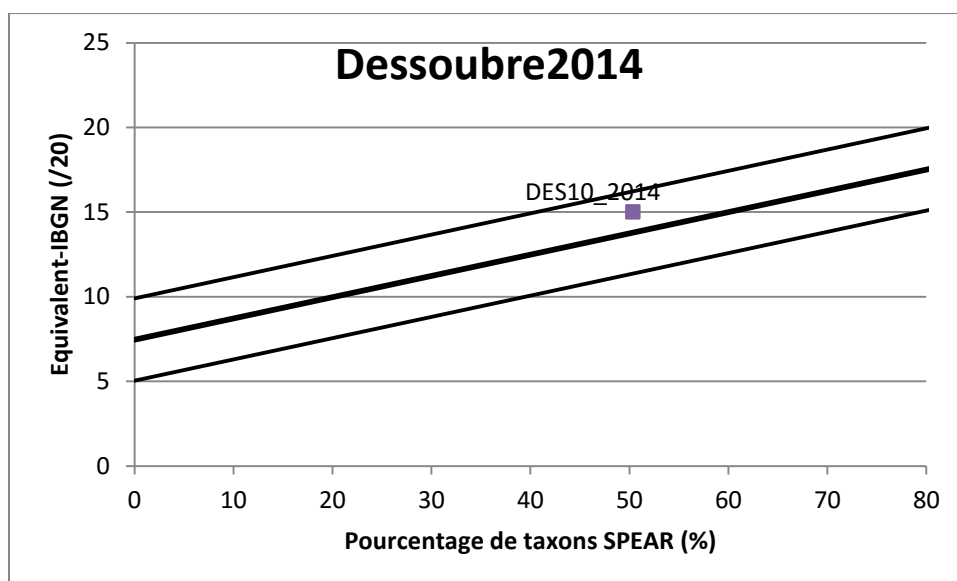


Figure 17. Projection du taux de taxons SPEAR par rapport à la corrélation habituellement observée avec les valeurs de l'équivalent-IBGN (>100 communautés exploitées). Les lignes supérieures et inférieures correspondent aux erreurs types de la corrélation. Une projection au-dessus de ces droites indique une valeur de l'équivalent-IBGN ne rendant pas fidèlement compte de l'impact des pesticides (effet insidieux), une projection en-dessous indique une altération globale du peuplement macrobenthique par des paramètres environnementaux structurant autres (contraintes hydrologiques en particulier).

F. Conclusion

Outre une contamination avérée par le mercure, le nickel et le zinc (à des teneurs moyennes), la station DES10 se caractérise d'un point de vue qualitatif par une pollution de l'eau par les matières phosphorées, à un niveau modérée mais de façon chronique.

Ceci explique en grande partie la non atteinte du potentiel hydrobiologique optimal, qu'il s'agisse des communautés diatomiques ou macrobenthiques (malgré un « bon état biologique » selon les critères

DCE). À noter également une plus grande altération en 2014 du peuplement de macro-invertébrés, vraisemblablement en raison d'un colmatage algal des fonds particulièrement significatif cette année-là.

III.LOU10 – la Loue à Chenecey-Buillon



Carte 4. Localisation de la station LOU10 sur la Loue à Chenecey-Buillon (en aval éloigné de la confluence avec le Lison)



Photographie 3. Vue des fonds dominants de la station LOU10 en période basses eaux (29/09/2014)

A. Contexte hydrologique

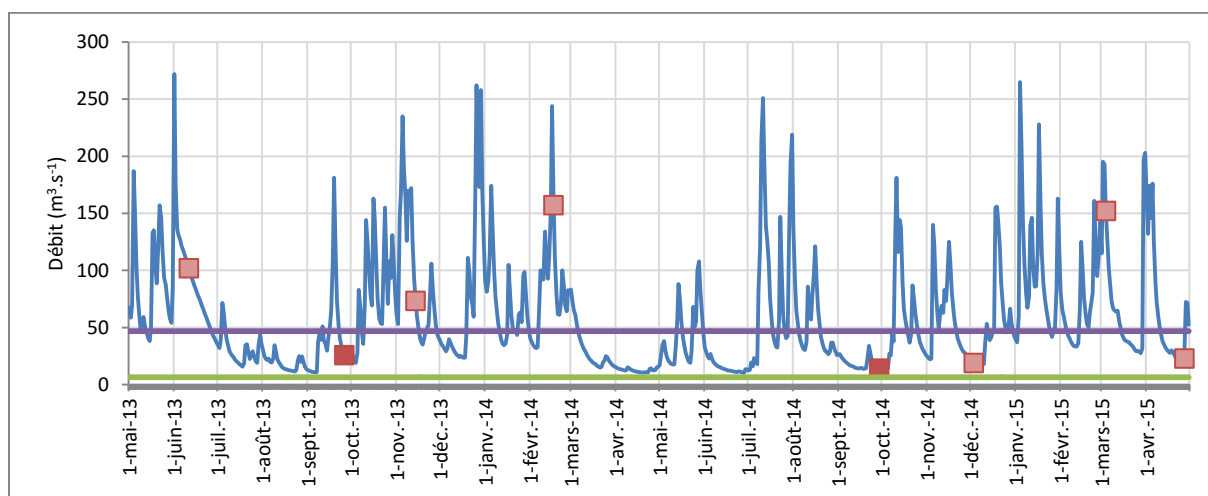


Figure 18. Chronologie des débits mesurés entre le 1^{er} mai 2013 et le 30 avril 2015 (2 ans) au sein de la station limnimétrique automatique localisée sur la Loue à Chenecey-Buillon. Les carrés indiquent les dates d'échantillonnages, en rouge vif les dates où ont eu lieu des prélèvements hydrobiologiques. La ligne violette correspond au module interannuel, la ligne verte au QMNA5. Le débit correspondant à une crue de retour 10 ans n'a pas été atteint lors de ces deux années.

Parmi les 8 campagnes d'échantillonnages réalisées en 2013-2014, 4 le furent en période de basses eaux (2 en fin de période estivale, 1 en hiver et 1 au printemps), 4 le furent en moyennes voire hautes eaux, lors d'augmentations de débits extemporanées ou récentes liées à des précipitations significatives. Ce sont donc des contextes hydrologiques contrastés qui ont été observés.

B. État écologique DCE

Les trois principales composantes de l'état écologique (au sens DCE), i.e. biologique, physico-chimie et polluants spécifiques, présentent un « très bon état ». Par conséquent, la station LOU10 présente en 2013-2014 un « très bon état écologique » selon les critères DCE.

La légère augmentation de MES mesurée le 05/03/2015 correspond à une forte augmentation du débit suite à des précipitations. Parmi les 8 campagnes réalisées, une seule concentration en phosphore total, mesurée le 17/02/2014, dépassa de peu le seuil du « très bon état ».

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014					
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique							
LOU10	06032000	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	M5	Equivalent IBGN (/20)	16	15	15,5	Très bon état	Très bon état							
					IBD (/20)	16,2	20	18,1	Très bon état								
		Physico-chimie															
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique		
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4	NO2	NO3		Résultante	pH
		12/06/2013	11,56	106,6	0,8	1,7	Très bon état	11,6	Très bon état	0,08	0,050	0,08	<0,02	5,0	Très bon état	7,69	Très bon état
		26/09/2013	10,17	102,6	<0,5	2,0		13,0		0,05	0,020	0,07	<0,02	5,2		7,95	
		14/11/2013	11,41	99,8	1,7	1,4		9,5		0,07	0,030	<0,05	<0,02	5,7		7,31	
		17/02/2014	11,31	97,9	<0,5	1,2		8,9		0,07	0,062	<0,05	<0,02	5,1		7,23	
		29/09/2014	11,26	108,2	0,9	1,4		13,7		0,02	<0,01	<0,05	<0,02	3,9		7,74	
		03/12/2014	12,43	105,2	<0,5	1,4		8,0		0,06	0,019	<0,05	<0,02	5,7		7,67	
		05/03/2015	12,10	104,5	0,9	1,0		8,9		0,07	0,029	<0,05	<0,02	5,3		7,76	
		27/04/2015	9,93	93,3	1,5	1,0		12,6		<0,01	<0,01	<0,05	<0,02	4,0		7,83	
		Polluants Spécifiques Synthétiques															
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS				
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle					
		12/06/2013	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	Très bon état				
		26/09/2013	NQ		NQ		NQ		NQ		NQ						
		14/11/2013	NQ		NQ		NQ		NQ		NQ						
17/02/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ										
29/09/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ										
03/12/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ										
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ										
27/04/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ										

Tableau 14. Données et résultantes utilisées pour le calcul de l'état écologique 2013-2014 de la station.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
LOU10	06032000	29/09/2014 15:50:00	<20	1.40	<1	3.90	<2	<2	351.0	6.00	5.90	88.40	3.940	3.90	23,3	24.10
		03/12/2014 15:26:00	<20	1.40	<1	5.70	<2	<2	326.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 15:25:00	<20	1.90	<1	5.30	<2	12.0	300.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 15:46:00	<20	1.00	<1	4.00	<2	<2	330.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 15. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station LOU10 via le référentiel SEQ-Eau

Le tableau ci-dessous synthétise l'évolution des classes d'états du compartiment physico-chimique (selon le référentiel DCE), ainsi que des paramètres et groupes de paramètres le composant.

Année	2000	2002	2004	2006	2007	2008	2011	2012	2013	2013-2014
BILAN DE L'OXYGENE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
TEMPERATURE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE			TBE	TBE
NUTRIMENTS	BE	BE	BE	BE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE
ACIDIFICATION	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE			TBE	TBE
RESULTANTE PHYSICO-CHIMIQUE	BE	BE	BE	BE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE

Tableau 16. Historiques des états physico-chimiques et des différents groupes de paramètres le composant. Pour les données antérieures à 2010, un travail de recalcul de ces états a été entrepris. À partir de 2014, les états écologiques se calculent sur 2 années consécutives, i.e. l'état de 2014 correspond à l'agrégation de 2013 et 2014.

On constate une évolution positive de l'état physico-chimique de la station où l'état du groupe de paramètres « nutriments » conserve un « très bon état » depuis 2012 alors qu'il était systématiquement déclassé en un « bon état » entre 2000 et 2006.

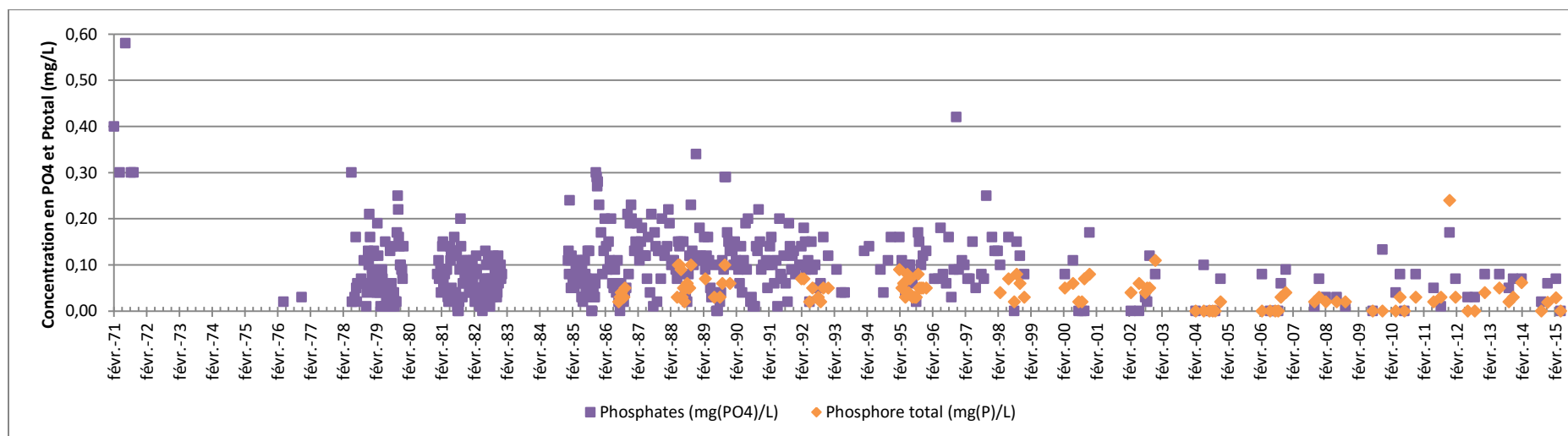
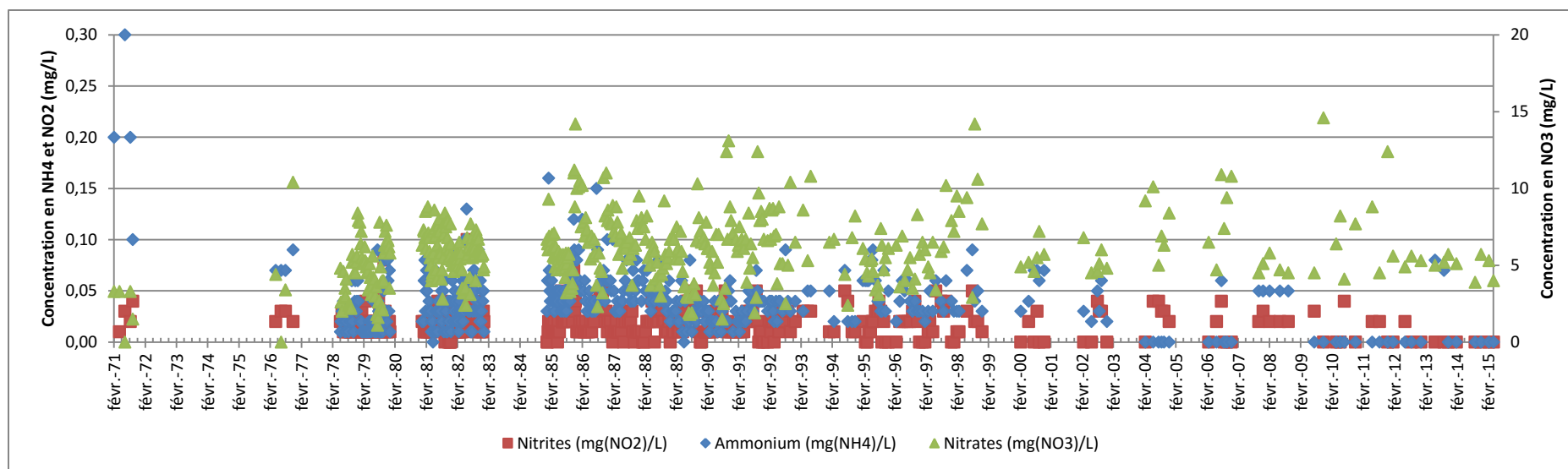
Les chapitres suivants visent à interpréter plus finement ces observations.

C. Physico-chimie

La station LOU10 bénéficie d'un dispositif de suivi qualitatif relativement ancien et dense permettant ainsi de dégager des tendances évolutives robustes sur le long-moyen terme. Les figures suivantes illustrent ainsi les teneurs en matières nutritives mesurées dans cette station depuis 44 ans et dans quelles perspectives s'inscrivent les résultats obtenus pour les 8 campagnes 2013-2014.

- Ammonium : le niveau de contamination observé en 1970 ne fut plus observé dans les années 1980-1990 où pourtant persistait une légère contamination chronique par ce nutriment. Celle-ci tend à s'estomper dans les années 2000 puis n'est plus constatée depuis les années 2010 si ce n'est deux pics mesurés en 2013.
- Nitrites : les concentrations mesurées ne furent jamais très élevées et les légères contaminations récurrentes observées dans les années 1980-1990 ne sont quasiment plus observées depuis les années 2010.
- Nitrates : aucune tendance à la hausse ou à la baisse ne peut être dégagée quant aux teneurs en nitrates, présents à des concentrations relativement faibles correspondant une probable très légère pollution d'origine anthropique.
- Phosphates : comme pour l'ammonium, 3 périodes peuvent être distinguées, i.e. avant 1980 avec une contamination notable, les années 1980-1990 avec une pollution davantage modérée mais chronique, et les années 2000 -2010 avec des teneurs assez faibles.
- Phosphore total : comme pour les phosphates, les teneurs mesurées dans les années 2000-2010 sont assez faibles et en moyennes plutôt inférieures à ce qui était observé dans les années 1980-1990.

La Loue présente donc des teneurs en nutriments plutôt basses et stables ces dernières années.



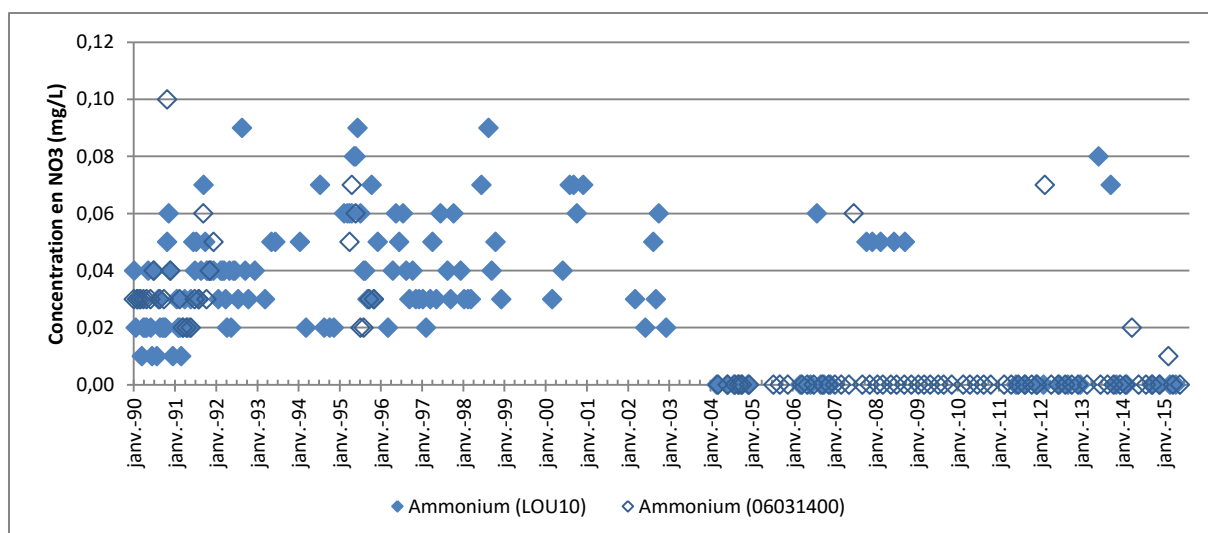


Figure 21. Comparaison des évolutions des teneurs en ammonium dans la station LOU10 et de la station DCE en tête de bassin.

La comparaison des teneurs en ammonium entre cette station LOU10 et la station 06031400 (la Loue à Mouthier-Haute-Pierre) indique que ces concentrations demeurent relativement faibles au sein des deux stations, et qu'elles suivent le même type d'évolution temporelle.

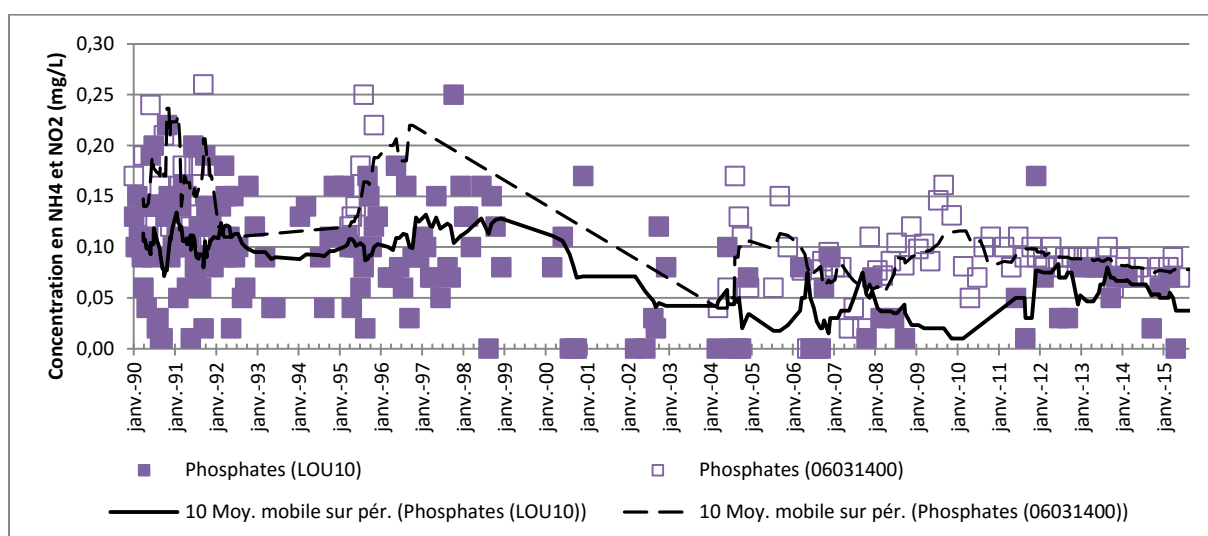


Figure 22. Comparaison des évolutions des teneurs en phosphates dans la station LOU10 et de la station DCE en tête de bassin.

Si comme pour l'ammonium, les évolutions temporelles des teneurs en phosphates suivent des tendances similaires entre les deux stations, en revanche, on observe des concentrations moyennes plus élevées au sein de la tête de bassin, de l'ordre de 3 mg/l.

D. Contamination par les substances toxiques

1. Métaux lourds

Date	Métaux/sédiment								Métaux/bryophytes	
	11/09/2000	21/08/2003	06/09/2004	16/10/2006	01/09/2011	11/09/2012	26/09/2013	29/09/2014	26/09/2013	29/09/2014
Arsenic (mg/(kg MS))	7	2,2	13,6	4,8	3,1	4,4	3,6	3,6	2,45	2,32
Cadmium (mg/(kg MS))	<0,02	0,6	1,2	1,6	0,7	0,6	0,5	1,0	0,21	0,22
Chrome (mg/(kg MS))	38	13,9	47	19,6	9,4	18,8	9,3	6,7	5,85	4,32
Cuivre (mg/(kg MS))	13	7	17,8	9,2	4,7	8,83	<10,3	10,4	9,08	6,05
Etain (mg/(kg MS))	/	/	/	/	10,5	1,1	<0,10	/	<0,26	/
Mercure (mg/(kg MS))	<0,005	<0,02	0,1	<0,02	0,031	<0,028	0,031	0,026	<0,052	0,054
Nickel (mg/(kg MS))	24	5,5	26,5	7,6	6,8	12,7	6,7	4,2	5,06	5,08
Plomb (mg/(kg MS))	15	5,7	19	9,6	5,7	7,7	5,7	5,7	2,92	2,27
Selenium (mg/(kg MS))	/	/	/	/	/	/	/	0,1	/	0,27
Zinc (mg/(kg MS))	81	85	151	58,1	25,1	61,3	52,6	52,4	38,6	59,4

Tableau 17. Historique des contaminations des compartiments sédimentaires et bryophytiques de la station depuis 2000 (classes SEQ-Eau).

L'historique de la contamination sédimentaire de la station par les ETM indique la présence d'une forte contamination du milieu entre le 21/08/2003 et le 06/09/2004, puis une récupération des niveaux préalables en 2011. Depuis cette date, malgré quelques variations, le niveau de contamination global du milieu est plutôt stable.

Les niveaux de bioaccumulation dans les bryophytes indiquent d'une part que la teneur en arsenic dépasse sa « concentration métallique repère » (1,5 mg/Kg MS), et d'autre part que les teneurs en zinc ne sont pas négligeables. Ceci laisse suspecter l'existence actuelle d'une part biodisponible de ces deux substances dans l'eau, autrement dit d'une possible pollution occurent encore aujourd'hui par ces deux substances.

La figure suivante permet de visualiser, d'une part les rapports existant entre les teneurs mesurées et différents référentiels, et d'autre part de mettre en perspective les concentrations mesurées entre les 5 stations patrimoniales.

On constate ainsi une contamination significative par le cadmium, modérée par le zinc, et légère par l'arsenic. D'un point de vue écotoxicologique, les concentrations mesurées sont susceptibles d'engendrer des effets délétères sur l'environnement pour l'arsenic, le cuivre et le zinc.

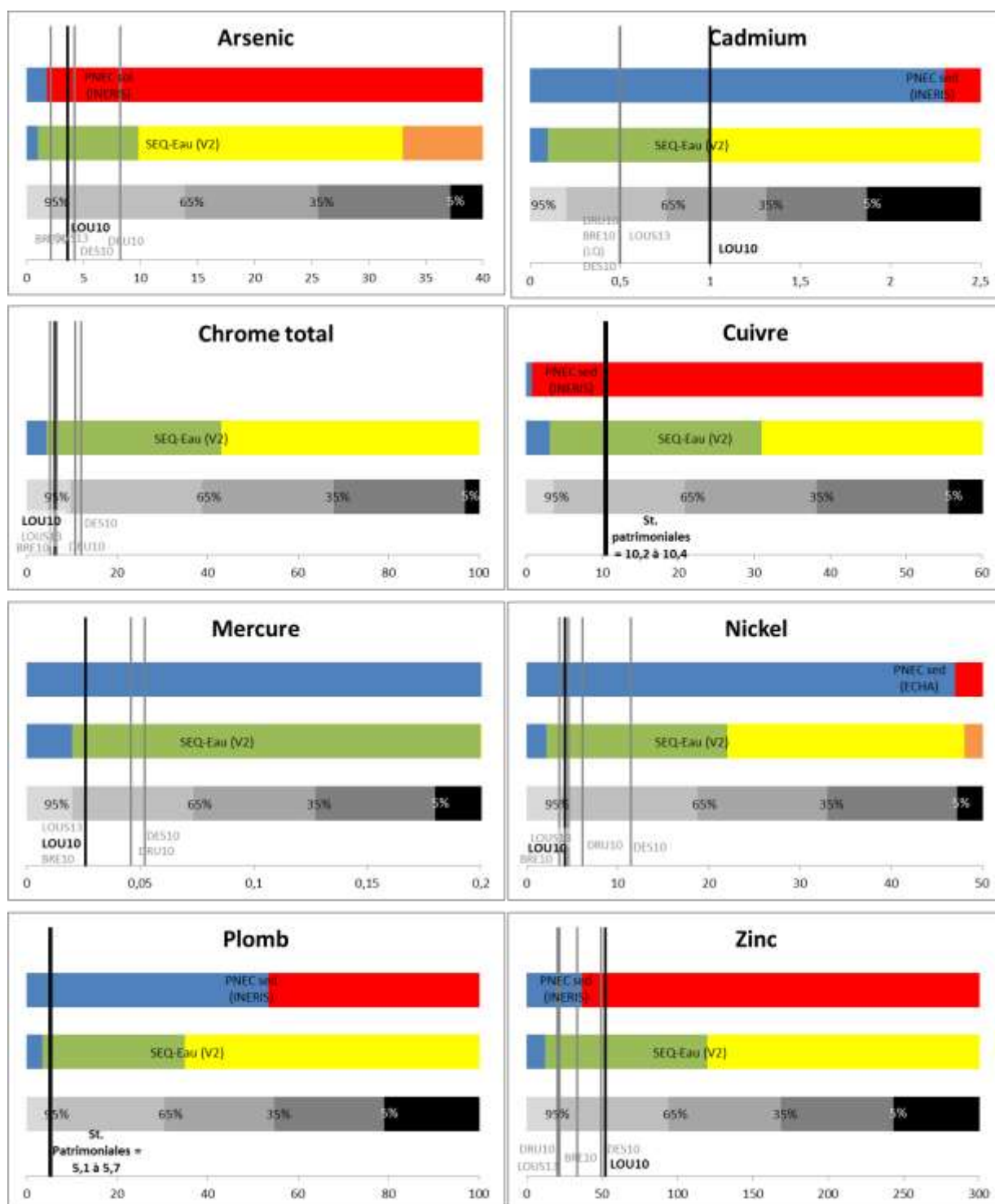


Figure 23. Niveau de contamination du sédiment (µg/Kg MS) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

2. Micropolluants

			DRU10	DES10	LOU10	BRE10	LOUS13
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	30	29	13	13	ND
	B(a)A	µg/(kg MS)	301	152	105	78	19
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	199	76	73	22	15
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	278	121	113	46	23
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	140	65	54	25	ND
	Chrysène	µg/(kg MS)	409	191	134	92	31
	Fluoranth.	µg/(kg MS)	544	272	186	129	35
	Indénopyr.	µg/(kg MS)	204	83	71	31	13
	Phénanthr.	µg/(kg MS)	188	115	70	40	16
	Pyrène	µg/(kg MS)	482	202	139	103	30
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	2775	1306	958	579	182
	<i>HAP somme (14) 2013</i>	<i>µg/(kg MS)</i>	<i>3440</i>	<i>1003</i>	<i>2063</i>	<i>431</i>	<i>1433</i>
Solvants et organochlorés	1.2-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.2-2ClEth	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.3-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.4-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Benzène	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	2ClMéthane	µg/(kg MS)	800	840	750	700	810
	CCl4	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	CHCl3	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	HCBu	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCA 1.1.1	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCB 123	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 124	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 135	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	Toluene	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Xylène-m	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
Xylène-o	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Xylène-p	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Total	µg/(kg MS)	1648	1733	1545	1442	1666	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	819	1062	656	352	743

Tableau 18. Contamination du sédiment de la station LOU10 (encadré) en 2014, avec mise en perspective des résultats avec les autres stations patrimoniales (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

La contamination du sédiment de la station par les micropolluants est avérée mais à des teneurs relativement modérées et par des composés parmi les plus communs : HAP, solvants et organochlorés, et le résidu de l'herbicide glyphosate.

Concernant les teneurs en HAP, l'écart observé entre 2013 et 2014 est suffisamment élevé pour pouvoir être considéré comme significatif, avec donc une diminution de l'intensité de la pollution par ce type de composé.

3. Pesticides

Comme en 2011 et 2012, aucun pesticide n'a été détecté dans l'eau de cette station en 2014. En 2013, le seuil de quantification a été franchi une fois par l'AMPA ($0.027 \mu\text{g.L}^{-1}$) et par le dimethenamide ($0.016 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Le dimethenamide est un herbicide de la famille des chloroacétamides qui a été développé par BASF AG. L'INERIS a validé en 2011 une VGE – Valeur Guide Environnementale – pour cette molécule à une concentration moyenne de $0.1 \mu\text{g.L}^{-1}$ et une concentration ponctuelle maximum de $1.3 \mu\text{g.L}^{-1}$. La concentration mesurée est donc *a priori* sans risque pour l'environnement.

Les concentrations sédimentaires et dissoute de l'AMPA (respectivement en 2014 et 2013) ne présentent *a priori* pas de risque écotoxicologique direct selon les bases de données issues de la littérature scientifique.

La contamination de cette station par les pesticides semble donc d'une faible intensité et épisodique.

E. Hydrobiologie

La qualité du peuplement diatomique s'est améliorée entre 2013 et 2014 comme l'indique l'évolution des valeurs de l'IBD (de 16,2/20 à 20/20) et le corrobore par les valeurs de l'IPS (de 15,7/20 à 19,5/20).

Ceci semble *a priori* contradictoire avec la diminution de la valeur de l'équivalent-IBGN de 16/20 à 15/20 durant la même période. Néanmoins, en observant les composantes de cet indice de la qualité macrobenthique, on constate que cette évolution résulte d'une diminution de la variété taxonomique plutôt que de la diminution du rang du groupe indicateur (figures suivantes). Le tableau suivant confirme cette observation avec une composition faunistique en groupes indicateurs très proche entre 2013 et 2014, avec même la « réapparition » en 2014 des trichoptères Odontoceridae (rang 8/9).

L'évolution négative de l'indice macrobenthique n'est donc *a priori* pas engendrée par une altération grandissante de la qualité physico-chimique de l'eau, cette-dernière semblant également mise hors de cause d'après l'excellent état diatomique de 2014.

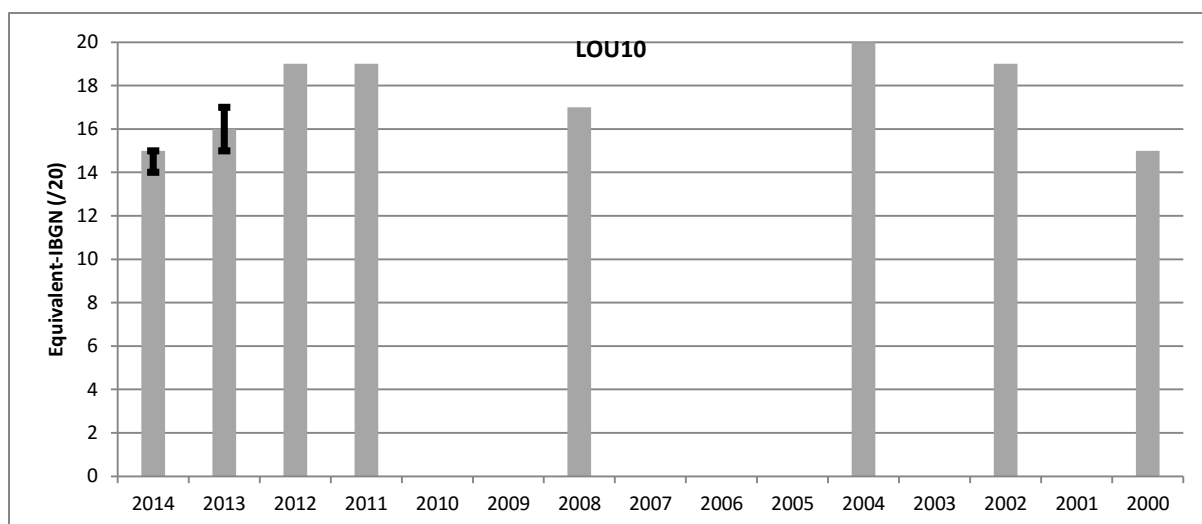


Figure 24. Évolution des valeurs des équivalents-IBGN. Les barres d'erreurs indiquent vers le bas la valeur de la robustesse négative, vers le haut la valeur de la robustesse positive (lorsque ces données sont disponibles).

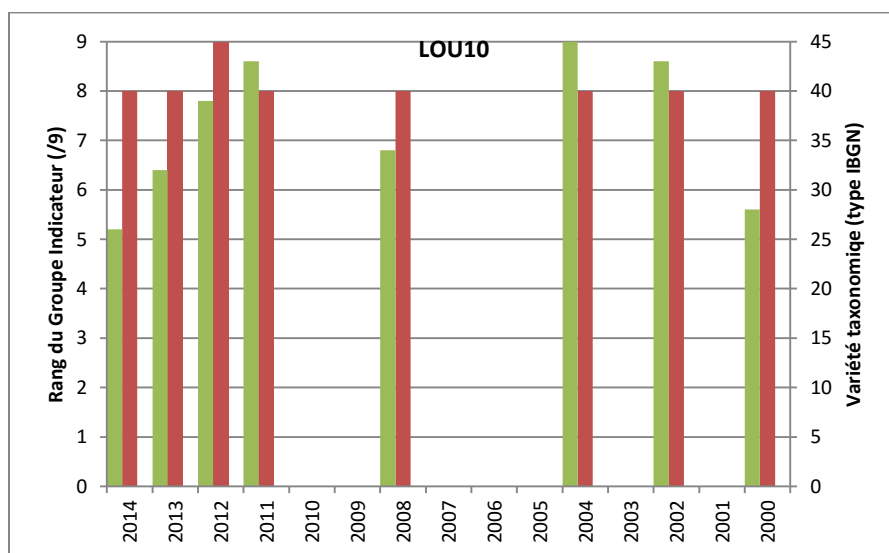


Figure 25. Valeurs des composante de l'équivalent-IBGN : rang du groupe taxonomique indicateur retenu dans le calcul de l'équivalent-IBGN (en rouge), et variété taxonomique type-IBGN (en vert).

GI	Taxon	LOU10_2014	LOU10_2013
9	Chloroperlidae		
	Perlidae		
	Perlodidae		
	Taeniopterygidae		
8	Capniidae		
	Brachycentridae		
	Odontoceridae		
	Philopotamidae		
7	Leuctridae		
	Glossosomatidae		
	Beraeidae		
	Goeridae		
	Leptophlebiidae		
6	Nemouridae		
	Lepidostomatidae		
	Sericostomatidae		
	Ephemeridae		
5	Hydroptilidae		
	Heptageniidae		
	Polymitarcidae		
	Potamanthidae		
4	Leptoceridae		
	Polycentropodidae		
	Psychomyidae		
	Rhycaophilidae		
3	<i>Limnephilidae</i>		
	Hydropsychidae		
	<i>Ephemerellidae</i>		
	Aphelocheiridae		
2	<i>Baetidae</i>		
	<i>Caenidae</i>		
	<i>Elmidae</i>		
	<i>Gammaridae</i>		
	Mollusques		
1	<i>Chironomidae</i>		
	<i>Asellidae</i>		
	Achètes		
	<i>Oligochètes</i>		

Tableau 19. Présence/absence des différents groupes indicateurs parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013-2014. En gris foncé, densité suffisante pour considérer le taxon comme « groupe indicateur », en gris clair, présence en densités trop faible pour être « groupe indicateur », en blanc, absence du taxon. En italique, les taxons nécessitant 10 individus pour être significatifs, sinon 3 individus sont nécessaires.

La diminution de la diversité macrobenthique, régulière depuis 2011, concerne donc pour l'essentiel des taxons « non indicateurs », ce qui laisse supposer soit une altération de la qualité micro-habitationnelle de la station (non évidente lors des prospections de terrain), soit un effet insidieux par d'autres pressions environnementales telles qu'une pollution impactante par des substances toxiques.

Cette dernière hypothèse n'est pas vérifiée d'après les mesures chimiques réalisées : les teneurs en métaux lourds et les micropolluants détectés ne permettent pas d'expliquer une telle réponse sur la durée. Les flux en pesticides peuvent être parfois très transitoires, donc difficilement détectables par 4 mesures ponctuelles annuelles, mais potentiellement très impactant. La mise en œuvre de l'approche SPEAR permet de répondre à cette interrogation.

Non seulement le taux de taxons macrobenthiques dits « sensibles aux pesticides » n'a pas diminué entre 2013 et 2014, mais il a au contraire augmenté pour atteindre 48,6% ce qui est indicateur d'une quasi-absence d'impact des pesticides sur cette communauté. Aucun effet insidieux que ne permettrait pas de mettre en exergue l'équivalent-IBGN n'a ainsi été mis en évidence (figures suivantes).

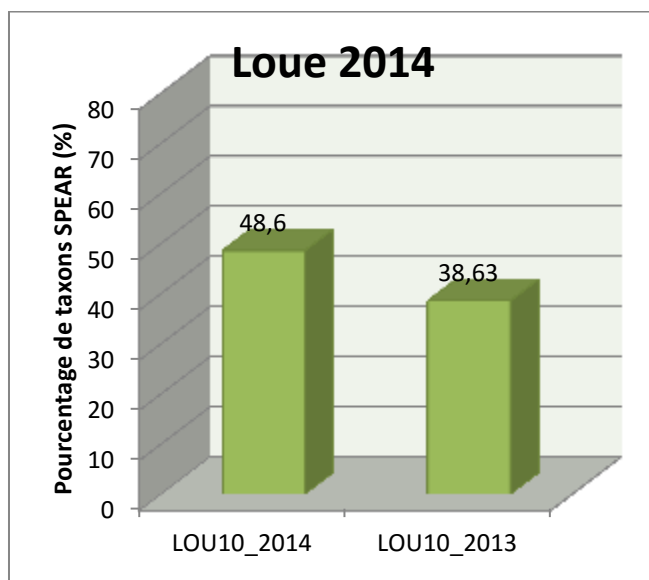


Figure 26. Pourcentage de taxons SPEAR (sensibles aux pesticides) parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées. Les codes couleurs correspondent aux seuils 50%, 30%, 20%, 10%.

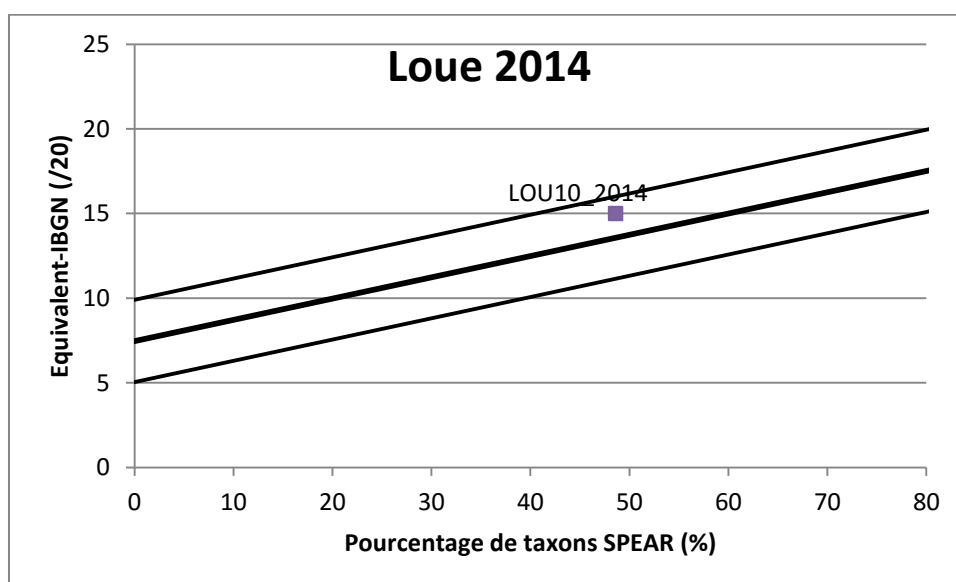


Figure 27. Projection du taux de taxons SPEAR par rapport à la corrélation habituellement observée avec les valeurs de l'équivalent-IBGN (>100 communautés exploitées). Les lignes supérieures et inférieures correspondent aux erreurs types de la corrélation. Une projection au-dessus de ces droites indique une valeur de l'équivalent-IBGN ne rendant pas fidèlement compte de l'impact des pesticides (effet insidieux), une projection en-dessous indique une altération globale du peuplement macrobenthique par des paramètres environnementaux structurant autres (contraintes hydrologiques en particulier).

F. Conclusion

La station LOU10 présente un « très bon état écologique » selon le référentiel DCE avec en particulier des teneurs relativement faibles et stables en nutriments. Les substances toxiques détectées sont dans l'ensemble assez peu enclines à engendrer à elles-seules des effets drastiques sur les différentes communautés.

Toutefois, une érosion de la diversité macrobenthique est observée depuis 2011, sans que les taxons les plus « polluo-sensibles » aux aspects physico-chimiques soient les plus concernés. L'hypothèse d'une contamination insidieuse par les pesticides semble *a priori* peu probable, tout comme une altération significative de la qualité des micro-habitats.

Les futures analyses du suivi 2015 permettront de confirmer ou d'infirmer cette tendance à une érosion de la qualité macrobenthique. Par ailleurs, ces observations seront à rapprocher des études actuellement menées sur ce cours d'eau.

IV.BRE10 – la Brème à Bonnevaux-le-Prieuré



Carte 5. Localisation de la station BRE10 dans la seconde moitié du linéaire de la Brème.



Photographie 4. Vue des fonds dominants de la station BRE10 en basses eaux (prise le 29/09/2014).

A. Contexte hydrologique

En l'absence de station limnimétrique automatique sur le BV de la Brème, le lecteur pourra se référer au profil hydrologique observé sur le Lison (chapitre suivant), les deux stations étant localisées dans le même secteur géographique du BV de la Loue et sont de tailles plus modestes que leur exutoire commun.

Comme pour la Loue et le Lison, géographiquement proches, parmi les 8 campagnes d'échantillonnage réalisées pour les suivis « 2013 » et « 2014 », 4 furent effectuées en période de basses eaux (2 estivales, 1 automnale, 1 printanière), 1 en moyenne eaux (période de décrue hivernale), 3 en hautes eaux (1 estivale, 1 hivernale et 1 printanière). Des contextes hydrologiques contrastés ont donc été observés.

B. État écologique DCE

La station BRE10 présente en 2013-2014 un « bon état écologique » au regard des critères DCE (tableaux suivants). Ceci résulte d'un déclassement concomitant (et concordant) en « bon état » de la biologie, de la physico-chimie et des polluants spécifiques. Les paramètres « état diatomique » et « nutriments » sont plus spécifiquement en cause. Les teneurs en MES un peu plus élevées correspondent à des périodes de basses eaux. Il s'agirait donc plutôt d'un phénomène de concentration (moindre dilution) que d'apports exogènes limités aux périodes de lessivages.

Année	2005	2007	2008	2011	2012	2013	2013-2014
BILAN DE L'OXYGENE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
TEMPERATURE	TBE	TBE	TBE	x	x	TBE	TBE
NUTRIMENTS	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
ACIDIFICATION	TBE	TBE	TBE	x	x	TBE	TBE
RESULTANTE PHYSICO-CHIMIQUE	BE	BE	BE	x	x	BE	BE

Tableau 20. Historiques des états physico-chimiques et des différents groupes de paramètres le composant. Pour les données antérieures à 2010, un travail de recalcul de ces états a été entrepris. À partir de 2014, les états écologiques se calculent sur 2 années consécutives, i.e. l'état de 2014 correspond à l'agrégation de 2013 et 2014.

L'évolution depuis 2005 des états physico-chimiques de ses différentes composantes est particulièrement stable avec à chaque fois l'unique déclassement en « bon état » du groupe de paramètres nutriments.

Les chapitres suivants sont plus spécifiquement dédiés à une analyse plus détaillée de ces états et de leurs évolutions temporelles.

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014							
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique									
BRE10	06466250	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	15	16	15,5	Très bon état		Bon état	BON ETAT							
					IBD (/20)	15,7	20	17,87	Bon état										
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique				
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2		NO3	Résultante	pH	Résultante
		11/06/2013	10,84	99,7	1,3	1,8	Très bon état	11,3	Très bon état	0,08	0,030		<0,05	<0,02	6,3	Bon état	7,73	Très bon état	Bon état
		26/09/2013	9,29	84,2	<0,5	1,5		10,9		0,02	0,020		0,140	<0,01	11,9		7,94		
		14/11/2013	11,57	99,9	0,6	1,1		8,9		0,05	0,020		<0,05	<0,02	9,8		7,68		
		17/02/2014	12,11	100,8	<0,5	1,4		7,5		0,06	0,027		<0,05	<0,02	7,7		7,63		
		29/09/2014	10,79	102,1	0,7	1,6		12,3		0,14	0,047		<0,05	<0,02	8,6		7,86		
		03/12/2014	13,64	114,8	<0,5	1,2		7,9		0,05	0,016		<0,05	<0,02	9,7		7,89		
		04/03/2015	13,02	110,1	0,7	1,0		8,3		0,05	0,022		<0,05	<0,02	7,8		8,19		
		28/04/2015	10,12	90,1	4,0	2,2		10,2		0,07	0,033		<0,05	<0,02	9,0		8,10		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS						
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle					
		11/06/2013	NQ	[0,0028 ; 0,0204]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,0036 ; 0,0211]	NQ		[0,000 ; 0,020]	Bon état					
		26/09/2013	NQ		NQ		NQ		NQ		NQ								
14/11/2013	0,023	NQ	NQ		NQ		NQ												
17/02/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
29/09/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
03/12/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
28/04/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		0,029		NQ										

Tableau 21. Données et résultantes utilisées pour le calcul de l'état écologique 2013-2014 de la station.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
BRE10	06466250	29/09/2014 11:45:00	<20	1.60	<1	8.60	<2	16.0	380.0	7	7.30	104.40	3.010	4.40	26,2	27.40
		03/12/2014 13:30:00	<20	1.20	<1	9.70	<2	<2	326.0	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 14:53:00	<20	1.10	<1	7.80	<2	<2	322.0	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015 15:28:00	<20	2.50	<1	9.00	<2	3.0	333.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 22. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station BRE10 via le référentiel SEQ-Eau

C. Physico-chimie

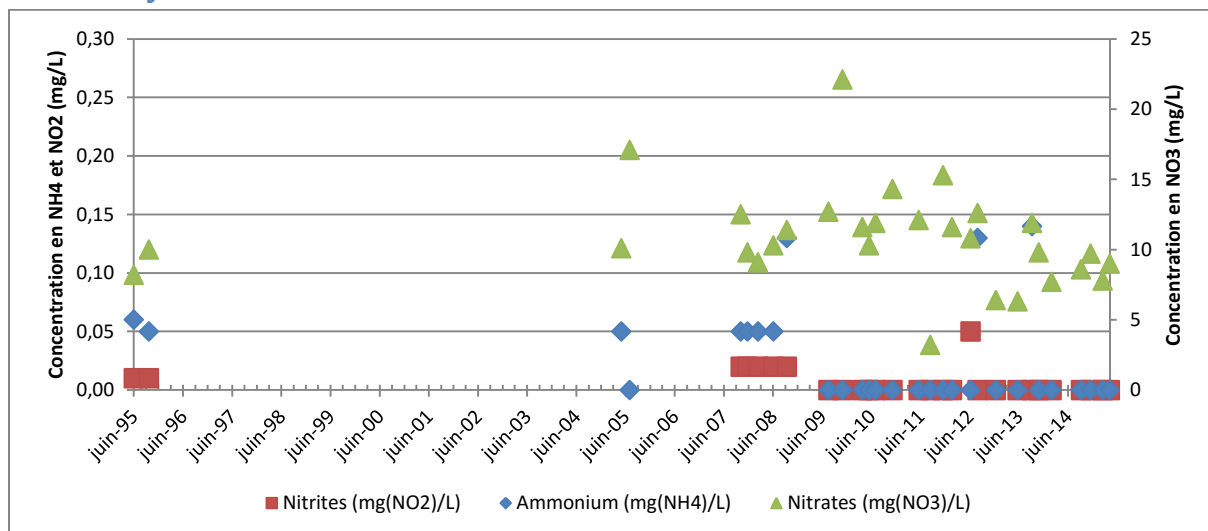


Figure 28. Évolution des teneurs en matières azotées dans la station BRE10.

Les teneurs en ammonium et nitrites mesurées ont toujours été faibles et ne franchissent plus leurs seuils de quantification depuis 2011 (excepté une mesure de nitrite à 0,05 mg/L le 26/02/2012). Les teneurs en nitrates sont également stables dans le temps avec des teneurs moyennes (aux environs des 10 mg/L) correspondant en grande partie à un apport anthropique modéré mais chronique.

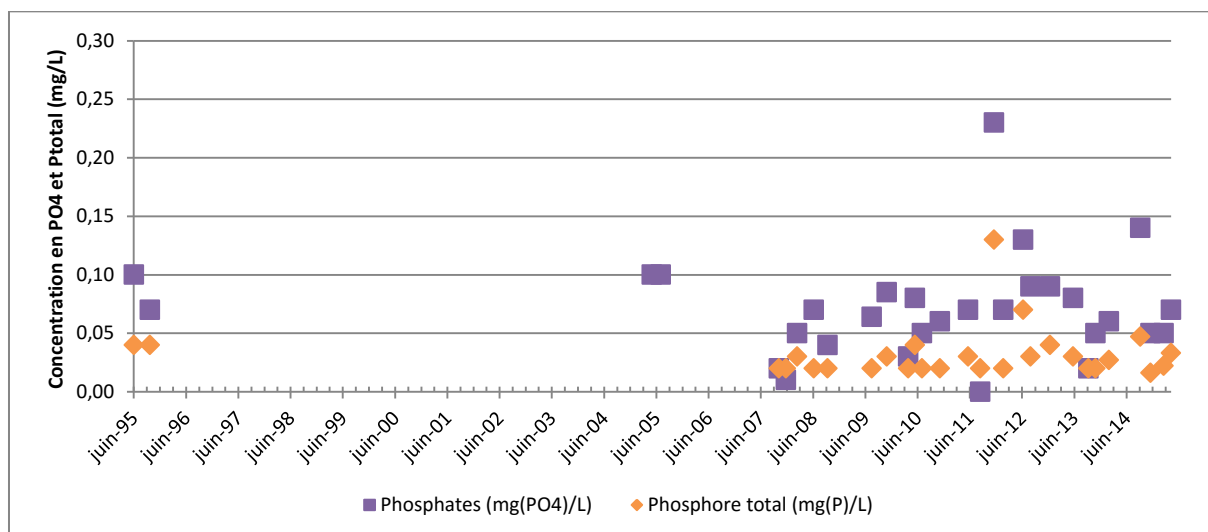


Figure 29. Évolution des teneurs en matières phosphorées dans la station BRE10.

Comme pour les matières azotées, les teneurs en matières phosphorées ne montrent pas de signe d'inflexion à la hausse ou à la baisse depuis ces deux dernières décennies.

Les concentrations en phosphates et phosphore total sont globalement basses (en-deçà du seuil de « bon état » notamment), mais toujours supérieures à leurs de quantification respectifs. Ceci traduit donc une contamination chronique par ces matières phosphorées, d'une intensité globalement faible mais avec des pics de concentrations parfois non négligeables et récurrents.

D. Contamination par les substances toxiques

1. Métaux lourds

Date	Métaux/sédiment				Métaux/bryophytes	
	01/09/2011	16/08/2012	26/09/2013	29/09/2014	26/09/2013	29/09/2014
Arsenic (mg/(kg MS))	3,1	<2,6	3,6	2,1	1,30	0,48
Cadmium (mg/(kg MS))	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	0,32	0,14
Chrome (mg/(kg MS))	3,6	5,8	7,3	5,1	4,05	1,1
Cuivre (mg/(kg MS))	3,11	<10,5	<10,4	10,3	5,13	5,05
Etain (mg/(kg MS))	11,4	<5,2	<5,19	/	<0,27	/
Mercure (mg/(kg MS))	<0,026	<0,026	<0,026	0,026	<0,054	0,048
Nickel (mg/(kg MS))	3,1	4,2	5,2	3,6	4,00	5,15
Plomb (mg/(kg MS))	6,73	<5,2	<5,2	5,1	2,00	0,38
Selenium (mg/(kg MS))	/	/	/	0,1	/	0,24
Zinc (mg/(kg MS))	28,5	44,4	47,8	33,4	104,2	100

Tableau 23. Historique des contaminations des compartiments sédimentaires et bryophytiques de la station depuis 2011 (classes SEQ-Eau).

Les concentrations en ETM dans les sédiments de la station sont plutôt stables et à des niveaux plutôt faibles. Ceci est corroboré par la mise en perspective de ces teneurs avec les autres stations patrimoniales du département ainsi qu'avec les fréquences de détection de ces concentrations à travers l'ensemble des sédiments analysés dans le bassin RMC entre 2010 et 2014.

À noter toutefois l'exception du zinc dont une légère pollution semble être observé dans le sédiment et dont les concentrations bryophytiques (dépassant la « concentration métallique repère » fixée à 75 mg/Kg MS) semblent indiquer que les apports en phase dissoute persistent en 2013 et 2014. L'intensité de la pollution n'atteint cependant pas la PNEC, i.e. le risque d'un effet néfaste sur l'environnement par cette seule contamination paraît limité (figure suivante).

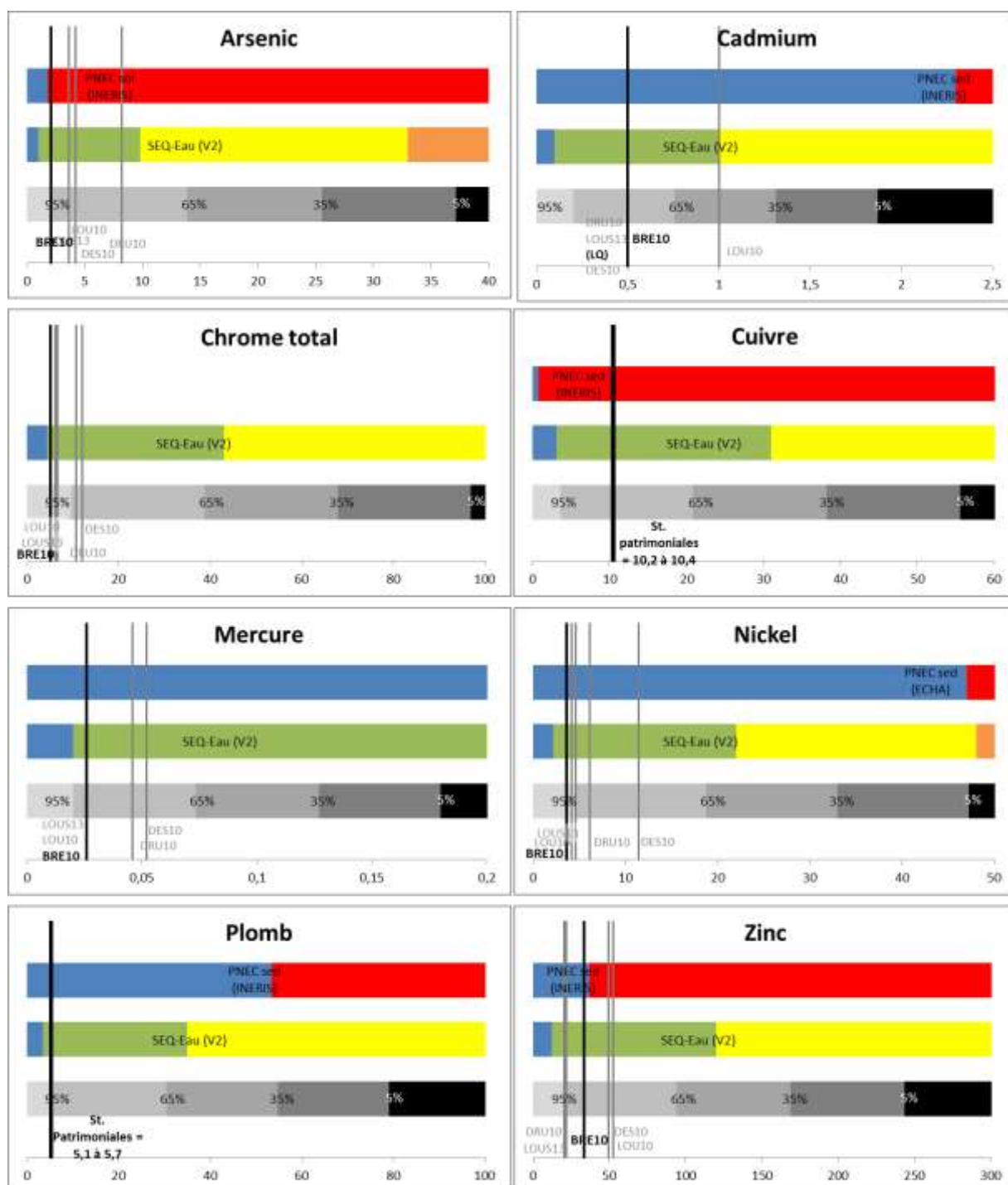


Figure 30. Niveau de contamination du sédiment ($\mu\text{g}/\text{Kg MS}$) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

2. Micropolluants

			DRU10	DES10	LOU10	BRE10	LOUS13
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	30	29	13	13	ND
	B(a)A	µg/(kg MS)	301	152	105	78	19
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	199	76	73	22	15
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	278	121	113	46	23
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	140	65	54	25	ND
	Chrysène	µg/(kg MS)	409	191	134	92	31
	Fluoranth.	µg/(kg MS)	544	272	186	129	35
	Indénopyr.	µg/(kg MS)	204	83	71	31	13
	Phénanthr.	µg/(kg MS)	188	115	70	40	16
	Pyrène	µg/(kg MS)	482	202	139	103	30
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	2775	1306	958	579	182
	<i>HAP somme (14) 2013</i>	<i>µg/(kg MS)</i>	<i>3440</i>	<i>1003</i>	<i>2063</i>	<i>431</i>	<i>1433</i>
Solvants et organochlorés	1.2-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.2-2ClEth	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.3-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.4-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Benzène	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	2ClMéthane	µg/(kg MS)	800	840	750	700	810
	CCl4	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	CHCl3	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	HCBu	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCA 1.1.1	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCB 123	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 124	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 135	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	Toluene	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Xylène-m	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
Xylène-o	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Xylène-p	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Total	µg/(kg MS)	1648	1733	1545	1442	1666	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	819	1062	656	352	743

Tableau 24. Contamination du sédiment de la station BRE10 (encadré) en 2014, avec mise en perspective des résultats avec les autres stations patrimoniales (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

Les substances détectées figurent parmi les plus communes et les teneurs mesurées sont plutôt faibles et stables dans le temps, notamment en ce qui concerne les HAP. Le risque environnemental lié à la présence de ces seuls éléments paraît donc plutôt limité.

3. Pesticides

Aucun pesticide n'a été détecté en 2011. Depuis, l'AMPA (produit de dégradation du glyphosate) est systématiquement détecté : dans du sédiment en 2012 et 2014, à une reprise dans l'eau en 2013 (à $0.037 \mu\text{g.L}^{-1}$). Les concentrations mesurées ne présentent pas *a priori* de risque écotoxicologique direct pour l'environnement.

En 2013, une seconde substance fut également détectée : l'herbicide chlortoluron à une concentration de $0.023 \mu\text{g.L}^{-1}$ (PNEC à $0.1 \mu\text{g.L}^{-1}$).

En 2014, ce sont 4 nouveaux pesticides (tous à action herbicide) qui ont été détectés pour la première fois dans cette station (à 1 reprise) :

- 2,4D : $0.029 \mu\text{g/L}$ (NQE à $1,5 \mu\text{g/L}$; PNEC proposée à l'EUCHA : $0,3 \mu\text{g/L}$)
- 2,4D-ester : $0.028 \mu\text{g/L}$ (produit de dégradation du 2,4D)
- Glyphosate : $0.038 \mu\text{g/L}$ (VGE_MA : $0,1 \mu\text{g/L}$; molécule-mère de l'AMPA)
- Triclopyr : $0.055 \mu\text{g/L}$ (VGE_MA : $0,1 \mu\text{g/L}$)

Les concentrations mesurées sont relativement faibles ne permettent pas de mettre en évidence un effet toxicologique direct d'une de ces substances prise isolément. Néanmoins, l'augmentation du nombre et de la fréquence de détection de pesticides dans cette station est un marqueur négatif de l'évolution de la qualité de l'eau.

E. Hydrobiologie

L'état diatomique semble s'être significativement amélioré entre 2013 et 2014 avec un IBD qui évolue de 15,7/20 à 20/20, évolution corroborée par celle de la valeur de l'IPS : de 15/20 à 19/20. Ceci irait dans le sens d'une amélioration de la qualité physico-chimique de l'eau, ce que les 4 analyses chimiques ponctuelles n'ont pas permis de mettre en évidence (plutôt une stabilité de la légère pollution chronique par les matières phosphorées).

L'évolution de la valeur de l'équivalent-IBGN ne suit pas la même tendance, mais est plutôt à la stabilité (en tenant compte des robustesses négatives et positives), voire à une diminution si l'on considère la composante « variété taxonomique » (figures suivantes). Le groupe indicateur reste cependant à un rang 9/9, indiquant ainsi la persistance de familles parmi les plus sensibles aux pressions physico-chimiques.

La comparaison entre les compositions en groupes indicateurs des communautés 2013 et 2014 (tableau suivant) indique que malgré cette tendance globale à la diminution de la variété taxonomique depuis 2012, des groupes indicateurs de rangs 8/9, i.e. également « polluo-sensibles », ont fait leur « réapparition » (trichoptères Ondontoceridae et Philopotamidae).

Finalement, ces différents éléments biologiques indiqueraient une tendance à un moindre impact de la physico-chimie de la station en 2014 qu'en 2013, mais en même temps à une pression

concomitante engendrant une diminution de la variété taxonomique du macrobenthos. Deux hypothèses peuvent être formulées (non exclusives l'une de l'autre) :

- Diminution du potentiel en micro-habitats de la station (fort recouvrement algal observé en basses eaux estivales) ;
- Effet insidieux par d'autres pressions qualitatives (substances toxiques notamment).

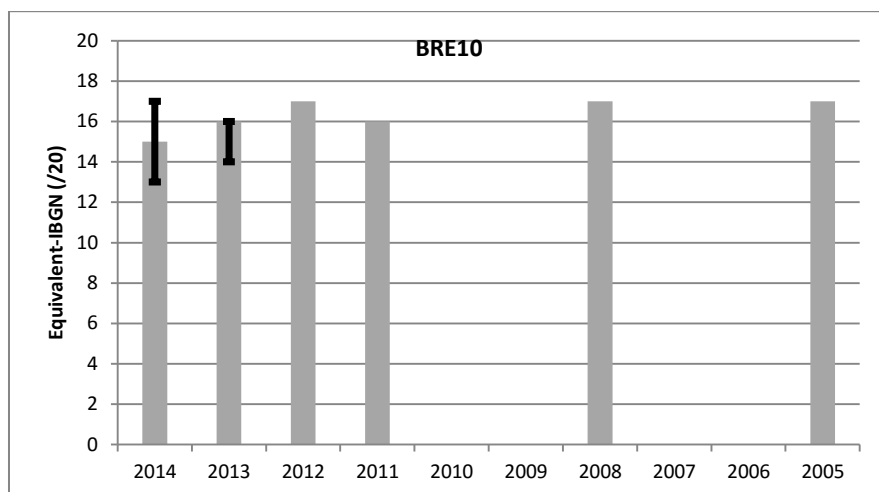


Figure 31. Évolution des valeurs des équivalents-IBGN. Les barres d'erreurs indiquent vers le bas la valeur de la robustesse négative, vers le haut la valeur de la robustesse positive (lorsque ces données sont disponibles).

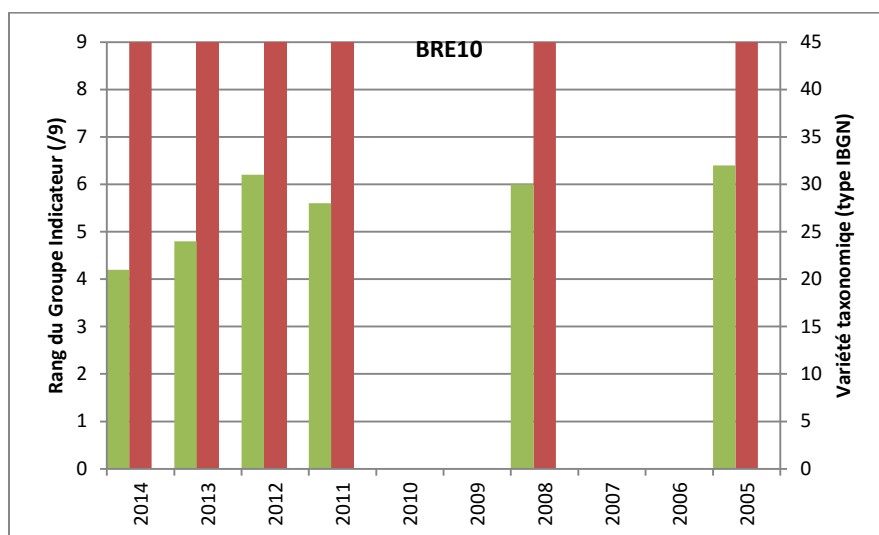


Figure 32. Valeurs des composante de l'équivalent-IBGN : rang du groupe taxonomique indicateur retenu dans le calcul de l'équivalent-IBGN (en rouge), et variété taxonomique type-IBGN (en vert).

GI	Taxon	BRE10_2014	BRE10_2013
9	Chloroperlidae		
	Perlidae		
	Perlodidae		
	Taeniopterygidae		
8	Capniidae		
	Brachycentridae		
	Odontoceridae		
	Philopotamidae		
7	Leuctridae		
	Glossosomatidae		
	Beraeidae		
	Goeridae		
	Leptophlebiidae		
6	Nemouridae		
	Lepidostomatidae		
	Sericostomatidae		
	Ephemeridae		
5	Hydroptilidae		
	Heptageniidae		
	Polymitarcidae		
	Potamanthidae		
4	Leptoceridae		
	Polycentropodidae		
	Psychomyidae		
	Rhycaophilidae		
3	<i>Limnephilidae</i>		
	Hydropsychidae		
	<i>Ephemerellidae</i>		
	Aphelocheiridae		
2	<i>Baetidae</i>		
	<i>Caenidae</i>		
	<i>Elmidae</i>		
	<i>Gammaridae</i>		
	Mollusques		
1	<i>Chironomidae</i>		
	<i>Asellidae</i>		
	Achètes		
	<i>Oligochètes</i>		

Tableau 25. Présence/absence des différents groupes indicateurs parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013-2014. En gris foncé, densité suffisante pour considérer le taxon comme « groupe indicateur », en gris clair, présence en densités trop faible pour être « groupe indicateur », en blanc, absence du taxon. En italique, les taxons nécessitant 10 individus pour être significatifs, sinon 3 individus sont nécessaires.

La mise en œuvre de l'approche SPEAR permet d'apporter des éléments de réponse quant à la seconde hypothèse précédemment formulée (figures suivantes).

L'augmentation du nombre de pesticides détectés entre 2013 et 2014 ne se traduit pas par une augmentation de l'impact de ce type de substances sur la composition de la communauté macrobenthique. Toutefois, les taux de « taxons SPEAR », sans être particulièrement faibles, ne sont pas optimaux, ce qui est signe d'une légère pression de la contamination par les pesticides sur les peuplements macro-invertébrés. Sans être totalement insidieux, ce léger impact n'est pas pleinement exprimé par la valeur synthétique de l'équivalent-IBGN.

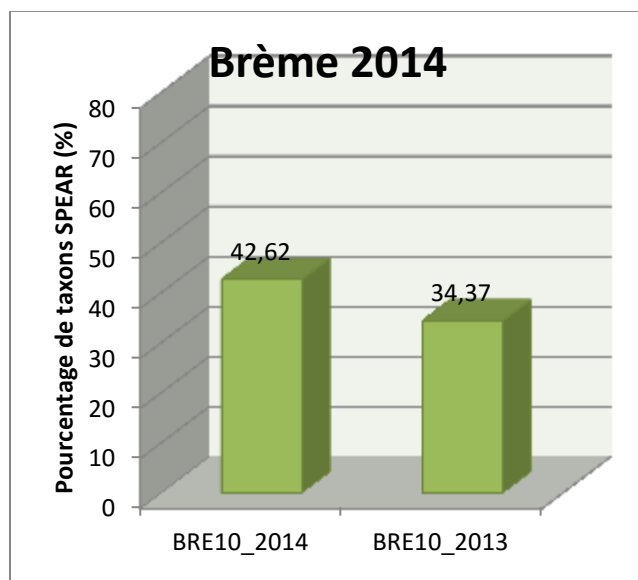


Figure 33. Pourcentage de taxons SPEAR (sensibles aux pesticides) parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées. Les codes couleurs correspondent aux seuils 50%, 30%, 20%, 10%.

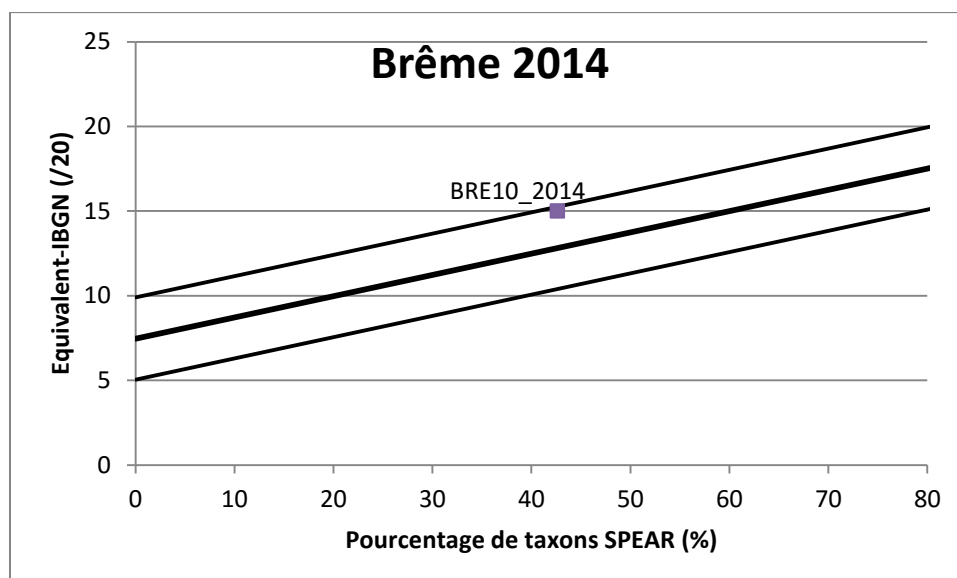


Figure 34. Projection du taux de taxons SPEAR par rapport à la corrélation habituellement observée avec les valeurs de l'équivalent-IBGN (>100 communautés exploitées). Les lignes supérieures et inférieures correspondent aux erreurs types de la corrélation. Une projection au-dessus de ces droites indique une valeur de l'équivalent-IBGN ne rendant pas fidèlement compte de l'impact des pesticides (effet insidieux), une projection en-dessous indique une altération globale du peuplement macrobenthique par des paramètres environnementaux structurant autres (contraintes hydrologiques en particulier).

F. Conclusion

La station BRE10 subit une pollution légère, mais chronique par les nitrates et récurrente par les matières phosphorées. En outre, un accroissement du nombre de pesticides détectés est constaté. Si la qualité biologique de la station est globalement bonne, une érosion de la variété macrobenthique est observée. Les hypothèses d'une dégradation de la qualité en micro-habitats (colmatages algal en basses eaux estivales) et/ou d'un effet insidieux par les pesticides sont avancées.

V. LOUS13 – le Lison à Châtillon-sur-Lison



Carte 6. Localisation de la station LOU-S13 en fermeture de bassin du Lison, peu avant sa confluence avec la Loue.



Photographie 5. Vue de la station LOUS13 en basses eaux (prise le 29/09/2014). Fonds minéraux incrustés dominants.

A. Contexte hydrologique

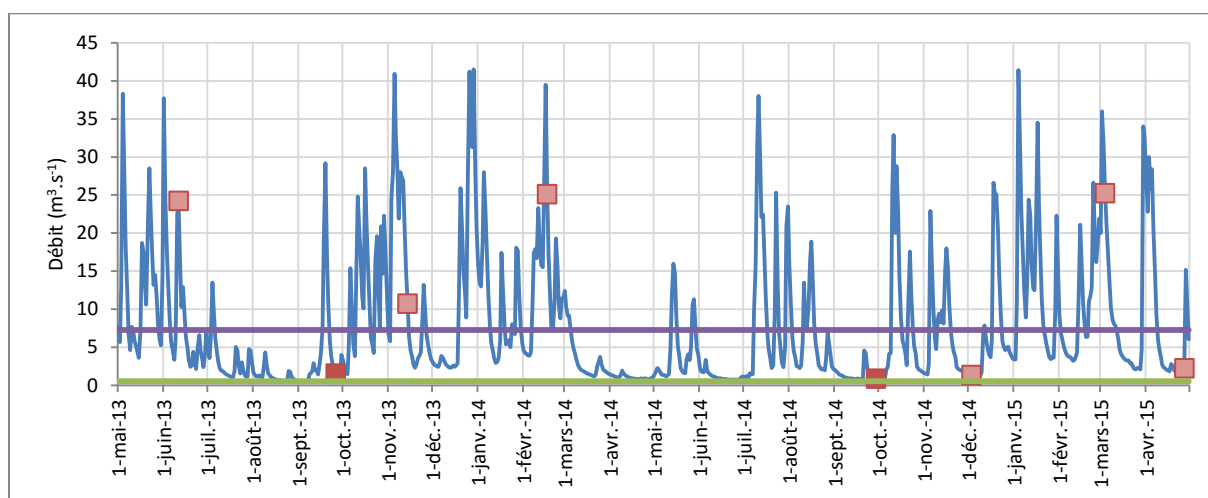


Figure 35. Chronologie des débits mesurés entre le 1^{er} mai 2013 et le 30 avril 2015 (2 ans) au sein de la station limnimétrique automatique localisée sur le Lison à Myon. Les carrés indiquent les dates d'échantillonnages, en rouge vif les dates où ont eu lieu des prélèvements hydrobiologiques. La ligne violette correspond au module interannuel, la ligne verte au QMNA5. Le débit correspondant à une crue de retour 10 ans n'a pas été atteint lors de ces deux années.

Parmi les 8 campagnes d'échantillonnage réalisées pour les suivis « 2013 » et « 2014 », 4 furent effectuées en période de basses eaux (2 estivales, 1 automnale, 1 printanière), 1 en moyenne eaux (période de décrue hivernale), 3 en hautes eaux (1 estivale, 1 hivernale et 1 printanière). Des contextes hydrologiques contrastés ont donc été observés.

B. État écologique DCE

La station LOUS13 présente un « bon état écologique » en 2013-2014, résultant à la fois d'un « bon état biologique » et d'un « bon «état physico-chimique » (tableaux en page suivante). Sont plus particulièrement responsable du déclassement par rapport au « très bon état » : la valeur le 'IBD en 2013 et une alcalinité marquée lors d'une des 8 campagnes de mesures.

À noter aussi une valeur plus élevée (mais restant à un niveau modéré) en phosphore total (lors des hautes eaux hivernales 2014) et en MES (lors des hautes eaux hivernales 2015).

Année	2011	2012	2013	2013-2014
BILAN DE L'OXYGENE	x	x	TBE	TBE
TEMPERATURE	x	x	TBE	TBE
NUTRIMENTS	BE	TBE	TBE	TBE
ACIDIFICATION	x	x	TBE	BE
RESULTANTE PHYSICO-CHIMIQUE	x	x	TBE	BE

Tableau 26. Historiques des états physico-chimiques et des différents groupes de paramètres le composant. À partir de 2014, les états écologiques se calculent sur 2 années consécutives, i.e. l'état de 2014 correspond à l'agrégation de 2013 et 2014.

L'historique ci-dessus, peu ancien et partiel, semble indiquer *a priori* une faible perturbation de l'état de la station, en particulier vis-à-vis des nutriments. Les chapitres suivants sont plus spécifiquement dédiés à une analyse plus détaillée de ces états et de leurs évolutions temporelles.

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014						
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique								
LOU-S13	06466950	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	16	16	16	Très bon état	Bon état	BON ETAT							
					IBD (/20)	16	19,1	17,55	Bon état									
		Physico-chimie																
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4		P total	NH4	NO2		NO3	Résultante	pH
		11/06/2013	11,27	103,2	3,0	2,2	Très bon état	11,1	Très bon état	0,09		0,090	<0,05	<0,02	3,8	Très bon état	7,92	Bon état
		26/09/2013	10,87	104,3	<0,5	2,6		13,3		0,03		<0,010	<0,05	<0,02	4,1		8,12	
		14/11/2013	11,97	103,2	0,9	1,3		9,0		0,04		0,030	<0,05	<0,02	3,8		7,77	
		17/02/2014	12,18	102,8	<0,5	1,8		8,0		0,07		0,062	<0,05	<0,02	3,7		7,65	
		29/09/2014	12,80	118,7	0,9	1,6		12,5		<0,01		0,011	0,08	<0,02	3,2		8,00	
		03/12/2014	14,17	115,7	<0,5	1,0		6,6		0,02		<0,01	<0,05	<0,02	4,6		7,91	
		05/03/2015	12,58	106,7	0,7	1,2		8,3		0,05		0,021	<0,05	<0,02	4,2		8,27	
		27/04/2015	9,62	91,8	1,1	1,3		13,5		<0,01		<0,01	<0,05	<0,02	3,5		8,17	
		Polluants Spécifiques Synthétiques																
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D			2,4 MCPA		Etat PSS				
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle		(µg/l)	moyenne annuelle					
		11/06/2013	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	Très bon état			
		26/09/2013	NQ		NQ		NQ		NQ			NQ						
14/11/2013	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											
17/02/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											
29/09/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											
03/12/2014	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											
27/04/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											

Tableau 27. Données et résultantes utilisées pour le calcul de l'état écologique 2013-2014 de la station.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
LOUS13	06466950	29/09/2014 14:30:00	<20	1.70	<1	3.20	<2	<2	303.0	2,9	7.60	80.00	2.960	2.20	20,1	21.30
		03/12/2014 14:50:00	<20	1.00	<1	4.60	<2	<2	283.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 14:50:00	<20	1.60	<1	4.20	<2	13.0	268.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 14:48:00	<20	1.30	<1	3.50	<2	<2	298.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 28. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station LOUS13 via le référentiel SEQ-Eau

C. Physico-chimie

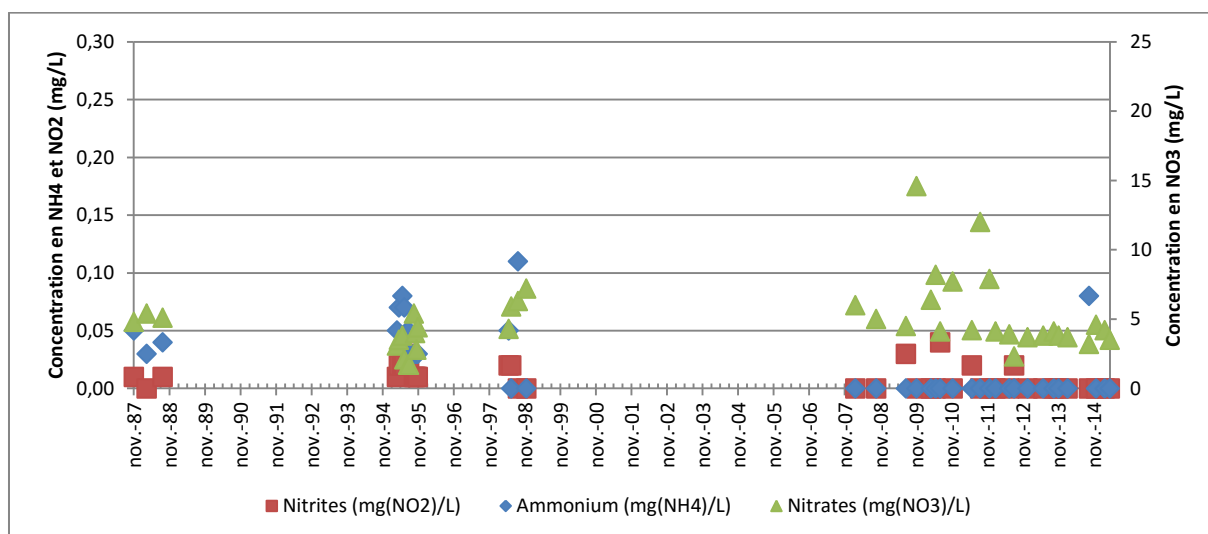


Figure 36. Évolution des teneurs en matières azotées dans la station LOUIS13.

Les teneurs en ammonium mesurées depuis 2011 n'ont franchi qu'à une reprise leur seuil de quantification (0,01 mg/L) : 0,08 mg/L en été 2014. En comparaison, les teneurs moyennes observées dans la fin des années 1980 et fin des années 1990 étaient aux alentours de 0,05 mg/L.

Les nitrites ont toujours été mesurés à de très faibles concentrations dans cette station depuis 1987, et ne franchissent que rarement (et de peu) la limite de quantification (0,01 mg/L) depuis 2011.

Si les faibles contaminations autrefois mesurées en ammonium et nitrites ne sont plus observées aujourd'hui, en revanche aucune évolution significative des teneurs en nitrites n'est observée depuis les premières mesures en 1987. Néanmoins, hormis un pic à 12 mg/L en 2011, les concentrations demeurent relativement faibles et ne correspondent qu'à une pollution très modérée d'origine anthropique.

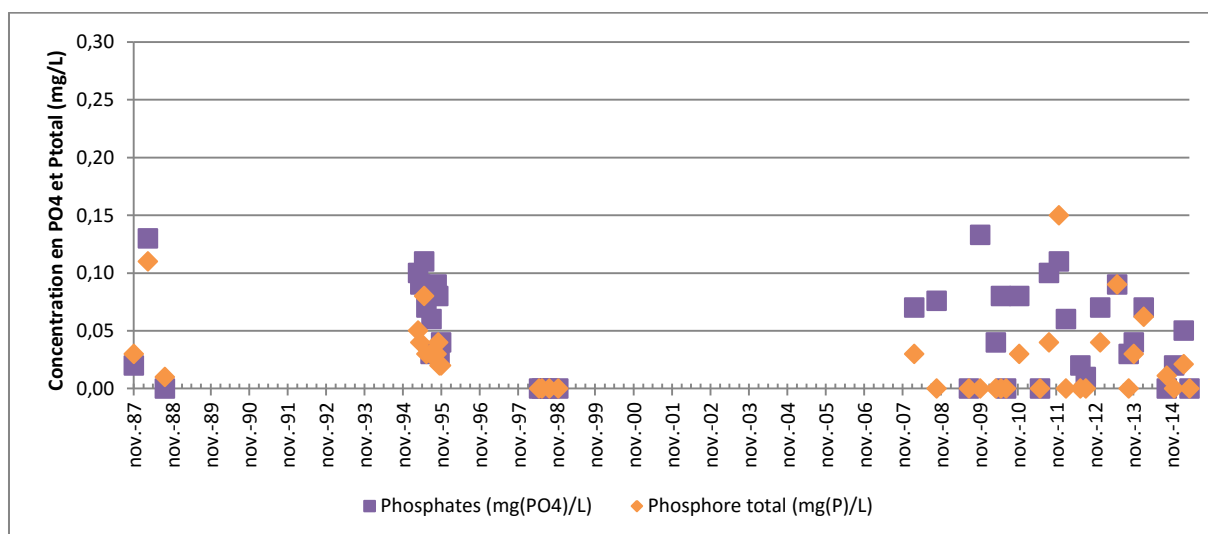


Figure 37. Évolution des teneurs en matières phosphorées dans la station LOUIS13.

Sans être drastiques, des contaminations en matières phosphorées semblent demeurées dans cette stations à des niveaux proches de ceux observés il y a plusieurs décennies. Même modérées, ces teneurs sont récurrentes et les quelques mesures ponctuelles laissent supposer l'existence de pics beaucoup plus élevés non mesurés. Néanmoins, sur la base de ces mesures ponctuelles annuelles, les concentrations mesurées en 2014 furent souvent inférieures à celles de 2013.

D. Contamination par les substances toxiques

1. Métaux lourds

Date	Métaux/sédiment				Métaux/bryophytes	
	01/09/2011	16/08/2012	26/09/2013	29/09/2014	26/09/2013	29/09/2014
Arsenic (mg/(kg MS))	4,6	5,6	3,6	3,6	1,36	0,77
Cadmium (mg/(kg MS))	0,5	0,4	<0,5	<0,5	0,1	0,05
Chrome (mg/(kg MS))	5,2	13,3	7,3	6,2	3,87	1,84
Cuivre (mg/(kg MS))	2,06	<10,2	<10,4	10,3	6,33	6,84
Etain (mg/(kg MS))	6,7	<5,1	<5,19	/	<0,26	/
Mercure (mg/(kg MS))	<0,026	<0,026	<0,026	0,026	<0,052	0,051
Nickel (mg/(kg MS))	4,6	9,7	5,7	4,6	3,66	2,96
Plomb (mg/(kg MS))	5,16	6,7	<5,2	5,6	1,26	0,61
Selenium (mg/(kg MS))	/	/	/	0,1	/	0,26
Zinc (mg/(kg MS))	20,1	34,8	24,4	21,6	17,8	13,3

Tableau 29. Historique des contaminations des compartiments sédimentaires et bryophytiques de la station depuis 2011 (classes SEQ-Eau).

Aucune teneur bryophytique en ETM ne dépasse de « concentration métallique repère », laissant ainsi supposé l'absence de contamination actuelle du milieu par les métaux lourds.

Les seuils sédimentaire SEQ-Eau pour ces ETM ne permettent pas de mettre en évidence une contamination notable par certains de ces éléments, ni une quelconque évolution à la hausse ou à la baisse.

La figure suivante montre entre autres les niveaux de contamination relatifs entre stations patrimoniales et aussi avec l'ensemble des sédiments analysés sur le bassin RMC en 2010-2014. Elle corrobore la présence d'une très faible (absence ?) contamination par les métaux lourds au sein de cette station, si ce n'est une très légère pollution chronique par l'arsenic.

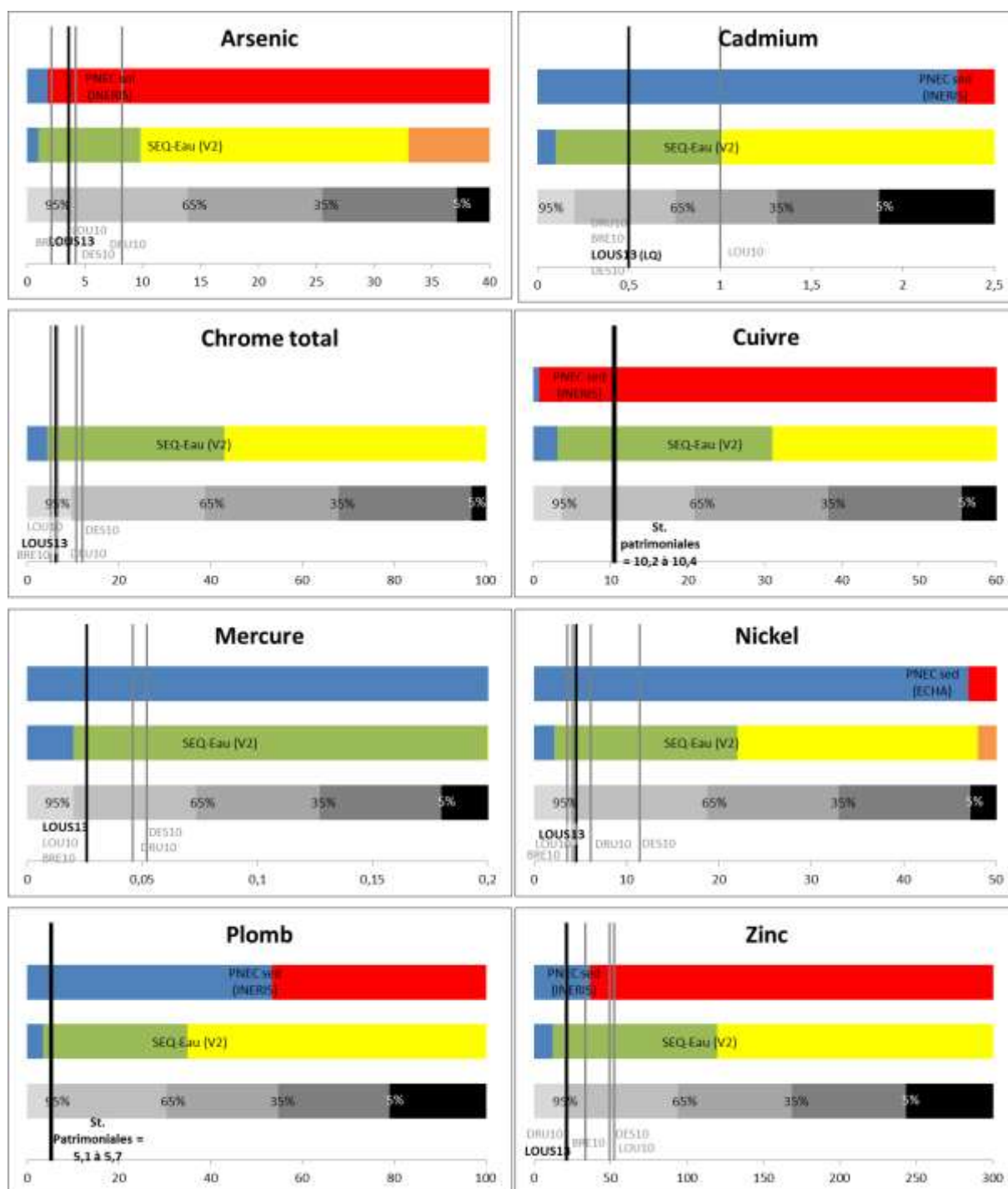


Figure 38. Niveau de contamination du sédiment ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

2. Micropolluants

			DRU10	DES10	LOU10	BRE10	LOUS13
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	30	29	13	13	ND
	B(a)A	µg/(kg MS)	301	152	105	78	19
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	199	76	73	22	15
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	278	121	113	46	23
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	140	65	54	25	ND
	Chrysène	µg/(kg MS)	409	191	134	92	31
	Fluoranth.	µg/(kg MS)	544	272	186	129	35
	Indénopyr.	µg/(kg MS)	204	83	71	31	13
	Phénanthr.	µg/(kg MS)	188	115	70	40	16
	Pyrène	µg/(kg MS)	482	202	139	103	30
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	300	137	124	51	20
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	2775	1306	958	579	182
	<i>HAP somme (14) 2013</i>	<i>µg/(kg MS)</i>	<i>3440</i>	<i>1003</i>	<i>2063</i>	<i>431</i>	<i>1433</i>
Solvants et organochlorés	1.2-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.2-2ClEth	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.3-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	1.4-2ClBnz	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Benzène	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	2ClMéthane	µg/(kg MS)	800	840	750	700	810
	CCl4	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	CHCl3	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	HCBu	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCA 1.1.1	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TCB 123	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 124	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCB 135	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	TCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	TTCE	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
	Toluene	µg/(kg MS)	80	84	75	70	81
	Xylène-m	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16
Xylène-o	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Xylène-p	µg/(kg MS)	16	17	15	14	16	
Total	µg/(kg MS)	1648	1733	1545	1442	1666	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	819	1062	656	352	743

Tableau 30. Contamination du sédiment de la station LOUS13 (encadré) en 2014, avec mise en perspective des résultats avec les autres stations patrimoniales (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

Les types de micropolluants détectés dans les sédiments sont parmi les plus communs : HAP, solvants et organochlorés, AMPA (résidu de l'herbicide glyphosate). Ces deux dernières catégories sont présentes à des concentrations similaires à celles retrouvées dans les autres stations patrimoniales. Les teneurs en HAP sont en revanche (nettement) les plus faibles parmi les 5 stations comparées, et environ 8 fois moindres que celles mesurées un an auparavant dans la même station.

3. Pesticides

Aucun pesticide n'a été détecté en 2011. En 2012 et 2014, l'AMPA a été détecté dans le sédiment à une concentration de 789 et 743 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ MS, respectivement. Cette substance a aussi été détectée en 2013, dans l'eau, à une concentration de 0.031 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Ces teneurs de ce produit de dégradation du glyphosate ne présentent *a priori* pas de risque direct pour l'écosystème aquatique.

En 2013, l'herbicide organochloré métolachlor a également été détecté dans l'eau, à une concentration de 0.045 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Il s'agit d'un désherbant considéré par l'USGS comme un perturbateur endocrinien potentiel, et il est classé par l'INERIS comme très dangereux (score DANGER de 20/20) et problématique quant à son devenir environnemental (score TRANSFERT de 17.5/20). Bien que destiné à être particulièrement actif dans le règne végétal (les algues sont à ce titre les premières espèces non cibles impactées), les bases de données écotoxicologiques indiquent que les populations de crustacés soient également altérées par de très faibles concentrations de cette molécule.

E. Hydrobiologie

La qualité de la communauté diatomique se serait améliorée entre 2013 et 2014 d'après l'évolution de la valeur de l'IBD, i.e. de 16,0 à 19,1/20. Cette évolution est corroborée mais en de moindre proportions par l'évolution de la valeur de l'IPS : de 15,2 à 16,6/20.

Cette amélioration diatomique n'est pas corrélée avec une hausse de la valeur de l'équivalent-IBGN entre ces deux années. Toutefois, on constate que le rang du groupe indicateur retenu est plus élevé en 2014 qu'en 2013 et que les trichoptères Odontoceridae ont fait leur « retour » lors de cette seconde année (figures et tableau suivants).

Ces éléments vont dans le sens d'une hypothèse d'une meilleure qualité physico-chimique de l'eau en 2014 qu'en 2013, corroborée par des teneurs mesurées en matières phosphorées plutôt moindres lors de cette seconde année.

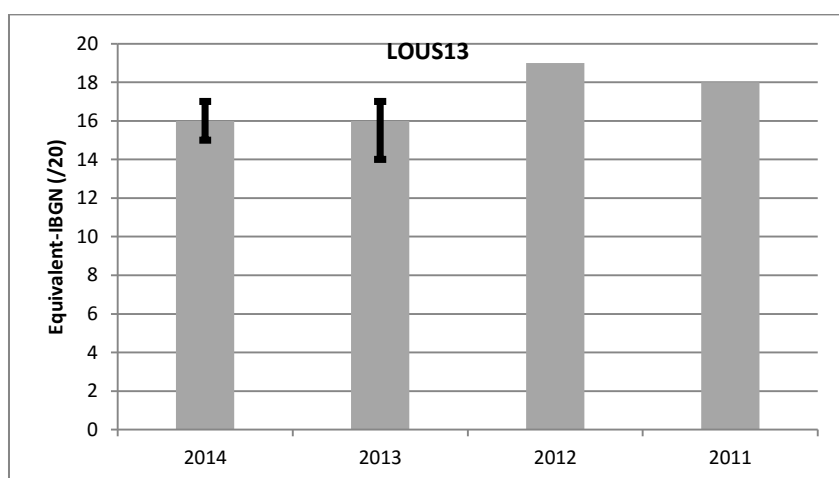


Figure 39. Évolution des valeurs des équivalents-IBGN. Les barres d'erreurs indiquent vers le bas la valeur de la robustesse négative, vers le haut la valeur de la robustesse positive (lorsque ces données sont disponibles).

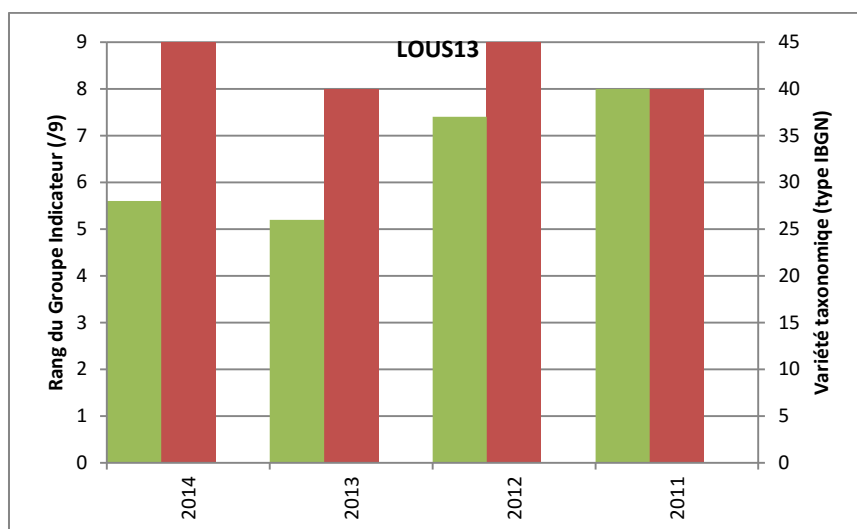


Figure 40. Valeurs des composante de l'équivalent-IBGN : rang du groupe taxonomique indicateur retenu dans le calcul de l'équivalent-IBGN (en rouge), et variété taxonomique type-IBGN (en vert).

La stabilité de la note globale de l'équivalent-IBGN en 2013-2014 à un niveau inférieur de celui observé en 2011-2012, s'explique par une nette diminution de la variété taxonomique. Deux hypothèses (non exclusives l'une de l'autre) peuvent être formulées :

- Un dégradation de la qualité des micro-habitats : les investigations de terrain en 2013 et 2014 ont permis d'observer des substrats dominants parfois très incrustés (nature nettement alcaline du milieu), et un fort courant de la lame d'eau s'effectuant en grande partie directement sur la roche... La présence de nombreux bryophytes vient toutefois procurer des abris plus favorables pour les macro-invertébrés. Cette structuration de l'environnement aquatique semble stable dans le temps et une brusque altération entre 2012 et 2013 parait peu vraisemblable pour expliquer l'évolution de l'état macrobenthique.
- un effet insidieux par des substances toxiques : l'approche SPEAR (figures suivantes) indique que si effectivement un impact modéré mais significatif et surtout insidieux par les pesticides sur le macrobenthos fut à l'œuvre en 2013, ce n'est plus le cas en 2014. Les futures investigations dans les années à venir devront donc nous permettre de vérifier s'il s'agit (ou pas) d'un délai nécessaire pour une reconquête en cours (rang du groupe indicateur et variété taxonomique en hausse entre 2013 et 2014) suite à un épisode de pollution isolé mais fortement impactant en 2013 (détection du métolachlor par exemple).

GI	Taxon	LOU-S13_2014	LOU-S13_2013
9	Chloroperlidae		
	Perlidae		
	Perlodidae		
	Taeniopterygidae		
8	Capniidae		
	Brachycentridae		
	Odontoceridae		
	Philopotamidae		
7	Leuctridae		
	Glossosomatidae		
	Beraeidae		
	Goeridae		
	Leptophlebiidae		
6	Nemouridae		
	Lepidostomatidae		
	Sericostomatidae		
	Ephemeridae		
5	Hydroptilidae		
	Heptageniidae		
	Polymitarcidae		
	Potamanthidae		
4	Leptoceridae		
	Polycentropodidae		
	Psychomyiidae		
	Rhycaophilidae		
3	<i>Limnephilidae</i>		
	Hydropsychidae		
	<i>Ephemerellidae</i>		
	Aphelocheiridae		
2	<i>Baetidae</i>		
	<i>Caenidae</i>		
	<i>Elmidae</i>		
	<i>Gammaridae</i>		
	Mollusques		
1	<i>Chironomidae</i>		
	<i>Asellidae</i>		
	Achètes		
	<i>Oligochètes</i>		

Tableau 31. Présence/absence des différents groupes indicateurs parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013-2014. En gris foncé, densité suffisante pour considérer le taxon comme « groupe indicateur », en gris clair, présence en densités trop faible pour être « groupe indicateur », en blanc, absence du taxon. En italique, les taxons nécessitant 10 individus pour être significatifs, sinon 3 individus sont nécessaires.

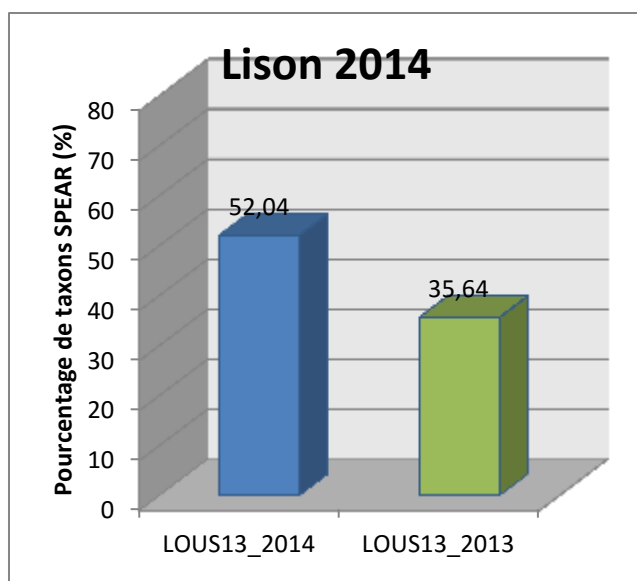


Figure 41. Pourcentage de taxons SPEAR (sensibles aux pesticides) parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées. Les codes couleurs correspondent aux seuils 50%, 30%, 20%, 10%.

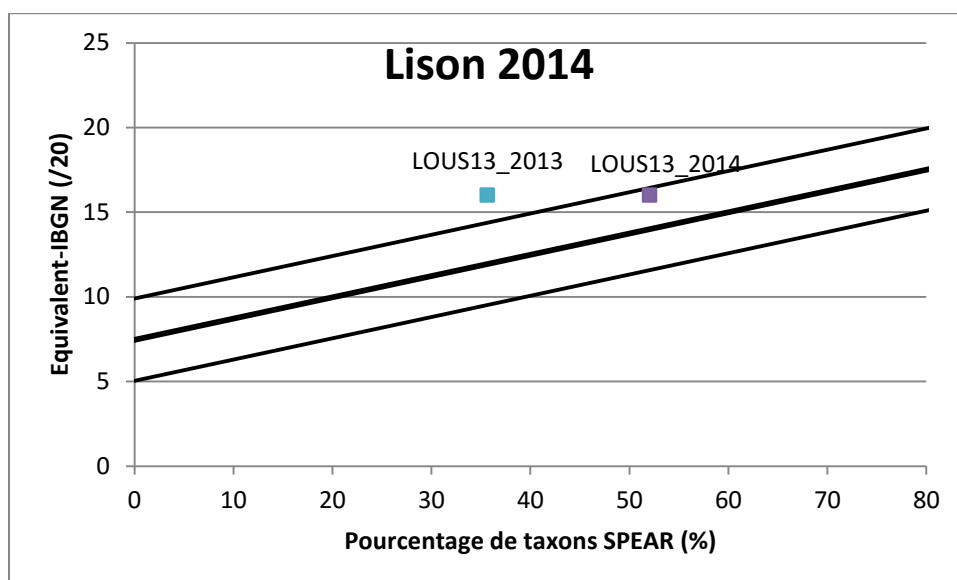


Figure 42. Projection du taux de taxons SPEAR par rapport à la corrélation habituellement observée avec les valeurs de l'équivalent-IBGN (>100 communautés exploitées). Les lignes supérieures et inférieures correspondent aux erreurs types de la corrélation. Une projection au-dessus de ces droites indique une valeur de l'équivalent-IBGN ne rendant pas fidèlement compte de l'impact des pesticides (effet insidieux), une projection en-dessous indique une altération globale du peuplement macrobenthique par des paramètres environnementaux structurant autres (contraintes hydrologiques en particulier).

F. Conclusion

La station LOUS13 présente un « bon état écologique » selon les critères DCE. Les teneurs en matières phosphorées sont mesurées à de faibles teneurs mais de façon chronique. Les contaminations en substances toxiques en 2014 sont faibles, mais l'hypothèse d'une pollution impactante et insidieuse en 2013 par ce type de substance, puis d'une lente récupération de la communauté macrobenthique, sera à vérifier les années à venir pour expliquer l'évolution discordante de ce compartiment biologique.

Compléments approches DCE (2^{ème} année de suivi)

Afin de rendre compatible le suivi de certaines stations avec les exigences d'une éligibilité à une évaluation de l'état écologique de type DCE, sur deux années consécutives notamment, le « suivi 2013 » a été complété par un « suivi 2014 » sur 3 stations : la Lanterne en fermeture de bassin (« Lanterne_7 »), et les stations « Rupt_4 » et « Rupt_6 » sur le BV du Rupt.

Les résultats présentés ci-après sont donc particulièrement destinés à compléter l'interprétation des données de ces stations au regard des exigences DCE (et complémentirement par le référentiel SEQ-Eau et autres expertises), le lecteur pouvant se référer au suivi 2013 pour les approches globales par bassin-versant.

I. Stations RUPT4 et RUPT6

A. Contexte et localisation

Une nouvelle station d'épuration a été achevée en 2013, avec une mise en service en 2014, entre les communes de Semondans et Saint-Julien-lès-Montbéliard. Elle collectera les eaux usées des communes de la haute-vallée (Echenans, Semondans, Desandans...) et doit servir notamment à désengorger la station d'épuration en service à l'aval de la commune de Dung.

9 stations ont été investiguées en 2013 dans le BV du Rupt, dont 6 localisées le long du linéaire du Rupt (Cf carte suivante). Parmi celles-ci figurent :

- Rupt_4 : station localisée à l'aval d'Allondans, en amont de la station d'épuration de Bart.
- Rupt_6 : station localisée à Bart en fermeture de bassin et dans un secteur où sont présents plusieurs seuils successifs.

Le suivi 2013 a permis d'établir les conclusions suivantes :

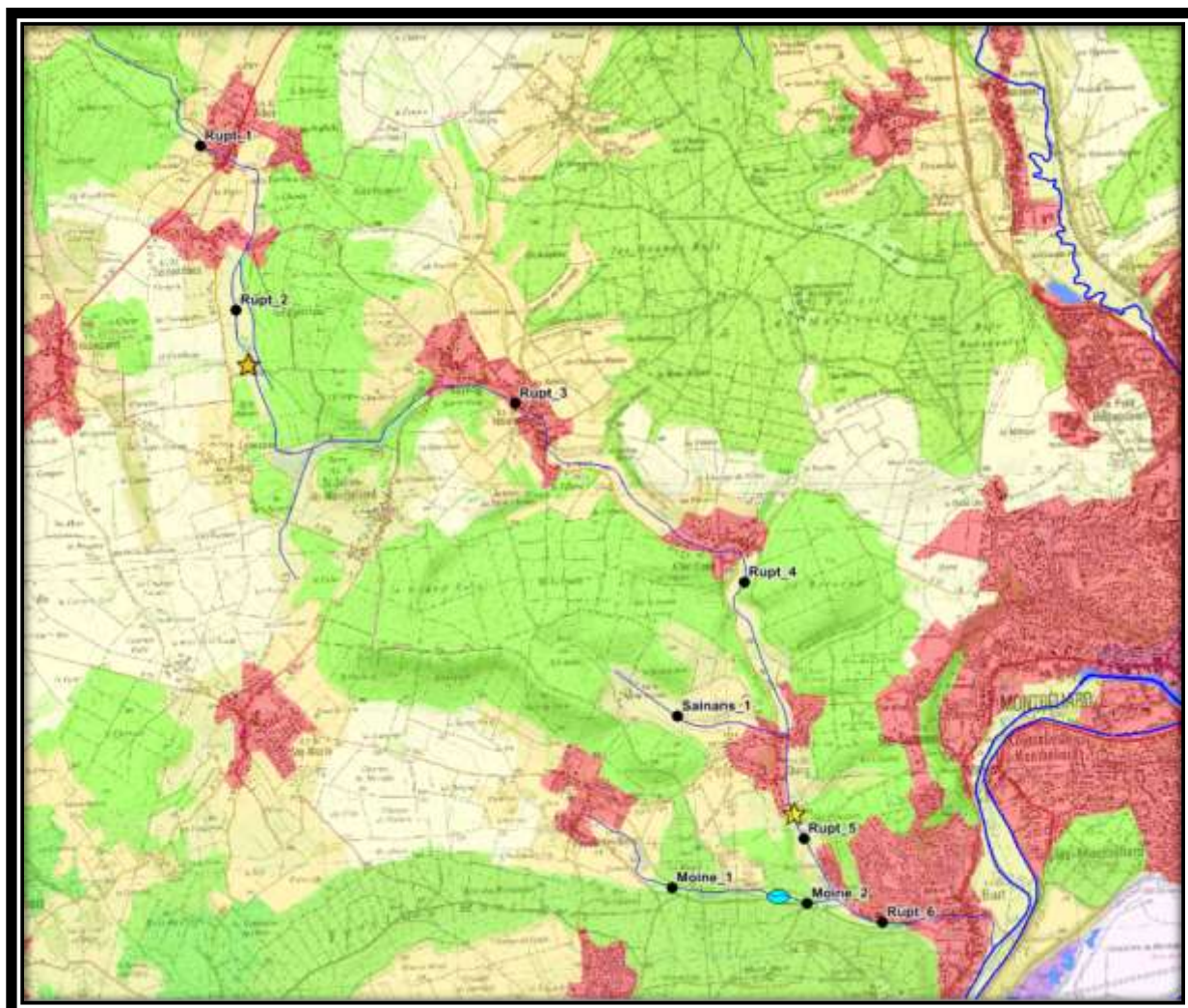
« La morphologie du Rupt est largement anthropisée tout au long de son linéaire. [...].

Une contamination chronique et diffuse d'origine agricole par les nitrates a été constatée sur l'ensemble du bassin versant. En outre, une contamination d'origine domestique par les nitrites, ammonium, orthophosphates et phosphore total a été identifiée. Cette-dernière trouve essentiellement son origine dans le rejet de la station d'épuration de Dung pour le Rupt [...].

À ces macro-polluants s'ajoute une contamination multiples par diverses substance toxiques (pesticides, métaux lourds, HAP...). Ceci contribue à engendrer un environnement peu favorable à la vie aquatique. Ainsi un impact par les pesticides sur les communautés macrobenthiques a été

identifié : insidieux mais réel dans la partie médiane du Rupt, il se fait davantage prégnant dans sa partie distale [...].

Toutefois, la comparaison avec les données antérieures (et datant de moins de 10 ans) démontrent une nette amélioration de la qualité physico-chimique globale de l'eau du Rupt. Les efforts liés à l'amélioration de l'assainissement sur ce bassin en sont certainement une cause majeure. La construction de la nouvelle station d'épuration à Echenans devrait permettre de poursuivre l'amélioration de la qualité du Rupt aval. »



Carte 7. Localisation des stations échantillonnées en 2013. Légende : principales surfaces urbanisées en rouge, recouvrements forestiers en vert, surfaces agricoles en jaune (prairies en jaune foncé, cultures en jaune clair), nouvelle station d'épuration représentée par l'étoile orange (au nord), ancienne station d'épuration représentée par l'étoile jaune (au sud), étang/lagunage représenté par l'ellipse bleue claire.

B. Situation hydrologique

Une station limnimétrique automatisée est implantée sur le Rupt à Dung, ce qui permet d'une part d'avoir une vision des fluctuations hydrologiques entre les campagnes d'échantillonnages, et d'autre part de se référencer à des débits types (étiage, module, crue).

Le profil hydrologique (figure suivante) indique que pour le suivi 2013, la 1^{ère} campagne fut effectuée en fin de moyennes eaux printanières, la 2^{nde} en fin d'étiage estival, la 3^{ème} après de multiples lessivages et en période de moyennes eaux automnales, la 4^{ème} après plusieurs hautes eaux hivernales et en période de fortes pluies. Pour le suivi 2014, la 1^{ère} campagne fut réalisée en période de basses eaux stabilisées (le QMNA5 ne fut atteint qu'entre le 14 et le 16 juin 2014), la 2^{nde} a suivi un fort épisode pluvieux en période automnale, la 3^{ème} fut réalisée lors des hautes eaux hivernales et la 4^{ème} en moyennes eaux printanières.

Ce sont donc des situations hydrologiques contrastées qui ont été observées lors des 8 campagnes d'échantillonnages de ces deux années.

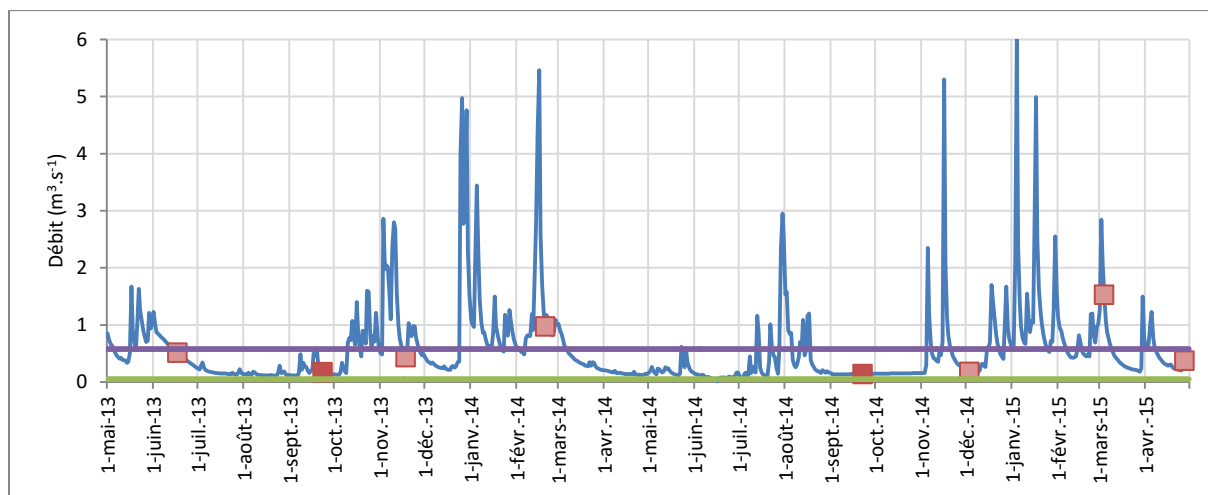


Figure 43. Profil hydrologique du Rupt à Dung de mai 2013 à mai 2015. La ligne violette indique le débit correspondant au module interannuel, la ligne verte indique le débit correspondant au QMNA5. La crue de retour 10 ans n'apparaît pas sur le graphique ($13 \text{ m}^3/\text{s}$). Les points rouges indiquent les dates de prélèvements, en rouge foncé les dates où ont aussi été réalisés les échantillonnages hydrobiologiques.

C. États DCE (et référentiel SEQ-Eau)

Les tableaux suivants présentent, pour RUPT4 puis pour RUPT6, les données et classes d'états correspondant à l'évaluation 2013-2014 de l'état écologique DCE, ou, le cas échéant, par le SEQ-Eau pour les paramètres non exploités par ce référentiel DCE. Seul l'élément nitrates est interprété par les deux référentiels.

De façon globale, pour la station RUPT4, on constate que les groupes de paramètres biologiques, physico-chimiques et relatifs aux polluants spécifiques synthétiques présentent tous un « bon état », conférant ainsi à cette station un « bon état écologique » 2013-2014.

La station RUPT6 apparaît nettement davantage altérée avec un « état écologique moyen » résultant notamment de compartiments biologiques et physico-chimiques eux-mêmes en un état moyen.

Les chapitres suivants analysent plus finement ces résultats par station.

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014						
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique								
Rupt_4	06462300	Côte calcaire est	Collines de Haute-Saône	TP10	Equivalent IBGN (/20)	15	16	15,5	Très bon état	Bon état	BON ETAT							
					IBD (/20)	15,5	17,7	16,6	Bon état									
		Physico-chimie										Etat physico-chimique						
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification					
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4		P total	NH4	NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante
		17/06/2013	10,26	99,8	<0,5	1,4	Bon état	13,8	Très bon état	0,05		0,030	0,10	0,05	12,9	Bon état	7,15	Très bon état
		23/09/2013	9,23	87,0	1,2	2,3		12,5		0,02		0,040	0,05	0,09	16,7		7,67	
		18/11/2013	11,37	96,7	0,6	1,2		8,2		0,08		0,030	0,08	0,10	16,5		7,24	
		20/02/2014	9,64	89,3	<0,5	1,1		8,9		0,04		0,033	<0,05	0,03	11,4		7,24	
		22/09/2014	8,75	86,9	2,0	2,8		15,0		0,04		0,084	0,08	0,10	8,0		7,36	
		03/12/2014	11,11	93,7	<0,5	1,0		8,1		0,02		0,015	<0,05	0,04	15,1		7,37	
		04/03/2015	11,55	99,0	1,1	1,3		8,6		0,05		0,035	<0,05	<0,02	11,3		7,57	
		28/04/2015	8,51	78,8	2,2	1,8		12,0		0,05		0,072	0,11	0,07	9,6		7,47	
		Polluants Spécifiques Synthétiques										Etat PSS						
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D				2,4 MCPA					
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle		(µg/l)	moyenne annuelle					
		17/06/2013	/	[0,000 ; 0,020]	/	[0,000 ; 0,005]	/	[0,000 ; 0,020]	/	[0,000 ; 0,020]		/	[0,0120 ; 0,0270]					
		23/09/2013	/		/		/		/									
		18/11/2013	/		/		/		/									
20/02/2014	/	/	/		/													
22/09/2014	NQ	NQ	NQ		NQ													
03/12/2014	NQ	NQ	NQ		NQ													
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ													
28/04/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		0,048											

Tableau 32. Suivi DCE 2013-2014 de l'état écologique de la station Rupt4.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
RUPT4	06462300	22/09/2014	<20	4.10	<1	8.00	2	<2	423.0	12,8	18.00	95.70	4.520	8.20	24,3	26.70
		03/12/2014	<20	1.00	<1	15.10	<2	<2	390.0	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015	<20	1.30	<1	11.30	6	<2	339.0	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015	<20	2.60	<1	9.60	9	<2	377.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 33. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station RUPT4 via le référentiel SEQ-Eau

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014							
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique									
Rupt_6	06462450	Côte calcaire est	Collines de Haute-Saône	TP10	Equivalent IBGN (/20)	10	9	9,5	Etat moyen		Etat moyen	ETAT MOYEN							
					IBD (/20)	9,1	15,8	12,45	Etat moyen										
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments					Acidification		Etat physico-chimique			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2	NO3		Résultante	pH	Résultante
		17/06/2013	8,75	85,2	0,9	1,6	Etat moyen	13,5	Très bon état	0,18	0,080		0,22	0,14	12,6	Bon état	7,35	Très bon état	Etat moyen
		23/09/2013	7,21	68,3	1,2	2,4		12,1		0,45	0,180		0,20	0,22	15,9		7,63		
		18/11/2013	11,37	96,1	0,9	1,2		8,1		0,09	0,050		0,14	0,07	16,5		7,50		
		20/02/2014	10,98	101,1	<0,5	1,3		8,7		0,09	0,037		0,09	0,05	10,8		7,30		
		22/09/2014	8,81	85,2	1,5	3,0		14,0		0,28	0,150		0,06	0,12	10,7		7,54		
		03/12/2014	11,81	99,3	<0,5	1,1		7,8		0,07	0,038		<0,05	0,04	15,8		7,56		
		04/03/2015	11,50	98,4	1,5	1,2		8,5		0,09	0,043		0,13	0,03	11,5		7,68		
		28/04/2015	8,53	78,3	2,2	2,0		11,5		0,14	0,140		0,12	0,09	9,7		7,68		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS						
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle					
		17/06/2013	NQ	[0,0029 ; 0,0204]	NQ	[0,0029 ; 0,0066]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,0039 ; 0,0214]	NQ		[0,0290 ; 0,0415]	Bon état					
		23/09/2013	NQ		0,013		NQ		0,029										
		18/11/2013	NQ		NQ		NQ												
20/02/2014	NQ	NQ	NQ																
22/09/2014	NQ	0,010	NQ		0,038														
03/12/2014	NQ	NQ	NQ																
04/03/2015	NQ	NQ	NQ																
28/04/2015	0,023	NQ	NQ		0,165														

Tableau 34. Suivi DCE 2013-2014 de l'état écologique de la station Rupt6.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
RUPT6	06462450	22/09/2014	<20	2.60	<1	10.70	2	<2	396.0	16	14.70	89.10	3.880	10.30	22,45	24.40
		03/12/2014	<20	1.10	<1	15.80	<2	<2	387.0	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015	<20	1.20	<1	11.50	6	<2	345.0	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015	<20	2.30	<1	9.70	9	23.0	364.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 35. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station RUPT6 via le référentiel SEQ-Eau

D. Interprétations

Ce suivi en une seconde année consécutive n'est pas destiné à évaluer une quelconque évolution significative de la qualité du milieu aquatique entre 2013 et 2014 (un plus grand recul serait nécessaire), mais plutôt à accroître la robustesse de l'analyse de l'état écologique actuel. Comme indiqué en préambule de cette section du rapport, les interprétations qui suivent viennent donc s'inscrire en complément des approches globales par bassin-versant effectuées en 2013.

1. Station RUPT4

En 2013, il avait été établi les conclusions suivantes pour cette station :

La station Rupt_4 présente un lit rectifié avec une uniformisation des vitesses de courant mais on ne note pas de présence de colmatage et les substrats sont plutôt favorables à de la diversité macrobenthique (dominance de galets et bryophytes).

Les peuplements de macro-invertébrés y sont ainsi plutôt diversifiés (36 taxons). La valeur indicelle de 15/20 permet la classification de la qualité macrobenthique en très bon état dans cette station selon le référentiel DCE. Néanmoins, le calcul de sa robustesse indique une légère tendance à surévaluer cette qualité macrobenthique. En outre, la présence de Goeridae et Sericostomatidae, groupes indicateurs de rang 7 et 6 respectivement, sont synonymes d'une qualité de l'eau non optimale pour ce niveau typologique, et donc d'une relative altération de cette-dernière. Ceci peut être mis en relation avec les analyses physico-chimiques qui y ont révélé la présence chronique de nitrates entre 11 et 17 mg.L⁻¹.

L'analyse des peuplements diatomiques vient étayer ce diagnostic d'une qualité de l'eau modérément altérée avec un IBD déclassé en un simple « bon état ». Le calcul de l'IPS, réputé meilleur discriminant que l'IBD, confirme et accentue cette conclusion.

L'application de l'approche SPEAR [...] sur cette station indique que la communauté macrobenthique y est davantage impactée par la présence de pesticides que ne le laisse envisager la valeur de l'équivalent-IBGN. En effet, environ 1/3 de la communauté est dite sensible aux pesticides, [...] et laisse entrevoir une contamination modérément impactante et insidieuse de pesticides sur ces macro-invertébrés au niveau de cette station.

La physico-chimie de l'eau apparaît stable en 2013 et 2014, sans évolution notable entre ces deux années que ce soit pour le bilan de l'oxygène ou pour les teneurs en nutriments. Tout au plus pouvons-nous noter la présence de deux concentrations en phosphore total plus élevées que la moyenne lors du suivi 2014. Par conséquent, sur la base de ces 4 campagnes annuelles, ces indicateurs physico-chimiques sont globalement bons, avec toutefois une contamination modérée mais chronique par les nitrates.

Ceci se traduit par des indicateurs hydrobiologiques « classiques » (Équivalent-IBGN, IBD) relativement peu altérés : le peuplement diatomique présente une moyenne de 16,6/20, synonyme de « bon état », et le peuplement macrobenthique présente une moyenne de 15,5/20, synonyme d'un « très bon état ». On peut toutefois d'ores-et-déjà constater le caractère non optimale de la qualité de ces deux communautés par rapport au potentiel typologique de la station.

Concernant les peuplements de diatomées, on observe une progression notable de la valeur de l'IBD (de 15,5 à 17,7/20, respectivement en 2013 et 2014), et plus encore en considérant les valeurs de l'IPS réputé meilleur discriminant vis-à-vis des paramètres physico-chimiques (de 13,4 à 17,1).

Comme illustré par les deux figures suivantes, cette amélioration de l'état biologique est moins drastique pour le compartiment macrobenthique avec une augmentation d'un seul point de la valeur de l'équivalent-IBGN entre 2013 et 2014. Si le rang du groupe indicateur reste inchangé, on observe toutefois une sensible augmentation de la diversité taxonomique.

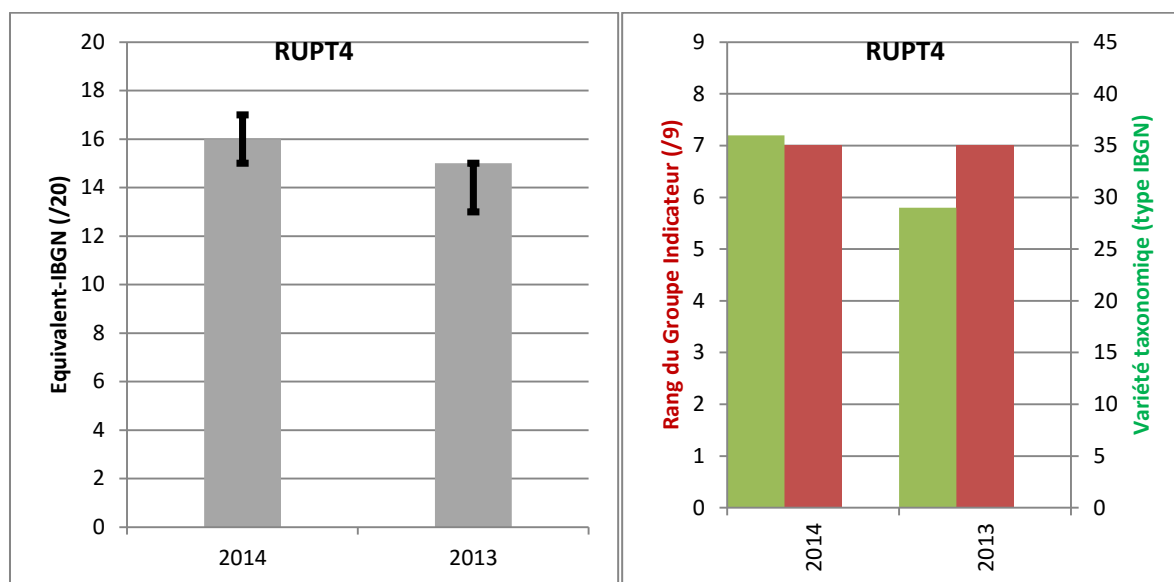


Figure 44. Valeurs des équivalent-IBGN avec les barres verticales représentant les robustesses positives et négatives (graphique de gauche), et valeurs de ces deux principales composantes que sont la variété taxonomique (vert) et le rang du groupe indicateur (rouge) (graphique de droite).

Par conséquent, sur la base de ces analyses physico-chimiques « bonnes » et stables, et des états biologiques globalement « bons » en moyennant sur les deux années, l'état écologique de la station Rupt4 est défini comme « bon » au regard des critères DCE.

On observe toutefois une contamination récurrente du milieu par les pesticides avec au total 10 pesticides détectés en 2014, plutôt en période de basses eaux (les pesticides n'avaient pas été recherchés en 2013).

Substance (code court SANDRE)	22/09/2014	03/12/2014	04/03/2015	28/04/2015
2.4-MCPA				0,048
AMPA		0,021		0,134
Diflufenic	0,006			
Dimétachlo	0,011			0,041
Dimethamid	0,013			0,056
Fluroxypyr				0,078
Glyphosate	0,03			
Métazachlo	0,013			0,049
Métolachlo				
Napropamid	0,006			
Quinmerac	0,043			
Nb pesticides	7	1	0	6
Total concentration	0,122	0,021	0	0,406

Tableau 36. Pesticides détectés en 2014 dans la station Rupt4 ($\mu\text{g/L}$).

Le caractère impactant de cette contamination par les pesticides peut être évalué sur le compartiment macrobenthique par l'approche SPEAR où un pourcentage de taxons dits sensibles aux pesticides est estimé dans les communautés échantillonnées en 2013 et 2014 (figure suivante). On constate ainsi :

- que l'impact est relativement similaire entre les deux années, corroborant le caractère récurrent de cette pollution ;
- que le taux de « taxons sensibles » est moyen (classe verte entre 30 et 40%), corroborant ainsi le caractère modéré mais réelle de l'intensité de la pollution de cette station par les pesticides.

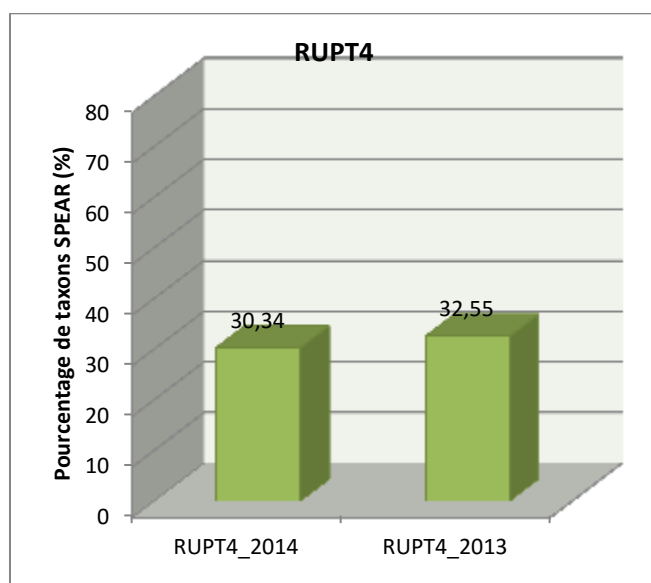


Figure 45. Pourcentage de taxons SPEAR (= « sensibles aux pesticides ») parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013 et 2014.

Outre cette pollution par les pesticides, une contamination du milieu par les métaux lourds est également avérée en 2014 (tableau suivant). Ces substances n'avaient pas été recherchées en 2013.

		Arsenic total (mg/kg MS)	Cadmium total (mg/kg MS)	Chrome total (mg/kg MS)	Cuivre total (mg/kg MS)	Etain total (mg/kg MS)	Mercurie total (mg/kg MS)	Nickel total (mg/kg MS)	Plomb total (mg/kg MS)	Selenium (mg/kg MS)	Zinc total (mg/kg MS)
Sed	2014	11.00	<0.50	25.30	9.60		<0.0240	10.00	13.90	<0.100	60.70
Bryo	2014	4.790	0.300	6.930	34.90		<0.0500	11.720	4.690	<0.250	150.10

Tableau 37. Contamination des compartiments sédimentaires et bryophytiques de la station en 2014 (classes SEQ-Eau).

L'usage du référentiel SEQ-Eau semble indiquer une multi-contamination de la station par les métaux lourds, particulièrement par l'arsenic. Cette pollution perdurerait encore en 2014 pour l'arsenic et le cuivre (biodisponibles dans la phase aqueuse pour les bryophytes).

Un examen plus attentif de ces résultats au regard de plusieurs référentiels permet toutefois de moduler ces premiers éléments d'interprétation (figure suivante).

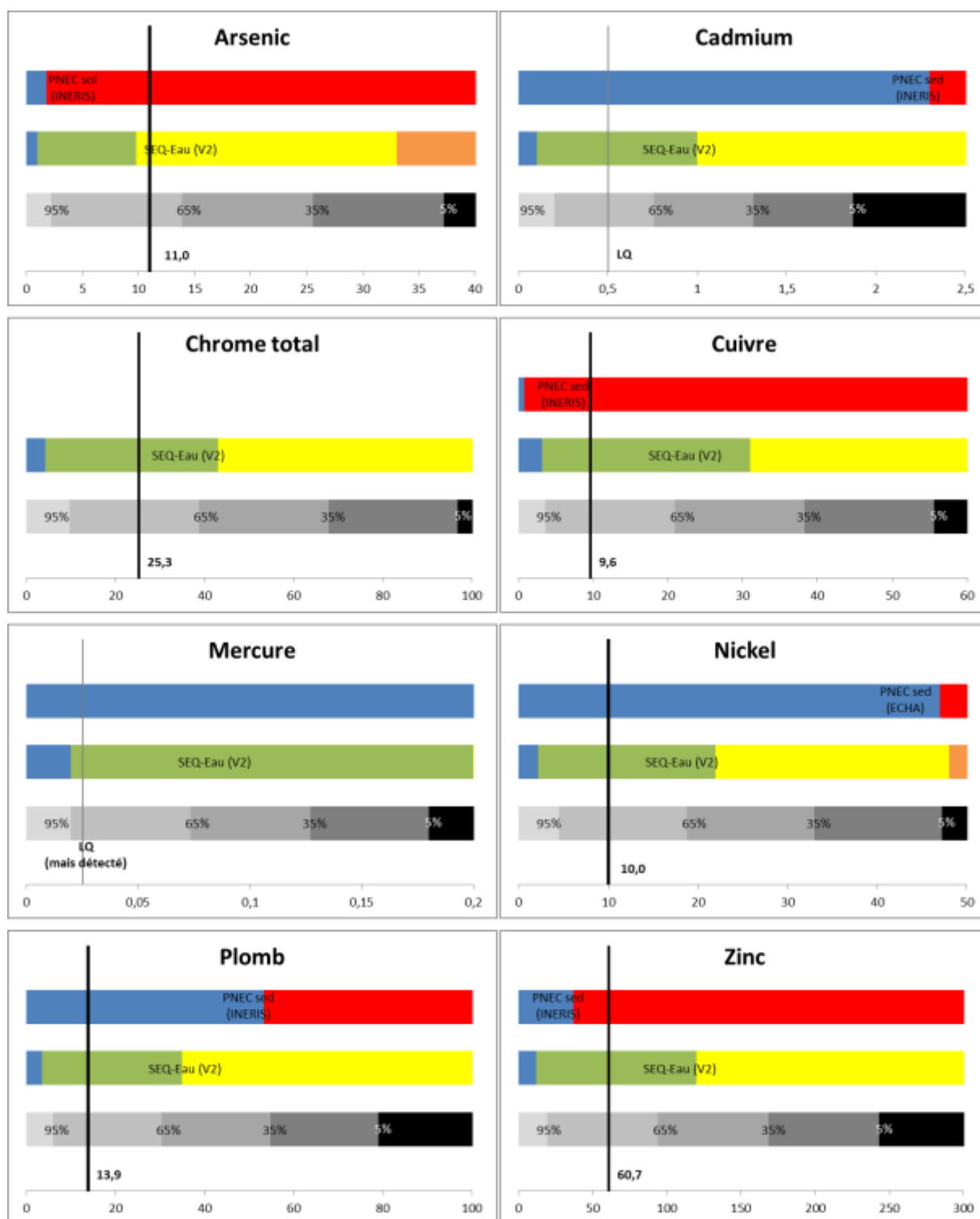


Figure 46. Niveau de contamination du sédiment (µg/Kg MS) pour chacun des métaux lourds. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonnés dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

La contamination du milieu par les métaux lourds est bien réelle tout en restant dans des gammes de concentrations non exceptionnellement élevées. Ceci est particulièrement vrai pour l'arsenic, le chrome, le nickel, le plomb et le zinc. Le mercure et le cadmium n'ont pas été détectés (LQ = Limite

de Quantification) et le cuivre est présent à une concentration que l'on retrouve dans toutes les stations suivies en 2014.

Si pour le référentiel SEQ, seul l'arsenic décline en une classe de qualité « moyenne », d'un point de vue écotoxicologique, ce sont les éléments arsenic, cuivre et zinc qui présentent des risques d'altérations toxicologiques directes pour l'écosystème aquatique.

Outre les métaux lourds, les micropolluants ont aussi été recherchés dans le compartiment sédimentaire en 2014 (tableau suivant).

			RUPT4	RUPT6
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	81	11
	B(a)A	µg/(kg MS)	419	86
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	304	85
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	450	104
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	418	97
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	198	47
	Chrysène	µg/(kg MS)	590	132
	Fluoranth.	µg/(kg MS)	866	157
	Indénopyr.	µg/(kg MS)	296	85
	Phénanthr.	µg/(kg MS)	440	64
	Pyrène	µg/(kg MS)	689	128
	Acenaphten	µg/(kg MS)	16	ND
	Naphtalène	µg/(kg MS)	11	ND
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	450	104
HAP somme (14)	µg/(kg MS)	4328	892	
Solvants et organochlorés	Benzène	µg/(kg MS)	13	14
	1.2-2ClBnz	µg/(kg MS)	67	71
	1.2-2ClEth	µg/(kg MS)	67	71
	1.3-2ClBnz	µg/(kg MS)	67	71
	1.4-2ClBnz	µg/(kg MS)	67	71
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	13	14
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	13	14
	2ClMéthane	µg/(kg MS)	670	710
	CCl4	µg/(kg MS)	13	14
	CHCl3	µg/(kg MS)	13	14
	HCBu	µg/(kg MS)	13	14
	TCA 1.1.1	µg/(kg MS)	13	14
	TCB 123	µg/(kg MS)	67	71
	TCB 124	µg/(kg MS)	67	71
	TCB 135	µg/(kg MS)	67	71
	TCE	µg/(kg MS)	158	280
	Toluene	µg/(kg MS)	67	71
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	13	14
	TTCE	µg/(kg MS)	93	233
	Xylène-m	µg/(kg MS)	13	14
Xylène-o	µg/(kg MS)	13	14	
Xylène-p	µg/(kg MS)	13	14	
Total	µg/(kg MS)	1600	1945	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	229	296
	Diflufenic	µg/(kg MS)	ND	31
Phtalates	DEHP	µg/(kg MS)	ND	315

Tableau 38. Contamination du sédiment de la station Rupt 4 (encadré) en 2014, avec mise en perspective des résultats pour la station Rupt6 (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

Comme pour les autres « éléments toxiques », une contamination moyenne mais réelle du sédiment par les micropolluants est constatée au niveau de la station Rupt4. Il s'agit des familles de substances parmi les plus fréquemment détectées : HAP, solvants et organochlorés, et l'AMPA (métabolite de l'herbicide glyphosate).

Au final la station Rupt4 présente un bon état global sans être optimal, avec des pressions qualitatives réelles mais modérées, qu'il s'agisse des contaminations par les matières nutritives (nitrates et phosphore total), des pesticides (10 substances détectées), des métaux lourds (As, Cr, Ni, Pb, Zn) ou des micropolluants « classiques ».

2. Station RUPT6

En 2013, il avait été établi les conclusions suivantes pour cette station :

La station Rupt_6 présente également un lit rectifié ainsi que la proximité de plusieurs seuils, engendrant une relative homogénéisation des profondeurs et classes de vitesses. On y observe également un léger dépôt de matières organiques sur les fonds mais aussi une diversité et une qualité de substrats favorables au développement à la vie macrobenthique.

La valeur indicielle de l'équivalent-IBGN, robuste dans le sens positif et négatif, met en évidence une nette altération du potentiel biogène de la station (état moyen selon le référentiel DCE). La qualité habitacionnelle de la station n'est que très partiellement explicative de ce dysfonctionnement (32 taxons identifiés), cette-dernière trouvant plutôt sa source dans une atteinte de la qualité de l'eau. Ceci est étayé par la présence de groupes indicateurs de rangs 4 et 3 (Polycentropodidae et Limnephilidae respectivement), synonyme d'une dégradation nette de la qualité de l'eau.

Ceci est corroboré par la présence concomitante d'un peuplement diatomique synonyme de qualité de l'eau médiocre, avec une prédominance de l'espèce Navicula margalithii dont le préférendum se situe dans une classe de qualité de 3 sur les 9 possibles (la 9ème classe étant synonyme d'excellente qualité). Pour rappel, les analyses physico-chimiques ont mis en évidence une contamination de cette station par les matières azotées (ammonium, nitrites, nitrates) et phosphorées (orthophosphates et phosphore total).

L'application de l'approche SPEAR [...] sur cette station indique que la communauté macrobenthique y est impactée par des pesticides : seulement environ ¼ de celle-ci est dite sensible aux pesticides. Ce niveau d'altération est néanmoins fidèlement retranscrit par la valeur de l'équivalent-IBGN obtenue, i.e. 10/20.

Comme pour la station Rupt4, les 4 campagnes annuelles ne permettent pas de mettre en évidence une évolution à la hausse ou à la baisse du niveau moyen des paramètres physico-chimiques. Ainsi le constat de contaminations récurrentes par l'ensemble des matières nutritives est confirmé. En outre la moindre saturation en oxygène en basses estivales, à rapprocher des altérations morphologiques de ce secteur, contribue au déclassement de l'état physico-chimique de la station en un « état moyen » au regard du référentiel DCE.

Cette altération physico-chimique est corroborée par l'état biologique de la station également en un « état moyen », qu'il s'agisse du compartiment diatomique ou du compartiment macrobenthique en 2013-2014. Ainsi, l'équivalent-IBGN est relativement stable entre 2013 et 2014, qu'il s'agisse de la variété taxonomique ou du rang du groupe indicateur (figures suivantes). On constate en revanche une nette amélioration de la qualité du peuplement diatomique avec une valeur de l'IBD qui passe de 9,1/20 (état médiocre en 2013) à 15,8/20 (bon état en 2014).

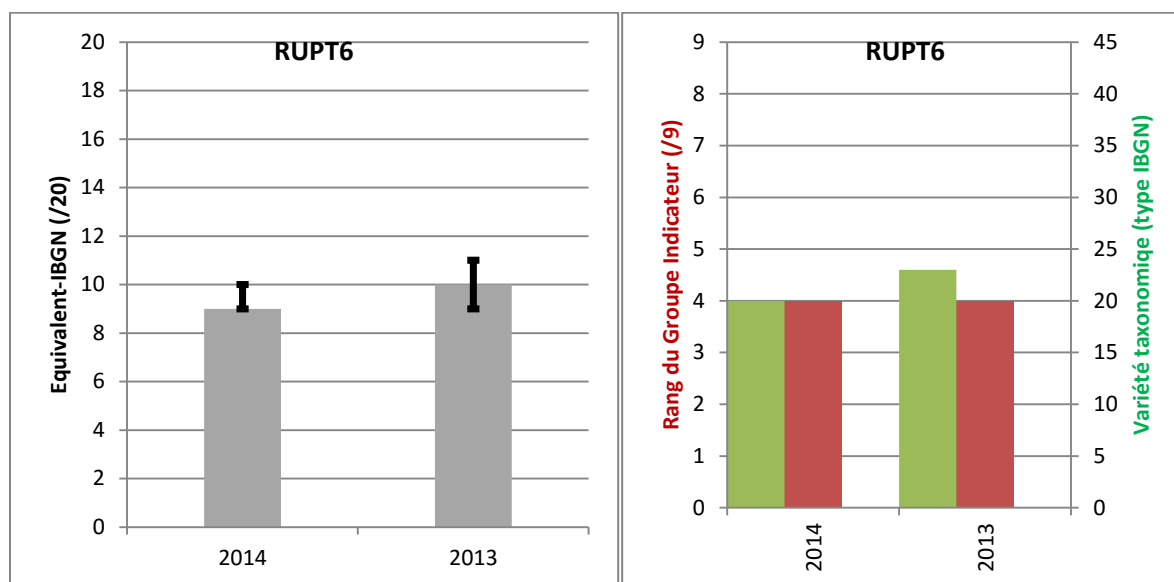


Figure 47. Valeurs des équivalent-IBGN avec les barres verticales représentant les robustesses positives et négatives (graphique de gauche), et valeurs de ces deux principales composantes que sont la variété taxonomique (vert) et le rang du groupe indicateur (rouge) (graphique de droite).

Outre ces indicateurs physico-chimiques significativement altérés, une contamination significative et récurrente de la station par les pesticides est avérée (tableau suivant) : 22 pesticides ont été détectés en 2014 (dont les 10 substances précédemment détectées en 2013), plutôt en période de basses eaux. Parmi ces substances on note la présence du Polluant Spécifique Synthétique 2,4MCPA dont la concentration peut dépasser ponctuellement la valeur de sa NQE_MA (= moyenne annuelle de sa norme de qualité environnementale).

Le caractère impactant de cette contamination par les pesticides peut être évalué sur le compartiment macrobenthique par l'approche SPEAR où un pourcentage de taxons dits sensibles aux pesticides est estimé dans les communautés échantillonnées en 2013 et 2014 (figure suivante). On constate ainsi :

- que l'impact est relativement similaire entre les deux années, corroborant le caractère récurrent de cette pollution ;
- que le taux de « taxons sensibles » est assez faible (classe jaune entre 20 et 30%), corroborant ainsi le caractère significatif de l'intensité de la pollution de cette station par les pesticides.

	22/09/2014	03/12/2014	04/03/2015	28/04/2015
2,4-D-este	0,035			
2.4-MCPA	0,038			0,165
24D	0,031			
AMPA	0,048			0,131
Atrazine	0,091			
Benoxacor				0,013
Chlortolu				0,023
Clomazone	0,007			
Dichlorpro	0,035			
Diflufenic	0,01			
Dimétachlo	0,015			
Dimethamid				0,009
Fipronil	0,01			
Fluroxypyr				0,113
Glyphosate				0,099
Métaldéhyd	0,23			
Métazachlo	0,009			
Métolachlo				0,51
Napropamid	0,013			
Oxadiazon	0,01			
Tributyl P	0,008			0,006
Triclopyr	0,037			
Nb pesticides	16	0	0	9
Total concentration	0,627	0	0	1,069

Tableau 39. Pesticides détectés en 2014 dans la station Rupt6 ($\mu\text{g/L}$).

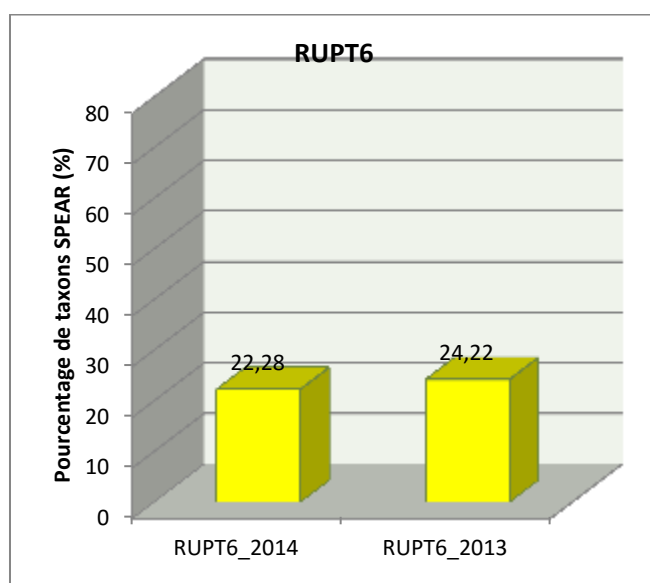


Figure 48. Pourcentage de taxons SPEAR (= « sensibles aux pesticides ») parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013 et 2014.

Outre cette pollution par les pesticides, une contamination du milieu par les métaux lourds est également avérée en 2014 (tableau suivant). Si le compartiment sédimentaire fut aussi investigué en 2013, en revanche, l'échantillonnage et l'analyse de bryophytes sur cette station ne fut possible que lors de l'année 2014.

		Arsenic total	Cadmium total	Chrome total	Cuivre total	Etain total	Mercuré total	Nickel total	Plomb total	Selenium	Zinc total
		(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)
Sed	2014	10,4	1	18,7	10,4	/	0,036	11,4	16,6	0,1	58,8
	2013	11,6	<0,5	24,2	<10,1	<0,10	0,035	12,1	15,6	/	54,4
Bryo	2014	6.0	0.710	13.660	53.60		0.0510	12.70	14.0	<0.250	446.90

Tableau 40. Contamination des compartiments sédimentaires et bryophytiques de la station en 2013 et 2014 (classes SEQ-Eau).

D'après l'analyse des résultats à travers le spectre du SEQ-Eau, il apparaît une multi-contamination chronique du milieu aquatique par les métaux lourds, essentiellement par de l'arsenic.

On note aussi la présence d'une pollution actuelle « certaine » (classe 3 pour les bryophytes) par le zinc et « probable » (classe 2) par l'arsenic, le chrome et le cuivre (substances biodisponibles dans la phase aqueuse en 2014).

Un examen plus attentif de ces résultats au regard de plusieurs référentiels permet toutefois de moduler ces premiers éléments d'interprétation (figure suivante). La contamination du milieu par les métaux lourds est bien réelle tout en restant dans des gammes de concentrations non exceptionnellement élevées, bien que notable pour le cadmium. Ainsi, les limites de quantification dans le sédiment ont été franchies pour l'ensemble de ces métaux lourds. Il s'agit donc bien d'une multi-contamination du sédiment de cette station par les métaux lourds. On note toutefois que le cuivre est présent à une concentration similaire à celle retrouvée dans toutes les stations suivies en 2014.

Si pour le référentiel SEQ, seul l'arsenic décline en une classe de qualité « moyenne », d'un point de vue écotoxicologique, ce sont les éléments arsenic, cuivre et zinc qui présentent des risques d'altérations toxicologiques directes pour l'écosystème aquatique.

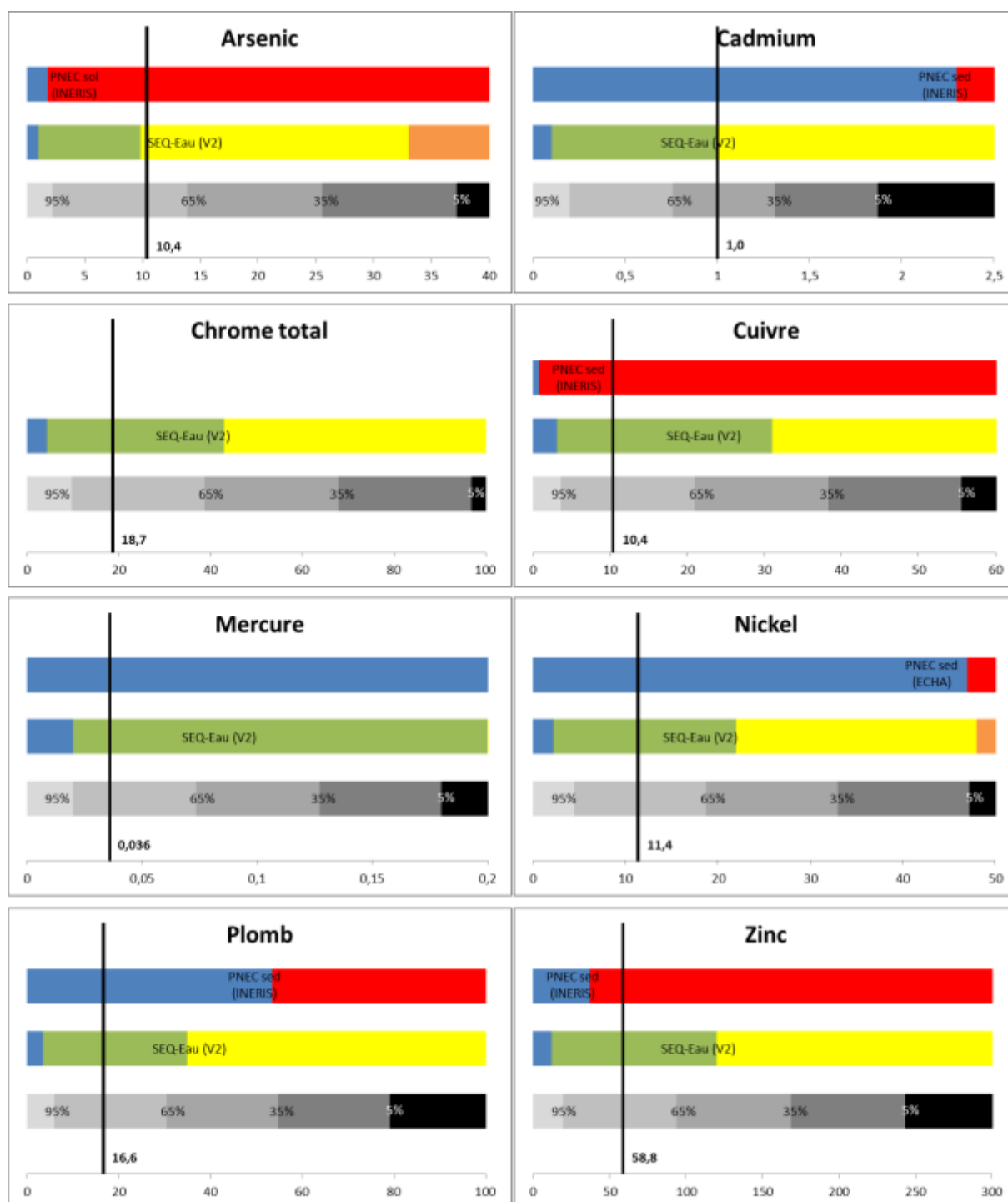


Figure 49. Niveau de contamination du sédiment ($\mu\text{g}/\text{Kg MS}$) pour chacun des métaux lourds. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

Outre les métaux lourds, les micropolluants ont aussi été recherchés dans le compartiment sédimentaire en 2014 (tableau suivant).

			RUPT4	RUPT6
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	81	11
	B(a)A	µg/(kg MS)	419	86
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	304	85
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	450	104
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	418	97
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	198	47
	Chrysène	µg/(kg MS)	590	132
	Fluoranth.	µg/(kg MS)	866	157
	Indénopyr.	µg/(kg MS)	296	85
	Phénanthr.	µg/(kg MS)	440	64
	Pyrène	µg/(kg MS)	689	128
	Acenaphten	µg/(kg MS)	16	ND
	Naphtalène	µg/(kg MS)	11	ND
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	450	104
HAP somme (14)	µg/(kg MS)	4328	892	
Solvants et organochlorés	Benzène	µg/(kg MS)	13	14
	1.2-2ClBnz	µg/(kg MS)	67	71
	1.2-2ClEth	µg/(kg MS)	67	71
	1.3-2ClBnz	µg/(kg MS)	67	71
	1.4-2ClBnz	µg/(kg MS)	67	71
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	13	14
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	13	14
	2ClMéthane	µg/(kg MS)	670	710
	CCl4	µg/(kg MS)	13	14
	CHCl3	µg/(kg MS)	13	14
	HCBu	µg/(kg MS)	13	14
	TCA 1.1.1	µg/(kg MS)	13	14
	TCB 123	µg/(kg MS)	67	71
	TCB 124	µg/(kg MS)	67	71
	TCB 135	µg/(kg MS)	67	71
	TCE	µg/(kg MS)	158	280
	Toluene	µg/(kg MS)	67	71
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	13	14
	TTCE	µg/(kg MS)	93	233
	Xylène-m	µg/(kg MS)	13	14
Xylène-o	µg/(kg MS)	13	14	
Xylène-p	µg/(kg MS)	13	14	
Total	µg/(kg MS)	1600	1945	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	229	296
	Diflufenic	µg/(kg MS)	ND	31
Phtalates	DEHP	µg/(kg MS)	ND	315

Tableau 41. Contamination du sédiment de la station Rupt 6 (encadré) en 2014, avec mise en perspective des résultats pour la station Rupt4 (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

Le profil de contamination de la station Rupt6 par les micropolluants est similaire à celui observé au niveau de la station Rupt4, i.e. avec une contamination moyenne mais réelle du sédiment *via* des familles de substances parmi les plus fréquemment détectées : HAP (un peu moins qu'à RUPT4), solvants et organochlorés, deux pesticides, et le phtalate DEHP (non détecté à RUPT4).

Cette contamination est stable dans le temps, e.g. un total pour les 14 HAP de 845 µg/Kg MS en 2014 *versus* 892 µg/Kg MS en 2014.

Au final la station Rupt6 présente un état global « moyen », avec des pressions qualitatives davantage affirmées qu'au niveau de la station Rupt4, qu'il s'agisse des contaminations par les matières nutritives (tous les éléments sont concernés), des pesticides (22 substances détectées) et de leur impact significatif sur les macro-invertébrés, ou de la multi-contamination par l'ensemble des métaux lourds (et actuellement notable pour le zinc). Seule la contamination du milieu par les HAP y apparaît moindre.

II. Station LAN7

A. Contexte et localisation

Un diagnostic écologique de la Lanterne a été effectué en 2011³ dans le cadre de son programme de restauration. Il apparaît que la Lanterne présente une faible qualité macrobenthique et piscicole, le secteur le plus altéré étant la partie apicale du bassin. Cette faible qualité biologique résulte conjointement d'une altération significative de la qualité d'eau et de l'habitat.

La qualité physique est perturbée sur la quasi-totalité du linéaire par un lit drastiquement surdimensionné par les recalibrage et curage. Cela affecte toutes les composantes de l'habitat. En effet, aucun tronçon ne présente une bonne qualité physique et seulement 10% du linéaire présente une qualité physique moyenne : lit surdimensionné conduisant à l'étalement de la lame d'eau, incision du lit et des berges extrêmement hautes et terreuses, substrat inhospitalier de dalle marneuse ou de particules fines terreuses. En outre, la Lanterne est particulièrement sensible au colmatage du substrat par les éléments fins, du fait d'importants apports en particules terreuses.

Les rejets domestiques, les apports de nutriments et pesticides par l'agriculture, ainsi que les eaux de lessivage des réseaux routiers et ferroviaires constituent des sources potentielles de pollutions multiples. Par ailleurs, des pollutions ponctuelles et massives ont déjà été observées sur ce bassin. Le suivi 2013 a permis d'apporter les conclusions suivantes :

Outre par sa qualité physique altérée, le bassin de la Lanterne est également impacté par une qualité de l'eau souvent de qualité médiocre à mauvaise, particulièrement dans sa moitié supérieure (en amont de Chaucenne). Cette contamination est multiple et récurrente : excès en matières azotées et phosphorées, présence impactante de pesticides, pollution du sédiment par de nombreuses substances dont l'arsenic, le chrome, le cuivre, le nickel, des HAP, PBDE, phtalates... Nombreuses de ces substances s'avèrent être de potentiels perturbateurs endocriniens.

Deux principaux types de sources de pollution ont été identifiés : tout d'abord et essentiellement les rejets domestiques issus des stations d'épuration implantée dans la partie apicale du bassin, notamment celles de Pouilley-les-Vignes ; et dans une moindre mesure l'activité agricole avec les pollutions diffuses par les pesticides et les nitrates.

³ Programme de restauration de la Lanterne – Diagnostic écologique. Eaux Continentales pour EPTB Saône et Doubs, 2012. 118 pages.

Quelques aspects positifs peuvent néanmoins être observés : [...] une relative récupération du milieu en s'éloignant vers la partie distale du bassin ; ainsi qu'une tendance à la diminution des concentrations en matières nutritives au cours de ces dernières années.

Malgré cela, la qualité biologique demeure fortement altérée en fermeture de bassin, et le processus de fragilisation qui s'y opère semble perdurer au fil des années.

La station suivie en 2014 pour une deuxième année consécutive est la station « Lanterne_7 » (=LAN7) localisée en fermeture de bassin.



Carte 8. Localisation des stations d'échantillonnage 2013 sur le bassin versant de la Lanterne. Les étoiles représentent des unités d'épuration de l'eau, les secteurs en rouge les zones urbanisées, les zones en verts les secteurs forestiers, en jaune les secteurs à dominante agricole.

En l'absence de station limnimétrique automatique sur la Lanterne ou à proximité, le choix a été fait de se référer à la chronique des débits enregistrée sur le Rupt (Cf chapitre précédent) : les types hydro-morphologiques (taille moyenne, cours de plaine...) et la réactivité hydrologique y sont relativement similaires, les dates d'échantillonnages étant très proches.

Ainsi, En 2013, la 1^{ère} campagne fut effectuée en fin de moyennes eaux printanières, la 2^{nde} en fin d'été estival, la 3^{ème} après de multiples lessivages et en période de moyennes eaux automnales, la 4^{ème} après plusieurs hautes eaux hivernales et en période de fortes pluies. Pour le suivi 2014, la 1^{ère} campagne fut réalisée en période de basses eaux stabilisées, la 2^{nde} a suivi un fort épisode pluvieux en période automnale, la 3^{ème} fut réalisée lors des hautes eaux hivernales et la 4^{ème} en moyennes eaux printanières.

Ce sont donc des situations hydrologiques contrastées qui furent observées lors des 8 campagnes d'échantillonnages de ces deux années.

B. État DCE (et référentiel SEQEau)

D'un point de vue global, la station LAN7 présente un état écologique moyen résultant à la fois d'un état biologique moyen (qu'il s'agisse des peuplements diatomiques ou macrobenthiques) et d'un état physico-chimique moyen (qu'il s'agisse des groupes de paramètres « nutriments » ou « bilan de l'oxygène »).

Le référentiel SEQ-Eau met aussi en évidence des teneurs en MES parfois élevées, inhérentes à la fois au profil hydromorphologique altéré du cours d'eau et à la nature géologiques des versants (dépôts alluvionnaires limoneux).

Les paragraphes suivants proposent une expertise plus fine de ces résultats.

Code_étude	Code_national	Biologie										ETAT ECOLOGIQUE 2013-2014							
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique									
Lanterne_7	06438450	Côte calcaire est	Collines de Haute-Saône	TP10	Equivalent IBGN (/20)	7	11	9	Etat moyen		Etat moyen	ETAT MOYEN							
					IBD (/20)	12,3	15,3	13,8	Etat moyen										
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments					Acidification		Etat physico-chimique			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2	NO3		Résultante	pH	Résultante
		17/06/2013	7,70	82,6	0,6	3,5	Etat moyen	18,7	Très bon état	0,48	0,180		0,08	0,16	13,4	Etat moyen	7,57	Très bon état	Etat moyen
		16/09/2013	8,36	81,3	2,4	4,6		14,2		0,92	0,430		0,09	0,16	19,6		7,65		
		18/11/2013	11,44	94,1	1,2	2,3		6,9		0,34	0,130		<0,05	0,07	16,5		7,62		
		20/02/2014	7,83	74,4	<0,5	1,9		8,7		0,15	0,078		0,07	0,05	10,9		7,59		
		29/09/2014	8,12	78,1	1,1	2,9		13,7		0,75	0,310		0,07	0,04	12,7		7,72		
		03/12/2014	10,90	89,1	0,8	3,0		6,7		0,55	0,200		0,74	0,21	14,9		7,55		
		04/03/2015	12,62	100,0	1,6	3,4		7,5		0,20	0,130		0,10	0,03	7,5		7,86		
		27/04/2015	7,01	68,1	2,2	3,0		14,2		0,52	0,240		0,14	<0,02	12,9		7,87		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS						
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle					
		17/06/2013	NQ	[0,000 ; 0,020]	0,007	[0,0009 ; 0,0055]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ		[0,000 ; 0,020]	Bon état					
		16/09/2013	NQ		NQ		NQ		NQ										
		18/11/2013	NQ		NQ		NQ		NQ										
20/02/2014	NQ	NQ	NQ		NQ														
29/09/2014	NQ	NQ	NQ		NQ														
03/12/2014	NQ	NQ	NQ		NQ														
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ														
27/04/2015	NQ	NQ	NQ		NQ														

Tableau 42. Suivi DCE 2013-2014 de l'état écologique de la station LAN7.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
LAN7	06438450	29/09/2014 17:30:00	<20	3.60	<1	12.70	<2	18.0	478.0	26	35.40	100.70	6.110	17,7	24,45	28.40
		03/12/2014 16:20:00	<20	3.00	<1	14.90	<2	5.2	390.0	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 16:34:00	<20	3.40	<1	7.50	2	41.0	257.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 16:45:00	<20	3.40	<1	12.90	7	21.0	482.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 43. Interprétations complémentaires de données 2014 de la station LAN7 via le référentiel SEQ-Eau

C. Interprétations

Ce suivi en une seconde année consécutive n'est pas destiné à évaluer une quelconque évolution significative de la qualité du milieu aquatique entre 2013 et 2014 (un plus grand recul serait nécessaire), mais plutôt à accroître la robustesse de l'analyse de l'état écologique actuel. Comme indiqué en préambule de cette section du rapport, les interprétations qui suivent viennent donc s'inscrire en complément des approches globales par bassin-versant effectuées en 2013.

Le suivi plus particulier de cette station Lanterne_7 en 2013 a permis d'établir le constat suivant :

[...] Les qualités macrobenthiques et diatomiques y sont globalement faibles avec respectivement un « état médiocre » et un « état moyen ».

D'un point de vue micro-habitationnelle, la station souffre d'un colmatage organique des fonds et d'une forte tendance lenticule plus en amont et en aval de la station. Ces paramètres hydro-morphologiques sont donc a priori peu favorables au développement d'une communauté macrobenthique optimale. Toutefois, une relative diversité de substrats de différentes natures a été observée. [...]

Si une érosion effective de la diversité taxonomique fut observée entre 2003 et 2011 [...], en revanche ceci n'est pas aussi ostentatoire entre 2011 et 2013. [...]. Le potentiel micro-habitationnelle est donc plutôt altéré, davantage dégradé qu'il y a une dizaine d'année, mais plutôt stable ces dernières années.

La qualité de l'eau semble également altérer la qualité macrobenthique du milieu. Le groupe indicateur retenue en 2013 n'est que de rang 2 (Gammaridae, Elmidae), synonyme de mauvais état, mais devient de rang 7 (trichoptères Goeridae) si l'on considère également les individus issus de la phase C. à 1 individu près, la note équivalent-IBGN pourrait ainsi atteindre la valeur de 10/20. Cette phase C contient également des Sericostomatidae (GI=6) et Polycentropodidae (GI=4). Ceci signifie que le potentiel est présent au niveau de la station pour la mise en place d'une communauté macrobenthique de qualité moyenne, mais qu'elle ne trouve pas les conditions mésologiques nécessaires pour se développer et n'est à ce jour que de qualité médiocre.

Le premier facteur altérant cette qualité mésologique de l'eau est relative aux excès récurrents en matières nutritives azotées et phosphorées. L'état moyen du peuplement diatomique [...] corrobore cette hypothèse [...]. Les préférendums pour les classes de qualité 4 et 5 sur 7 possibles [...] illustrent cette adaptation de la communauté diatomique à des qualités de l'eau de moyenne à médiocre vis-à-vis des paramètres physico-chimiques.

Par ailleurs, le fort écart entre la note équivalent-IBGN obtenue, i.e. 7/20, et celle correspondant à sa robustesse positive, i.e., 14/20, illustre le processus de fragilisation de la communauté macrobenthique qui se perpétue au sein de cette station. Outre les pressions exercées par les concentrations excessives et récurrentes en matières azotées et phosphorées, l'exposition chronique à des métaux lourds, micropolluants et pesticides crée également les conditions pour ce type de fragilisation. Ceci est notamment illustré par le faible taux d'individus dits sensibles aux pesticides (moins de 15%) selon l'approche SPEAR [...].

Les analyses physico-chimiques de 2014 sont relativement similaires à celles observées en 2013, à savoir des teneurs en matières phosphorées élevées et chroniques, des concentrations en nitrates moyennes mais également chroniques ainsi que quelques hausse épisodiques en ammonium et nitrites. La saturation en oxygène de cette station est également non optimale et à rapprocher de son profil hydromorphologique très altéré dans ce secteur.

Ces éléments conduisent logiquement à des états biologiques également altérés, bien que les valeurs indiciaires des peuplements diatomiques et macrobenthiques soient en hausse entre 2013 et 2014 (de 12,3 à 15,3/20 pour l'IBD et de 7 à 11/20 pour l'équivalent-IBGN). Néanmoins ces améliorations sont à moduler par une augmentation moindre de l'IPS pour les diatomées (de 12,3 à 14,6/20) et une stabilité au regard des robustesses négatives et positives de l'équivalent-IBGN pour les macro-invertébrés (figures suivantes). Si la variété taxonomique du macrobenthos est stable, en revanche le groupe indicateur retenu passe d'un rang 6 à un rang 2 : ceci est avant le signe d'une fragilité et d'une érosion de la qualité de cette communauté.

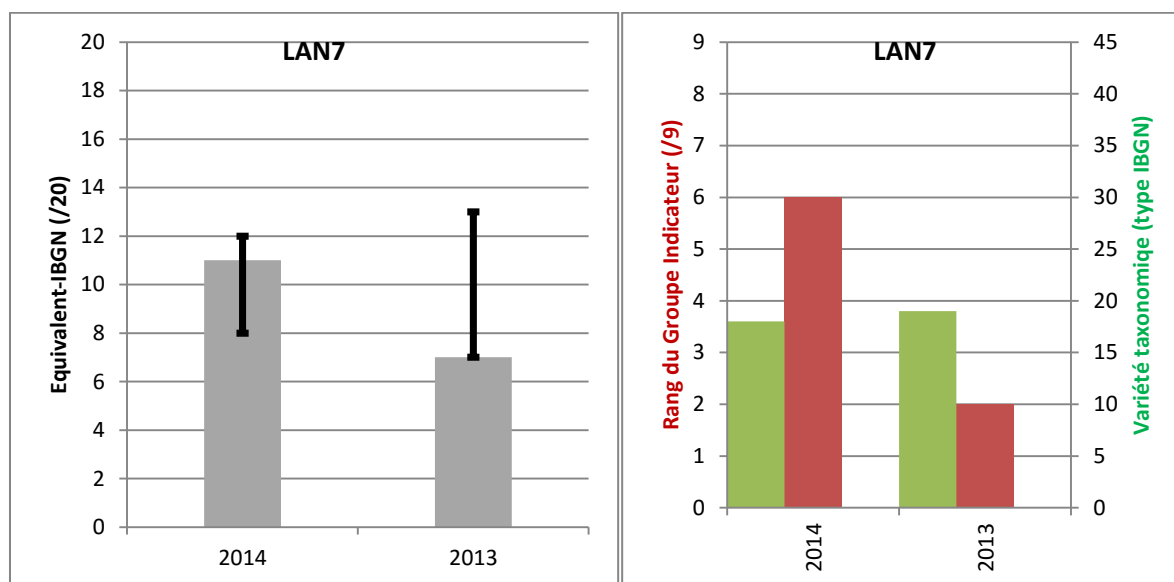


Figure 50. Valeurs des équivalent-IBGN avec les barres verticales représentant les robustesses positives et négatives (graphique de gauche), et valeurs de ces deux principales composantes que sont la variété taxonomique (vert) et le rang du groupe indicateur (rouge) (graphique de droite).

Outre ces dysfonctionnements physico-chimiques, les compartiments biologiques sont aussi contraints par une contamination récurrente par les pesticides. Ce sont ainsi 12 substances qui ont été détectées en 2014 *versus* 16 substances en 2013. Toutefois les pics de concentrations totales mesurés à près de 2 µg/ L à 2 reprises sur 4 en 2013 n'ont pas été observés en 2014 (tableau suivant).

Néanmoins le caractère transitoire et fugace de ce type de pollution est difficilement appréhendable par 4 mesures ponctuelles annuelles. Par son caractère intégrateur, l'approche SPEAR permet de pallier pour partie à ce défaut (figure suivante).

	29/09/2014	03/12/2014	04/03/2015	27/04/2015
AMPA			0,047	0,65
Aminotriaz	0,053			
Dimethamid				0,016
Diuron	0,021	0,023		
Fipronil	0,007			
Glyphosate				0,048
Mécoprop				0,024
Métaldéhyd	0,047			
Métazachlo	0,006			
Métolachlo				0,076
Pendiméth.				0,012
Tributyl P	0,006			
Nb pesticides	6	1	1	6
Total concentration	0,140	0,023	0,047	0,826

Tableau 44. Pesticides détectés en 2014 dans la station LAN7 ($\mu\text{g/L}$).

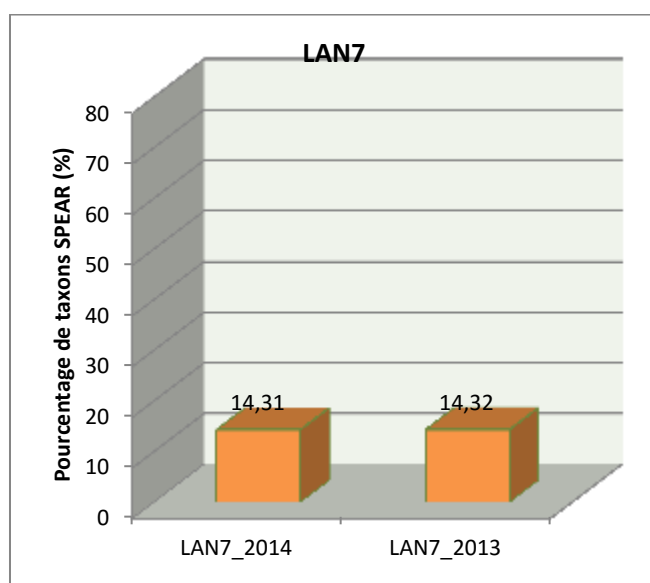


Figure 51. Pourcentage de taxons SPEAR (= « sensibles aux pesticides ») parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées en 2013 et 2014.

Les taux de taxons sensibles aux pesticides sont très faibles et stables entre 2013 et 2014. Ceci permet à la fois de conclure à l'aspect très récurrent de la contamination du milieu par les pesticides, ainsi que de son caractère très impactant (au moins sur le macrobenthos) avec une classe de qualité en orange (entre 10 et 20% de taxons SPEAR).

A ces altérations physico-chimiques et pollutions impactantes par les pesticides, s'ajoute une contamination du milieu par les métaux lourds (tableau suivant).

La légère augmentation de la contamination du sédiment par les métaux lourds entre 2013 et 2014 concernant tous les éléments dans des proportions proches (et faibles), ce phénomène est plutôt à relier à une hétérogénéité station de la pollution qu'à une hausse de la pollution du milieu. Une exception concerne néanmoins le cadmium où la hausse de concentration apparaît significative (de <0.5 à 1,4 mg/Kg MS).

	Arsenic total (mg/kg MS)	Cadmium total (mg/kg MS)	Chrome total (mg/kg MS)	Cuivre total (mg/kg MS)	Etain total (mg/kg MS)	Mercuré total (mg/kg MS)	Nickel total (mg/kg MS)	Plomb total (mg/kg MS)	Selenium (mg/kg MS)	Zinc total (mg/kg MS)
2013	21,1	<0,5	32	<10,3	<5,16	0,031	24,8	23,2	/	61,9
2014	22,2	1,4	36,7	9,7	/	0,058	27,5	26,1	0,1	76,2

Tableau 45. Contamination des compartiments sédimentaires de la station en 2014 (classes SEQ-Eau).

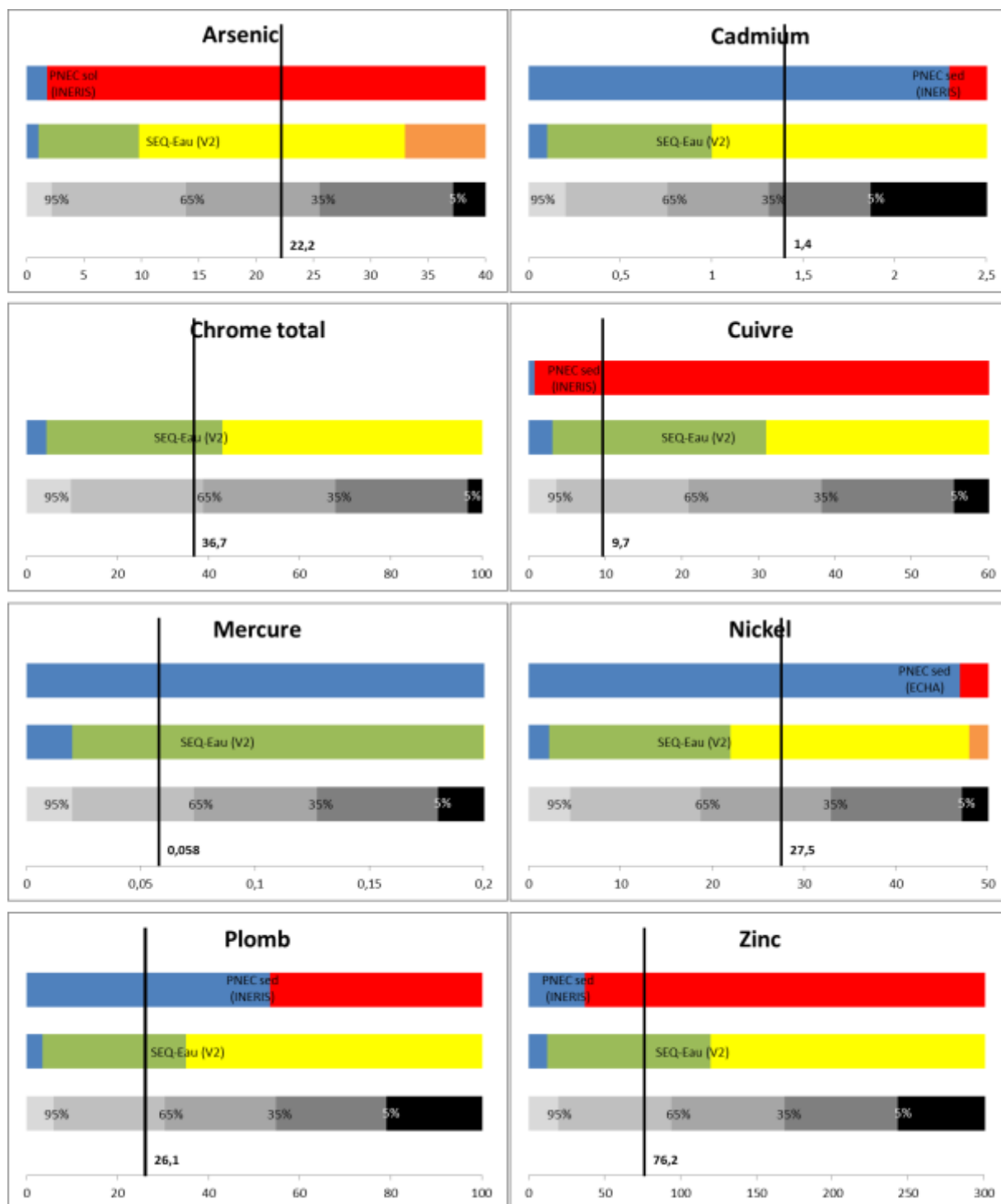


Figure 52. Niveau de contamination du sédiment (µg/Kg MS) pour chacun des métaux lourds. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

Le référentiel SEQ-eau indique que le sédiment de cette station est multi-contaminé (tous les éléments ont été détectés à des concentrations dépassant les fonds géochimiques), en particulier de façon récurrente par l'arsenic et le nickel et plus récemment par le cadmium. Un examen plus attentif de ces résultats au regard de plusieurs référentiels permet toutefois de moduler ces premiers éléments d'interprétation (figure suivante).

Si la teneur en cuivre est similaire à celle mesurée dans l'ensemble des stations du suivi 2014, une contamination réelle mais à des teneurs moyenne est observée pour le chrome, le mercure, le plomb et le zinc, et à des proportions encore davantage significatives pour l'arsenic, le cadmium et le nickel. D'un point de vue écotoxicologique, des altérations de l'environnement peuvent être engendrées directement par les seuls éléments arsenic, cuivre et zinc.

Concernant la contamination sédimentaire par les micropolluants (tableau suivant), une faible contamination par les HAP fut constatée en 2013 et confirmée en 2014 (somme des 14 HAP respectivement de 199 et 222 $\mu\text{g}/\text{Kg MS}$). Les autres substances détectées sont parmi les plus communes et à des concentrations « classiques », i.e. similaires à celles de la plupart des stations patrimoniales par exemple.

			LAN7
HAP	B(a)A	µg/(kg MS)	21
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	27
	Benzène	µg/(kg MS)	15
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	23
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	26
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	11
	Chrysène	µg/(kg MS)	31
	Fluoranth,	µg/(kg MS)	37
	Indénopyr,	µg/(kg MS)	18
	Phénanthr,	µg/(kg MS)	19
	Pyrène	µg/(kg MS)	32
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	ND
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	222
	Solvants et organochlorés	1,2-2ClBnz	µg/(kg MS)
1,2-2ClEth		µg/(kg MS)	77
1,3-2ClBnz		µg/(kg MS)	77
1,4-2ClBnz		µg/(kg MS)	77
12DCEtn C		µg/(kg MS)	15
12DCEtn T		µg/(kg MS)	15
2ClMéthane		µg/(kg MS)	770
CCl4		µg/(kg MS)	15
CHCl3		µg/(kg MS)	15
HCBu		µg/(kg MS)	15
TCA 1,1,1		µg/(kg MS)	15
TCB 123		µg/(kg MS)	77
TCB 124		µg/(kg MS)	77
TCB 135		µg/(kg MS)	77
TCE		µg/(kg MS)	15
Toluene		µg/(kg MS)	77
TTCA 1122		µg/(kg MS)	15
TTCE		µg/(kg MS)	15
Xylène-m		µg/(kg MS)	15
Xylène-o		µg/(kg MS)	15
Xylène-p	µg/(kg MS)	15	
Total	µg/(kg MS)	1566	
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	712

Tableau 46. Contamination du sédiment de la station LAN7 (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible).

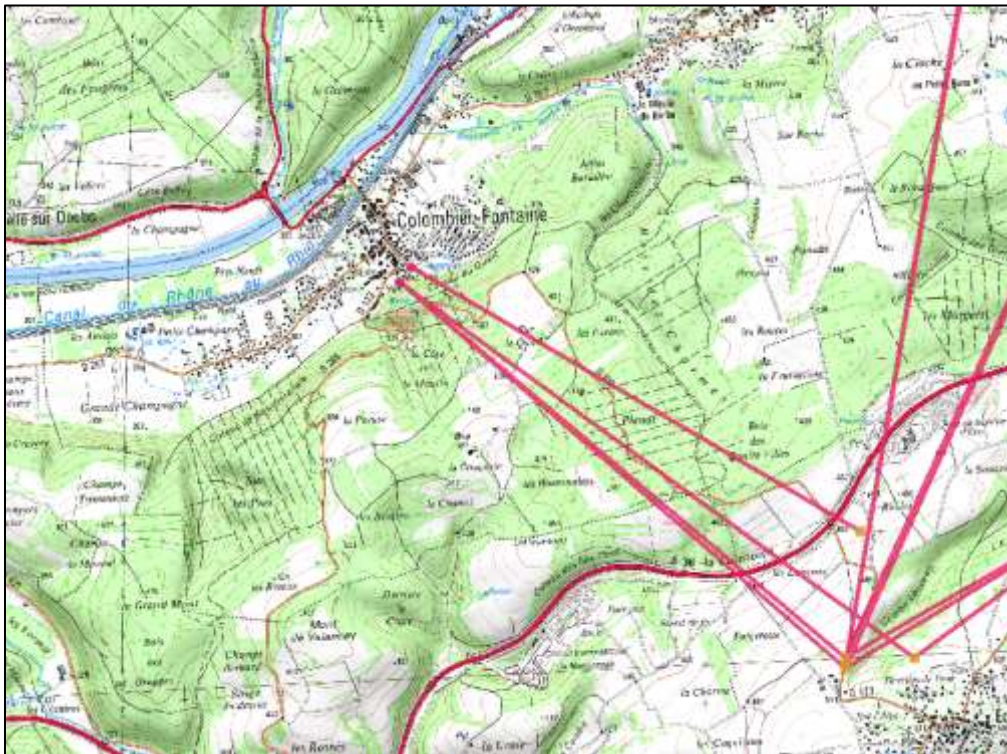
Finalement, la station LAN7 présente une dystrophie significative, dont les effets biologiques sont potentialisés par l'altération du bilan de l'oxygène résultant des atteintes hydromorphologiques du milieu. D'un point de vue qualitatif, à ces phénomènes s'ajoutent une pollution récurrente et impactante par les pesticides ainsi qu'une contamination chronique par plusieurs métaux lourds, plus particulièrement par l'arsenic, le nickel et plus récemment par le cadmium.

Cette station présente donc logiquement un « état écologique moyen » au regard du référentiel DCE.

Bassin-versant du Bief de Colombier

I. Présentation du contexte et localisation des stations

Le Bief de Colombier prend sa source à Colombier Fontaine au niveau de l'ancien cimetière. Des traçages (carte suivante) ont permis de mettre une connexion *via* les eaux souterraines s'infiltrant plus au sud-est, i.e. à proximité de la commune d'Ecot et de l'A36, dans un contexte agricole mixte (cultures et pâturages).

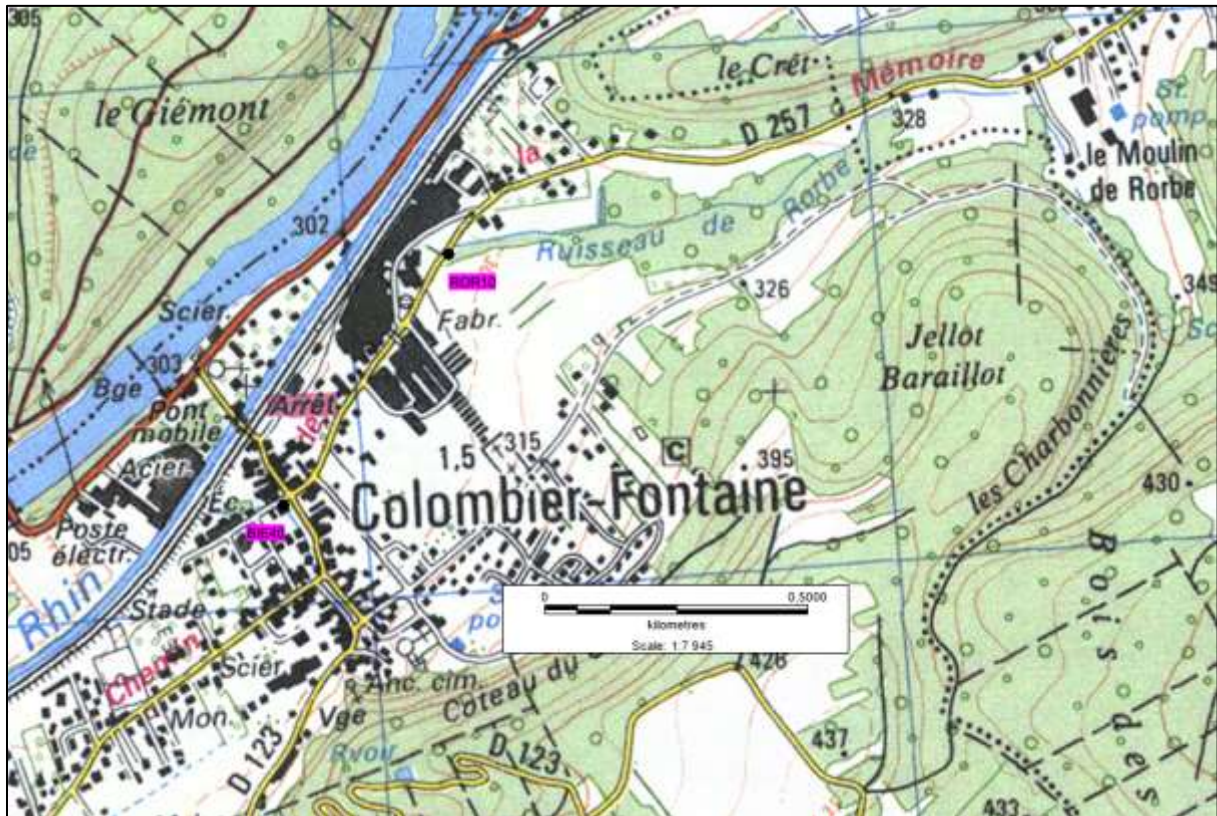


Carte 9. Traçage des circulations d'eaux souterraines à proximité du Bief de Colombier (extrait de la BD Carmen).

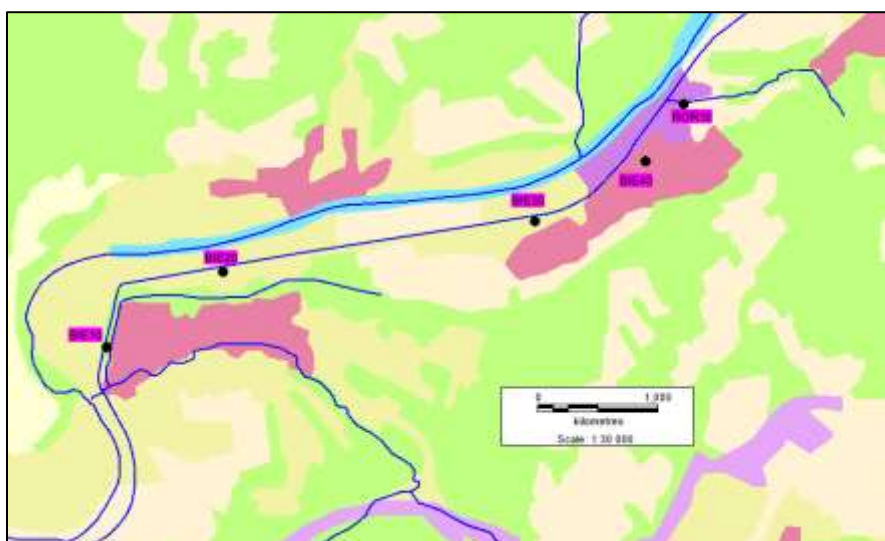
Initialement, avant déviation, le linéaire du cours d'eau était particulièrement court avant de confluer avec le Doubs (entre 700 et 800 m).

Aujourd'hui le tracé du cours d'eau a été fortement modifié et contraint : après avoir traversé la commune de Colombier-Fontaine (hydromorphologie déjà contrainte et présence vraisemblable de rejets domestiques liés à des mauvais raccordements), il est dévié (environ 500m après sa source) afin de longer le canal du Rhône au Rhin (qui le sépare désormais de son exutoire). Des interactions hydrauliques avec le canal sont donc vraisemblables en période de basses et hautes eaux, et on note aussi la présence à proximité immédiate de la voie ferrée entre ce canal et le cours d'eau comme origine potentiel de pression. La nouvelle longueur de son linéaire est désormais d'environ 5,8 km, les 5km rajoutés étant chenalisés sur une pente particulièrement faible. Cette déviation conduit à une confluence avec le Bief des Noyes 5km après sa source et 800m en amont de sa confluence avec son nouvel exutoire, le Ruisseau du Bief au niveau de la commune de Saint-Maurice-Colombier. Ce dernier se jette dans le Doubs environ 100m plus en aval (cartes en pages suivantes).

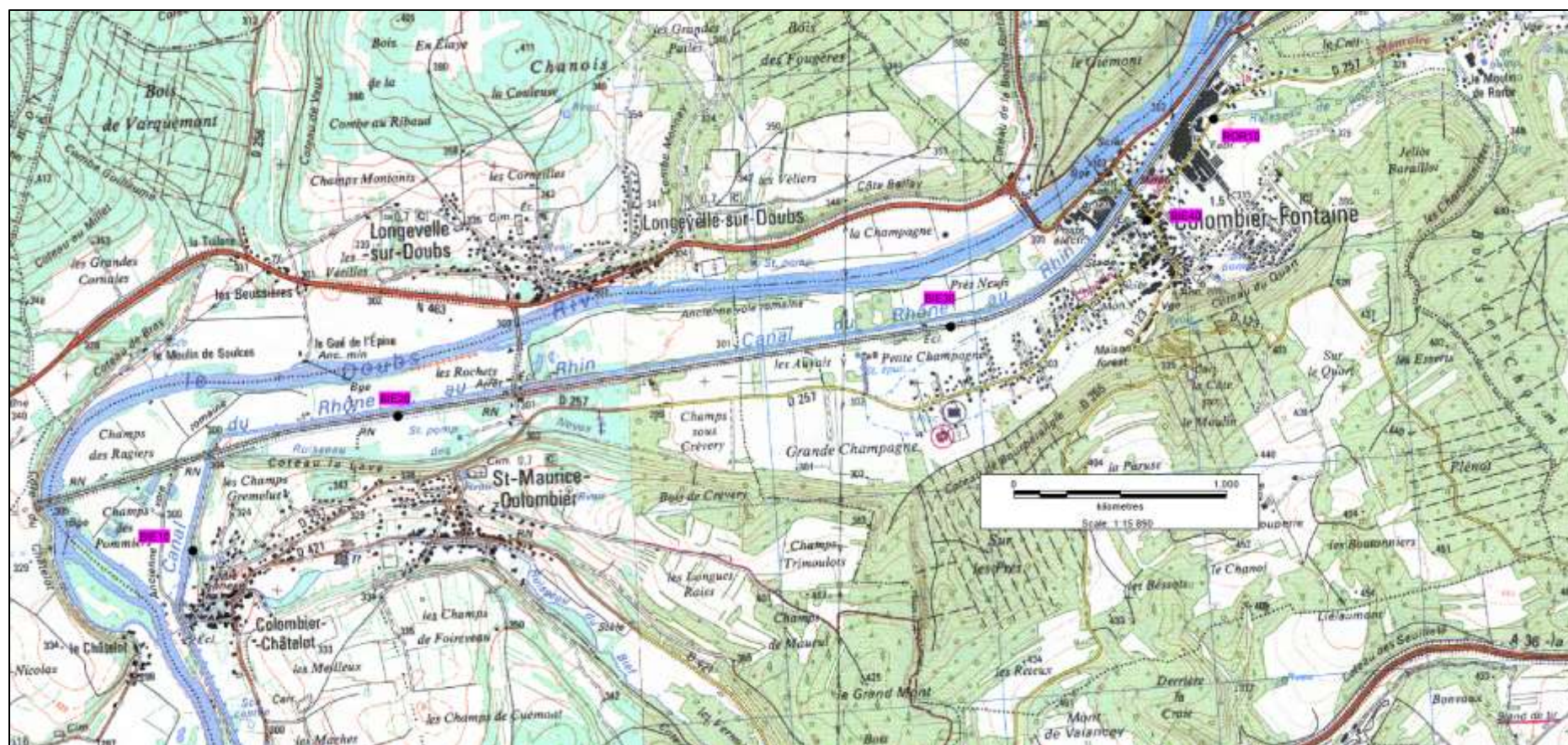
Le Ruisseau du Rorbe est un autre petit affluent du Doubs (de dimensions plus modestes que le Bief de Colombier) avec un linéaire théorique de 1,9km. Aujourd'hui, sa partie distale (1,7 km après sa source) est chenalisée souterrainement sous un ancien site industriel. Dans sa partie apicale, à proximité de la commune d'Etouvans, on note la présence de 3 petits plans d'eau et d'une pisciculture (cartes en pages suivantes). Néanmoins son aspect hydromorphologique paraît peu perturbé dans sa partie médiane.



Carte 10. Secteur apicale du Bief de Colombier et linéaire du ruisseau de Rorbe.



Carte 11. Recouvrement des sols au niveau du Bief de Colombier du Ruisseau du Rorbe. En rouge : secteur urbanisé, en violet : secteurs industriels, en jaune foncé : prés et pâtures, en vert : recouvrement boisé (extrait de la BD CorineLandCover).



Carte 12. Vue d'ensemble du linéaire du Bief de Colombier et du Ruisseau de Rorbe, localisation des stations investiguées lors du « suivi 2014 ».

5 stations ont été investiguées lors du « suivi 2014 », 4 le long du linéaire du Bief de Colombier, 1 sur le ruisseau de Rorbe (photographies en pages suivantes) :

- ROR10 : station localisée en fin de partie médiane, à l'amont immédiat du début de sa partie souterraine.



Photographie 6. Vue de la station ROR10 (prise en basses eaux le 22/09/2014)

- BIE40 : station localisée au centre de la commune Colombier-Fontaine, dans un contexte hydromorphologique déjà contraint bien que distant que d'environ 200m de sa source.



Photographie 2. Vue de la station BIE40 (prise en basses eaux le 22/09/2014)

- BIE30 : station localisée dans la plaine alluviale du Doubs (prairie fauchée), le long de la voie ferrée et du canal. Le lit y est fortement chenalisé, avec un fort recouvrement végétal, et on note la présence d'une ripisylve arbustive très discontinue (milieu ouvert). La station se situe en amont de la station d'épuration.



Photographie 7. Vue de la station BIE30 (prise en basses eaux le 22/09/2014)

- BIE20 : station localisée en aval de la station d'épuration et en amont de la confluence avec le ruisseau des Noyes, dans un secteur longeant toujours le canal et la voie ferrée (fonds organiques déposés) mais avec une ripisylve plus conséquente en rive gauche (tendance à la fermeture, et nombreuses embâcles).



Photographie 8. Vue de la station BIE20 (prise en basses eaux le 22/09/2014)

- BIE10 : station localisée en fermeture de bassin du Bief de Colombier, en amont de sa confluence avec le Ruisseau du Bief. Fonds organiques dominants (10à 30 cm de vase, marne sur les berges).



Photographie 9. Fond dominant de la station BIE10 (prise en basses eaux le 22/09/2014)

II. Contexte hydrologique

La station limnimétrique automatisée géographiquement la plus proche est implantée sur le Rupt à Dung (à 7km de Colombier-Fontaine), ce qui permet d'une part d'avoir une estimation des fluctuations hydrologiques entre les campagnes d'échantillonnages, et d'autre part de se référencer à des débits types (étiage, module, crue).

Le profil hydrologique (figure suivante) indique que pour le suivi 2014, la 1^{ère} campagne fut réalisée en période de basses eaux stabilisées (le QMNA5 ne fut atteint qu'entre le 14 et le 16 juin 2014), la 2^{nde} a suivi un fort épisode pluvieux en période automnale, la 3^{ème} fut réalisée lors des hautes eaux hivernales et la 4^{ème} en moyennes eaux printanières (lors de la phase de montée des eaux).

Ce sont donc des situations hydrologiques contrastées qui ont été observées lors des 4 campagnes d'échantillonnages « 2014 ».

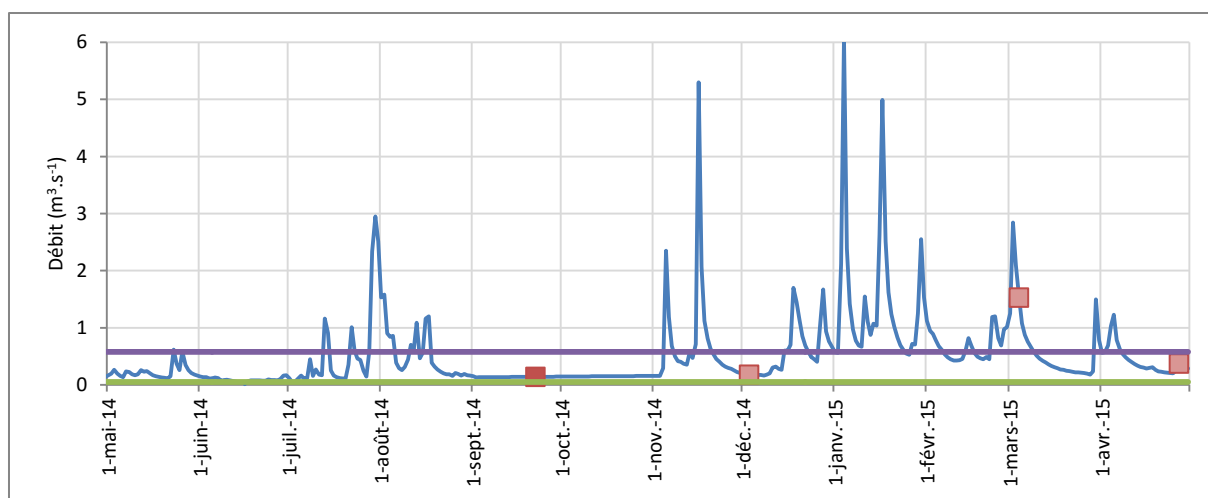


Figure 53. Profil hydrologique du Rupt à Dung de mai 2014 à mai 2015. La ligne violette indique le débit correspondant au module interannuel, la ligne verte indique le débit correspondant au QMNA5. La crue de retour 10 ans n'apparaît pas sur le graphique ($13 \text{ m}^3/\text{s}$). Les points rouges indiquent les dates de prélèvements, en rouge foncé les dates où ont aussi été réalisés les échantillonnages hydrobiologiques.

III. États écologiques DCE intermédiaires

Les tableaux suivants indiquent, pour chaque station, l'état écologique (et ses composantes) selon les critères DCE. Il ne s'agit pas à *sensu stricto* d'un « état écologique », ce dernier devant être le fruit d'une compilation de données sur plusieurs années consécutives. Les données n'ayant été acquises pour le moment que lors d'une seule année de suivi, on parlera d'« état écologique intermédiaire » pour 2014.

Parmi les 5 stations investiguées, seule BIE30 dispose d'un « bon état écologique intermédiaire », les autres étant déclassées en un « état écologique intermédiaire moyen », voire « médiocre » pour la station BIE10.

À chaque fois le compartiment biologique fut le compartiment déclassant, le compartiment « physico-chimie » étant à chaque fois classé en « bon état » selon les critères DCE. Les groupes de paramètres « nutriments » en particulier ne conservèrent « un très bon état » qu'au sein de la station BIE10, i.e. celle ayant pourtant l'état écologique intermédiaire le plus altéré.

Les plus fortes teneurs en MES furent mesurées sur le Ruisseau du Rorbe en période de décrue après de fortes augmentations de débits. Ceci peut-être lié à la nature de son bassin et à sa dynamique plus importante (pente) que le Bief de Colombier où les zones de dépôts sont beaucoup plus étendues.

Les chapitres suivants sont plus spécifiquement dédiés à une analyse plus détaillée de ces états et de leurs évolutions spatiales.

Code_étude	Code_national	Biologie										Etat écologique intermédiaire 2014						
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
BIE40	06446310	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	11	/	/	Etat moyen	Etat moyen							
					IBD (/20)	/	20	/	/	Très bon état								
		Physico-chimie										ETAT MOYEN						
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante
		22/09/2014	11,12	103,3	<0,5	1,0	Bon état	12,2	Très bon état	0,04	0,023		<0,05	<0,02	10,7	Bon état	7,26	Très bon état
		03/12/2014	11,27	100,1	0,9	0,8		10,2		0,08	0,03		0,19	<0,02	11,7		7,02	
		04/03/2015	10,99	97,9	0,7	0,8		10,3		0,02	<0,01		<0,05	<0,02	9,9		7,35	
		28/04/2015	9,45	84,7	0,8	1,2		10,5		0,07	0,026		0,06	<0,02	9,1		7,23	
		Polluants Spécifiques Synthétiques											Très bon état					
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA			Etat PSS intermédiaire 2014				
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle				
		22/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ			[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		
		03/12/2014	/		/		/		/		/							
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											
28/04/2015	/	/	/		/		/											

Code_étude	Code_national	Biologie										Etat écologique intermédiaire 2014						
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
BIE30	06446311	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	13	/	/	Bon état	Bon état							
					IBD (/20)	/	17,9	/	/	Bon état								
		Physico-chimie										BON ETAT						
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante
		22/09/2014	12,29	122,7	0,7	1,0	Très bon état	13,9	Très bon état	0,06	0,024		<0,05	0,05	9,5	Bon état	7,66	Très bon état
		03/12/2014	11,06	94,2	<0,5	5,3		8,3		0,06	0,019		0,06	0,04	11,7		7,49	
		04/03/2015	12,01	105,5	0,9	0,8		9,7		0,04	0,016		<0,05	<0,02	10,2		7,58	
		28/04/2015	9,90	88,8	0,9	1,3		10,5		0,04	0,020		<0,05	<0,02	8,7		7,44	
		Polluants Spécifiques Synthétiques											Très bon état					
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA			Etat PSS intermédiaire 2014				
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle				
		22/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ			[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		
		03/12/2014	/		/		/		/									
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ											
28/04/2015	/	/	/		/		/											

Code_étude	Code_national	Biologie											Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014				
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
BIE20	06446312	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	12	/	Bon état	Etat moyen		Etat moyen	ETAT MOYEN					
					IBD (/20)	/	15,2	/	Etat moyen									
		Physico-chimie												Etat physico-chimique intermédiaire 2014				
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments						Acidification			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4		NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante
		22/09/2014	8,96	89,8	0,7	1,6	Bon état	15,4	Très bon état	0,02	0,020	0,25		<0,02	6,6	Bon état	7,80	Très bon état
		03/12/2014	11,43	93,7	0,8	1,1		6,7		0,07	0,025	<0,05		0,03	8,4		7,72	
		04/03/2015	11,01	94,6	0,6	1,0		8,6		0,04	0,022	<0,05		<0,02	9,2		7,88	
		28/04/2015	8,98	80,6	0,9	1,5		10,4		0,05	0,027	<0,05		<0,02	8,4		7,75	
		Polluants Spécifiques Synthétiques												Etat PSS intermédiaire 2014				
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA							
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle						
		22/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		Très bon état				
		03/12/2014	/		/		/		/									
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ													
28/04/2015	/	/	/		/													

Code_étude	Code_national	Biologie											Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014				
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
BIE10	06446313	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	9	/	Etat moyen	Etat médiocre		Etat médiocre	ETAT MEDIOCRE					
					IBD (/20)	/	12,8	/	Etat médiocre									
		Physico-chimie												Etat physico-chimique intermédiaire 2014				
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments						Acidification			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4		NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante
		22/09/2014	8,08	81,8	1,5	1,6	Etat moyen	15,9	Très bon état	<0,01	0,030	<0,05		<0,02	6,1	Très bon état	7,80	Très bon état
		03/12/2014	11,36	92,8	0,8	1,6		6,5		0,05	0,025	<0,05		<0,02	9,1		7,70	
		04/03/2015	10,44	87,7	0,8	0,9		7,9		0,04	0,017	0,08		<0,02	8,7		7,87	
		28/04/2015	8,52	76,9	1,4	1,8		10,8		0,03	0,032	<0,05		<0,02	7,8		7,76	
		Polluants Spécifiques Synthétiques												Etat PSS intermédiaire 2014				
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA							
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle						
		22/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		Très bon état				
		03/12/2014	/		/		/		/									
04/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ													
28/04/2015	/	/	/		/													

Code_étude	Code_national	Biologie										Etat écologique intermédiaire 2014						
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
ROR10	06446253	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	11	/	/	Etat moyen		Etat moyen						
					IBD (/20)	/	18,1	/	/	Très bon état								
		Physico-chimie																
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments					Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014		
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4	NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante	
		22/09/2014	9,67	93,6	<0,5	2,0	Bon état	13,9	Très bon état	0,05	0,018	<0,05	0,07	10,2	Bon état	7,77	Très bon état	Bon état
		03/12/2014	12,12	101	0,7	1,1		7,4		0,07	0,047	<0,05	0,10	13,9		7,69		
		04/03/2015	12,28	104,4	0,8	0,8		8,4		0,04	0,017	<0,05	<0,02	12,9		8,14		
		28/04/2015	9,84	88,4	1,5	3,2		10,5		0,07	0,058	<0,06	0,04	11,2		7,94		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS intermédiaire 2014					
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle						
		22/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	Très bon état			
		03/12/2014	/		/		/		/		/							
		04/03/2015	NQ		NQ		NQ		NQ		NQ							
28/04/2015	/	/	/		/		/											

Tableau 47. États écologiques intermédiaires des 5 stations investiguées dans le BV du Bief de Colombier en 2014.

Code_étude	Code_national	Date Heure	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NIJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
BIE10	06446313	22/09/2014 16:35:00	<20	2	<1	6,1	<2	7,2	395	12,1	8,1	91,6	2,77	7,9	23,2	24,5
		03/12/2014 11:20:00	<20	1,6	<1	9,1	<2	5	329	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 11:30:00	<20	1	<1	8,7	<2	8	356	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015 11:20:00	<20	1,8	<1	7,8	<2	15	361	/	/	/	/	/	/	/
BIE20	06446312	22/09/2014 15:40:00	<20	2,1	<1	6,6	<2	5,2	403	13,5	8,1	96,8	2,75	8,3	23,75	25,6
		03/12/2014 11:00:00	<20	1,5	<1	8,4	<2	3,4	330	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 11:04:00	<20	1	<1	9,2	<2	16	367	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015 10:55:00	<20	1,5	<1	8,4	<2	11	387	/	/	/	/	/	/	/
BIE30	06446311	22/09/2014 14:50:00	<20	1	<1	9,5	<2	<2	445	16,7	7,3	114,1	2,47	9,6	27,45	29,1
		03/12/2014 10:36:00	<20	5,3	<1	11,7	<2	<2	385	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 10:37:00	<20	0,9	<1	10,2	<2	7,8	385	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015 10:30:00	<20	1,3	<1	8,7	<2	6	399	/	/	/	/	/	/	/
BIE40	06446310	22/09/2014 13:30:00	<20	1	<1	10,7	<2	<2	421	20,3	7,2	118,1	2,38	11,8	28,4	30,3
		03/12/2014 10:20:00	<20	1,1	<1	11,7	<2	<2	420	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 10:17:00	<20	0,9	<1	9,9	<2	5	394	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015 10:13:00	<20	1,2	<1	9,1	<2	6,8	415	/	/	/	/	/	/	/
ROR10	06446253	22/09/2014 12:05:00	<20	2,1	<1	10,2	<2	6,6	412	5,8	9,6	112,2	3,03	2,8	26,85	28,4
		03/12/2014 10:10:00	<20	1,1	<1	13,9	<2	39	356	/	/	/	/	/	/	/
		04/03/2015 10:00:00	<20	0,8	<1	12,9	<2	11	352	/	/	/	/	/	/	/
		28/04/2015 09:57:00	<20	3,7	<1	11,2	<2	27	346	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 48. Paramètres interprétés selon le référentiel SEQ-Eau car non disponibles auprès du référentiel DCE (sauf les nitrates qui sont doublement interprétés).

IV. Résultats physico-chimiques

Les graphiques suivants illustrent l'évolution spatiale et temporelle des concentrations en nutriments parmi les 5 stations investiguées. Pour plus de lisibilité, pour les matières phosphorées, le graphique illustre uniquement les teneurs en orthophosphates (elles sont étroitement corrélées avec les teneurs en phosphore totale). De même, pour les matières azotées, un graphique illustre l'évolution des concentrations en ammonium (facteur davantage limitant que les nitrites dans le cas présent) et une autre figure est spécifiquement dédiée aux nitrates.

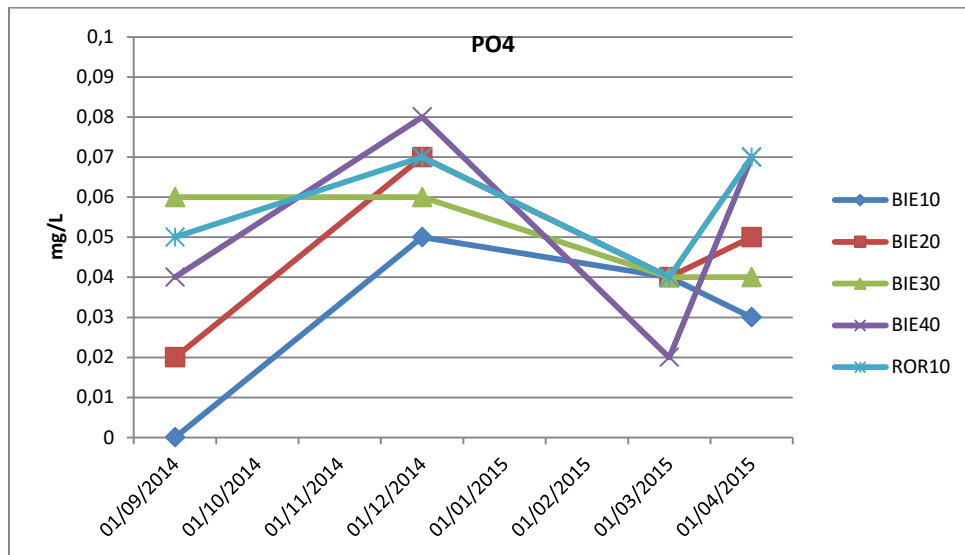


Figure 54. Évolution des concentrations en orthophosphates au sein des 5 stations investiguées en 2014.

Parmi les 5 stations investiguées, aucune concentration en orthophosphates ne dépassa lors des 4 campagnes ponctuelles 2014 le seuil des 0.1 mg/L, synonyme d'un déclassement en « bon état ». Il en fut de même pour les 20 mesures en phosphore total (5 stations, 4 campagnes), à l'exception d'une concentration à 0,058 mg/L dans ROR10 le 28/04/2015 (seuil à 0,05 mg/L).

Si les concentrations mesurées sont donc plutôt faibles, on constate néanmoins que les seuils de détection (0,01 mg/L) ont été franchis à 19 reprises sur 20 pour les PO4 et le P total. Cela est indicateur d'une contamination, faible mais récurrente, de l'ensemble du bassin par les matières phosphorées.

La mise en relation de l'évolution temporelle de ces teneurs avec l'hydrologique du système est délicate à entreprendre sur la base de ces 4 seules mesures ponctuelles. On toutefois souligner que, dans l'ensemble, les concentrations les plus basses furent observées en basses eaux estivales (1^{ère} campagne) et lors des hautes eaux hivernales (3^{ème} campagne), les plus élevées suite à une forte augmentation des débits en période automnale (2^{nde} campagne).

D'un point de vue spatial, il est difficile de hiérarchiser les stations les plus polluées des moins polluées. On remarque toutefois une tendance : les stations apicales BIE40 et ROR10 sont au moins autant contaminées que la station en fermeture de bassin BIE10. Ceci irait donc dans le sens d'une contamination diffuse opérant dès la source (origine agricole ?). L'évolution particulière des concentrations au sein de la station BIE30, i.e. une relative stabilité à travers le temps, est peut-être

le résultat de légers apports supplémentaires engendrés par les problèmes de raccordements (origine domestique), effet qui serait surtout visible en période de basses eaux (sans être drastique).

Les seules données antérieures concernent la station ROR10 en 1997 (2 campagnes) : les teneurs en phosphates y étaient sans commune mesure : 0,31 et 0,94 mg/L (vs 0,04-0,07 mg/L en 2014). Une amélioration très significative y est donc observée.

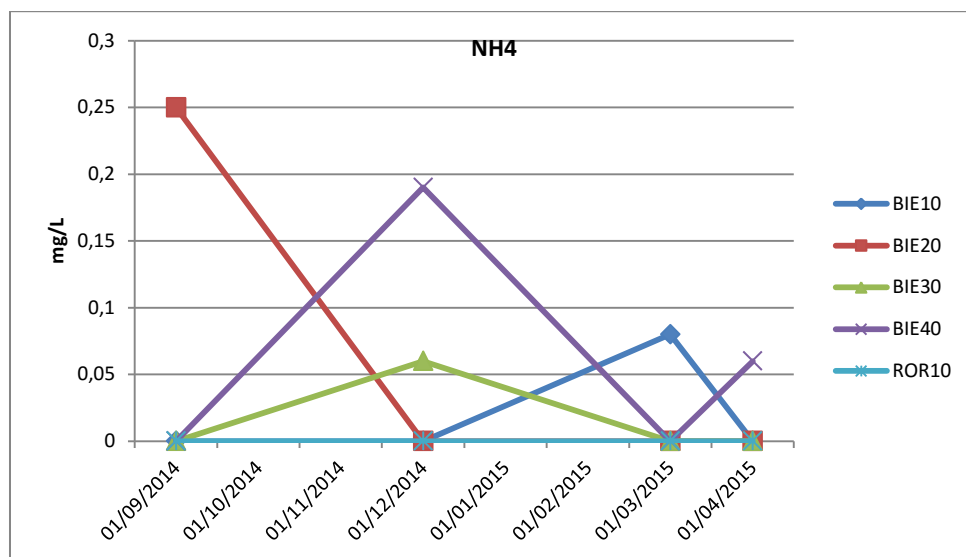


Figure 55. Évolution des concentrations en ammonium au sein des 5 stations investiguées en 2014.

L'évolution temporelle des teneurs en ammonium ne permet pas d'établir une quelconque relation avec l'hydrologie du système. Des pics « isolés » de concentration furent mesurés lors de la 1^{ère} campagne au niveau de la station BIE20, et lors de la 2^{nde} campagne au niveau de la station BIE40.

L'hypothèse explicative suivante serait à vérifier : un apport plus ou moins conséquent en ammonium *via* le réseau karstique en période de forte montée des eaux (visible au niveau de BIE40) auquel s'ajouterait des apports supplémentaires entre BIE30 et BIE20 particulièrement visibles en période d'étiage et qui pourraient être liés aux rejets domestiques de la station d'épuration (concentration du rejet dans un moindre volume).

Concernant le ruisseau du Rorbe, les teneurs en nitrites et ammonium observées en 2014 sont toutes en-deçà des concentrations mesurées en 1997, corroborant ainsi le constat d'amélioration fait pour les phosphates.

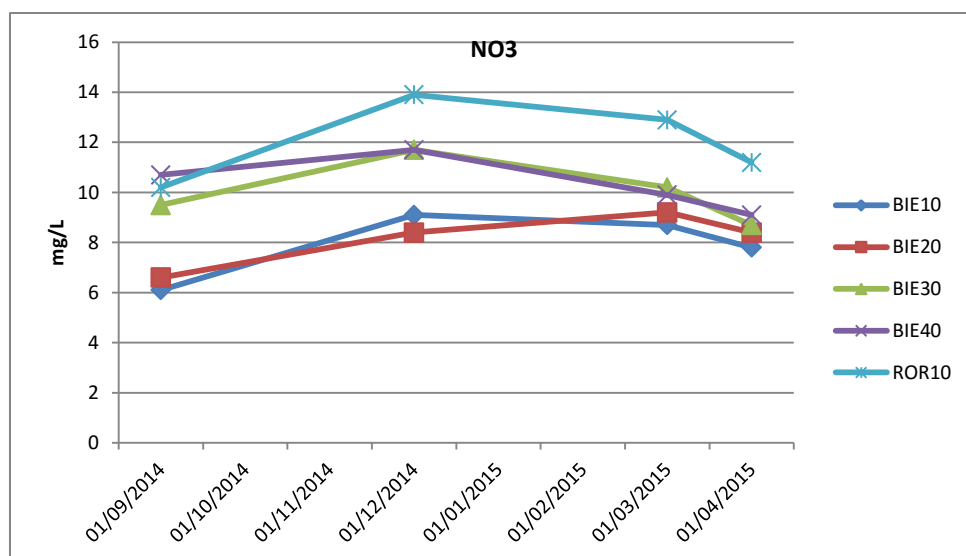


Figure 56. Évolution des concentrations en nitrates au sein des 5 stations investiguées en 2014.

Comme ce qui est très souvent observé par ailleurs, les teneurs en nitrates sont moins soumises à fluctuations que les autres matières azotées. Les concentrations mesurées ne pouvant pas s'expliquer par la seule présence naturelle, une pollution anthropique d'une intensité modérée est évidente (entre 6 et 14 mg/L). Le caractère chronique et diffus de cette contamination ceci dès la source, étaie l'hypothèse d'une origine essentiellement agricole de cette substance.

Concernant le ruisseau du Rorbe, l'évolution des teneurs en nitrates contraste avec celle précédemment décrite pour les matières phosphorées et azotées (hors nitrates) : les niveaux de 2014 ne sont pas en diminution mais plutôt en légère augmentation (10,2-13,9 mg/L) par rapport à 1997 (8,7-12 mg/L).

V. Contamination par les substances toxiques

A. Métaux lourds

	Métaux/sédiment					Métaux/bryophytes				
	BIE10	BIE20	BIE30	BIE40	ROR10	BIE10	BIE20	BIE30	BIE40	ROR10
Arsenic (mg/(kg MS))	4,4	<2,5	4,1	5,1	<2,5	/	/	/	1,52	/
Cadmium (mg/(kg MS))	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5	/	/	/	0,45	/
Chrome (mg/(kg MS))	31,9	26,5	26,2	15,4	5,6	/	/	/	3,13	/
Cuivre (mg/(kg MS))	16,7	25,5	17,0	10,3	10,2	/	/	/	19,2	/
Mercure (mg/(kg MS))	0,113	0,215	0,165	0,154	<0,025	/	/	/	0,051	/
Nickel (mg/(kg MS))	21,6	19,5	19,6	6,7	4,6	/	/	/	3,44	/
Plomb (mg/(kg MS))	19,1	25,0	30,9	21,1	5,1	/	/	/	3,64	/
Selenium (mg/(kg MS))	1,96	2,3	3,81	<0,72	<0,1	/	/	/	<0,25	/
Zinc (mg/(kg MS))	115,2	158,9	139,4	108,5	35,1	/	/	/	54,1	/

Tableau 49. Concentrations sédimentaires et bryophytiques des métaux lourds dans les 5 stations investiguées. Interprétations des classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau.

Un peuplement bryophytique, éparse, ne fut observé qu'au niveau de la station BIE40. Par conséquent, la dynamique actuelle de la contamination par les métaux lourds n'a pu être évaluée qu'au sein de cette station. Les bioaccumulations qui y ont été mesurées sont plutôt faibles, et ne dépassent que de peu leur « concentration métallique repère » pour l'arsenic, le cadmium et le cuivre.

Les concentrations sédimentaires en ETM mesurées dans ROR10 ne permettent pas de mettre en évidence de contamination par ces substances, excepté une légère pollution par le zinc (tableau précédent et figures suivantes). Les teneurs qui y ont été mesurées peuvent ainsi servir de point de comparaison aux autres stations investiguées.

Concernant le Bief de Colombier *sensu stricto*, on observe une multi-contamination nette dès la station BIE40 par les ETM suivants : As, Cr, Hg, Pb et Zn. Ceci est notamment à rapprocher pour partie à des émissions diffuses lié au contexte urbain où est localisée cette station mais aussi vraisemblablement au passé industriel du secteur. **Les teneurs en mercure y sont déjà très élevées.**

Au niveau de la station BIE30, les concentrations sédimentaires de l'ensemble des ETM sont en augmentation par rapport à BIE40 (sauf pour l'As où les concentrations restent à des niveaux modérés). Les seules erreurs de raccordement du réseau d'assainissement entre BIE40 et BIE30 ne permettent pas d'expliquer de tels niveaux de contamination. Ces derniers sont plutôt à rapprocher de rejets industriels passés et/ou anciens, activité très présente dans le secteur apical. Ceci est corroboré par la détection de Sn, substance peu toxique aux concentrations mesurées (PNECsd à 558,4 mg/kg MS) mais marqueur d'un rejet industriel (utilisation à 85% industrielles, 5% agricole, 10% autres, source INERIS). **Les teneurs en Cr, Cu et Pb y sont moyennes ; élevées pour le Cd, Ni et Zn ; et très élevées pour le Hg.**

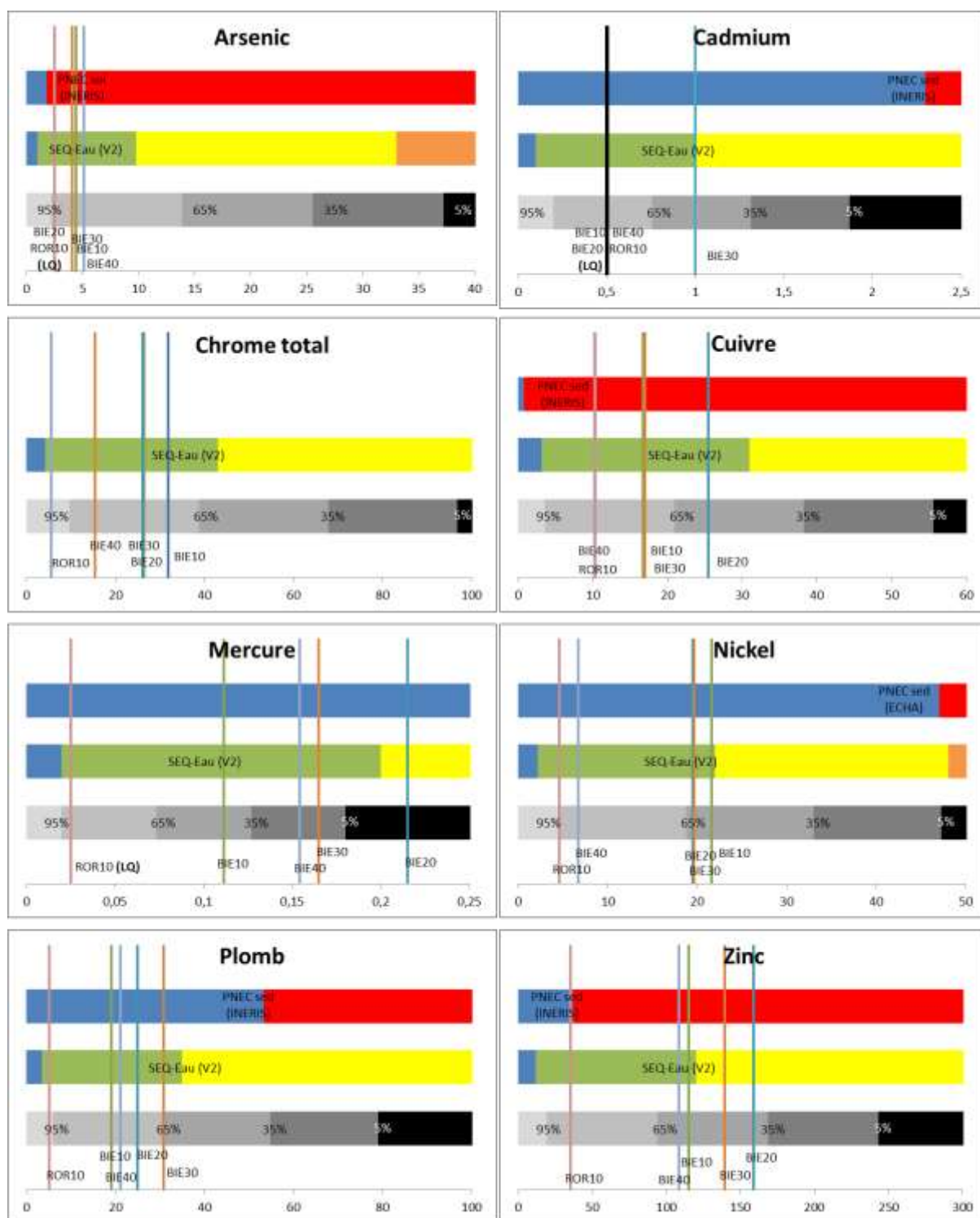


Figure 57. Niveau de contamination du sédiment ($\mu\text{g}/\text{Kg MS}$) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

Au niveau de la station BIE20, on observe une diminution des niveaux de contamination par l'As et le Cd, une stabilité pour le Cr et le Ni, et une nouvelle augmentation des concentrations pour le Cu, le Zn et le Hg. Des rejets via le raccordement à la station d'épuration viennent donc s'ajouter (actuellement et/ou dans le passé) aux pollutions déjà observées plus en amont. Les teneurs en Cr et

Pb y sont moyennes ; élevées pour Cu, Ni et Zn ; et extrêmement élevées pour le Hg. Ainsi la station BIE20 figure dans les 5% des stations du bassin RMC les plus polluées par cette dernière substance.

Au niveau de la station BIE10, on constate une diminution des concentrations sédimentaires de plusieurs ETM par rapport à BIE20 : Cu, Pb, Hg et Zn (plutôt stable pour le Cr et le Ni). Un léger accroissement des teneurs en As est observé à un niveau modeste. La confluence avec le Ruisseau des Noyes ne semble donc pas être un vecteur significatif de pollution additionnelle du milieu par les ETM. **Les teneurs en Cr, Cu et Pb y sont moyennes ; élevées pour le Hg, Ni et Zn.**

Recommandation :

Compte-tenu :

- des niveaux de contamination élevés,
- du caractère essentiellement organique des fonds et donc des importants stockages en ETM (d'un point de vue qualitatif mais aussi et surtout quantitatif),
- de la nécessité de mieux comprendre les flux actuels et anciens en ETM dans le milieu (lacunes de la bioindication passive par les bryophytes),
- et avant toute remobilisation des fonds sédimentaires pour d'éventuels travaux de restauration morphologique ;

la mise en œuvre de dispositifs spécifiquement dédiés à approfondir les connaissances des flux actuels via de la bioindication active avec bryophytes (technique de transplantation) pourrait apporter toute sa pertinence comme ce fut le cas dans des situations similaires par ailleurs.

B. Micropolluants dans le sédiment

			BIE10	BIE20	BIE30	BIE40	ROR10
HAP	Acenaphten	µg/(kg MS)	ND	25	31	59	ND
	Anthracène	µg/(kg MS)	14	60	93	208	ND
	B(a)A	µg/(kg MS)	108	374	552	742	47
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	130	317	452	474	51
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	138	410	597	842	62
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	183	459	656	752	58
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	87	274	286	329	27
	Chrysène	µg/(kg MS)	177	547	881	1067	83
	Fluoranth,	µg/(kg MS)	239	796	1175	1443	79
	Indénopyr,	µg/(kg MS)	142	329	500	789	44
	Naphtalène	µg/(kg MS)	18	82	69	12	ND
	Phénanthr,	µg/(kg MS)	111	377	541	832	42
	Pyrène	µg/(kg MS)	194	711	1007	1209	62
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	138	410	597	842	62
HAP somme (14)	µg/(kg MS)	1403	4351	6243	7916	493	
Solvants et organoschlorés	1,2-2ClBnz	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	1,2-2ClEth	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	1,3-2ClBnz	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	1,4-2ClBnz	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	57	37	22	13	53
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18
	2CIMéthane	µg/(kg MS)	1140	1860	1090	660	890
	Benzène	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18
	CCl4	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18
	CHCl3	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18
	HCBu	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18
	TCA 1,1,1	µg/(kg MS)	52	37	22	13	202
	TCB 123	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	TCB 124	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	TCB 135	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	TCE	µg/(kg MS)	448	368	244	91	787
	Toluene	µg/(kg MS)	114	186	109	66	89
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18
	TTCE	µg/(kg MS)	475	197	150	52	1417
	Xylène-m	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18
Xylène-o	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18	
Xylène-p	µg/(kg MS)	23	37	22	13	18	
Total	µg/(kg MS)	3291	4320	2598	1474	4223	
Organobromés	BDE100	µg/(kg MS)	ND	0,14	0,13	0,31	ND
	PBDE99	µg/(kg MS)	ND	0,43	0,43	1,40	ND
PCB	PCB 101	µg/(kg MS)	15	49	163	ND	ND
	PCB 105	µg/(kg MS)	ND	ND	49	ND	ND
	PCB 118	µg/(kg MS)	15	49	138	ND	ND
	PCB 138	µg/(kg MS)	19	65	152	ND	ND
	PCB 153	µg/(kg MS)	20	56	148	ND	ND
	PCB 180	µg/(kg MS)	ND	13	28	ND	ND
	PCB 52	µg/(kg MS)	6	ND	53	ND	ND
	7 PCBi	µg/(kg MS)	74	230	682	ND	ND
Phtalates	DEHP	µg/(kg MS)	2126	5935	8653	2205	388
Autres	EDTA	µg/(kg MS)	58	95	55	ND	ND
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	593	1993	1647	444	471
	EtChlorpy	µg/(kg MS)	ND	107	ND	ND	ND
	Diflufenic	µg/(kg MS)	ND	ND	ND	39	ND

Tableau 50. Contamination du sédiment des 5 stations investiguées en 2014 (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible). En rouge, les concentrations dépassant la PNEC pour les substances en disposant d'une valeur de référence validée par l'INERIS.

Comme pour les ETM, les concentrations sédimentaires en HAP de la station ROR10 sont plutôt faibles et peuvent servir de point de comparaison pour les 4 autres stations investiguées.

Parmi les solvants et micropolluants détectés, certains le sont à des teneurs « anormalement élevées » : par exemple le TCE (trichloroéthylène) et le TTCE (tetrachloroéthylène). Il s'agit de marqueurs de l'activité industrielle – pour l'essentiel « mécanique, traitement de surface », « chimie et parachimie » et « sidérurgie, métallurgie, coke ». La pollution peut se faire directement par des rejets dans l'eau, mais aussi par contamination diffuse dans les sols et des rejets atmosphériques. Les concentrations mesurées dépassent la PNEC du TCE – fixée à 316 µg/Kg MS par l'INERIS – et est classée cancérigène Catégorie 2 (= Substance cancérogène pour l'homme) par l'Union Européenne.

On y observe aussi la présence du phtalate DEHP à une concentration dépassant sa PNEC_{sed} fixée à 100 mg/Kg MS (l'usage de cette substance est décrite pour la station BIE40).

La station BIE40 est très fortement contaminée par les HAP (classe « médiocre » d'après le SEQ-Eau, i.e. la plus déclassante des 4 classes définies pour le sédiment). Le rapport anthracène / phénanthrène plaide très clairement en faveur d'une origine pyrolytique de ces composés (combustion de matières carbonées plutôt que de rejets directs de substances pétrogéniques).

Les teneurs et compositions en « solvants et organochlorés » y sont communes et ne témoignent pas d'une intense contamination par ces substances dans cette station.

En revanche on note la présence des organobromés PBDE (=pentabromodiphényléthers), moins répandus. La concentration détectée en PBDE100 atteint sa PNEC_{sed} – 0,31 µg/Kg MS (illustrant par ailleurs le manque de pertinence de certains seuils du SEQ-Eau : la limite du très bon état est à 2300 µg/Kg MS). Les PBDE étaient autrefois utilisés dans la mousse de polyuréthane dans le mobilier à usage domestique et urbain, mais ce sont aussi et surtout des marqueurs de l'activité industrielle avec de nombreux types d'usages (les textiles, les composants électriques et électroniques, les matériaux de construction, les véhicules, les avions, les conditionnements, les huiles de forage liquides et les produits à base de caoutchouc).

On constate aussi la présence du phtalate DEHP (=bis(2-éthylexyl) phtalate) à une concentration n'atteignant cependant pas sa PNEC_{sed} – fixée à 100 mg/Kg MS. Cette substance est notamment classée comme perturbateur endocrinien de catégorie 2 (toxicité donc indépendante d'une courbe dose-réponse classique). Plus de 95 % du DEHP consommé est employé comme plastifiant dans l'industrie des polymères, et plus particulièrement dans la production de produits intermédiaires ou finis en PVC souple. Toutefois, étant donné le large éventail des applications et des produits dans lesquels cette substance est utilisée, les voies de pénétration potentielles dans l'environnement sont nombreuses et diffuses. Cette substance est voie d'interdiction (plus ou moins étendue).

Outre l'AMPA (résidu de l'herbicide glyphosate très communément détecté), la substance active diflufénicanil (à action herbicide) a été détectée à une concentration dépassant sa PNEC_{sed} fixée à 20 mg/Kg MS (on note que ce seuil est inférieur au seuil de quantification qui est de 25 mg/Kg MS).

La station BIE30, est aussi fortement polluée par les HAP, mais un peu moins toutefois que la station BIE40. Les solvants et organochlorés sont en revanche en moyenne 75% plus concentrés qu'à BIE40, et les teneurs en phtalates et AMPA y sont près de 4 fois plus élevées.

Les **PCB y sont très concentrés** alors qu'ils sont non détectés plus en amont. D'une manière schématique, les sources de contamination peuvent être classées en deux grandes catégories : d'une part les sources historiques dues à la production/utilisation de PCB entre 1929 et 1987 ; les sources actuelles qui contiennent encore des PCB dans l'environnement (utilisation d'appareils mis en service avant 1987 par exemple). La première hypothèse paraît ici la plus probable. Compte tenu de la multiplicité des mélanges de congénères susceptibles d'être retrouvés dans l'environnement, l'INERIS ne propose pas de PNEC pour ces substances.

On constate par ailleurs la présence de l'EDTA à une concentration dépassant de 5 fois sa PNECsed – 11,87 mg/Kg MS – mais de peu sa LQ – 50 mg/Kg MS. Il s'agit d'une substance qui complexe les métaux lourds et qui, une fois complexée, peut se fixer dans un organisme. Il est difficilement biodégradable et n'est pas éliminée par les stations d'épuration. En outre l'EDTA n'est pas retenue par les filtres à charbon actif, et à ce titre est susceptible de contaminer l'eau potable. Il a de multiples origines. Par exemple, en agronomie, l'EDTA est un chélateur capable de faire rentrer certains éléments nutritifs dans la plante, et un ajout d'EDTA dans un sol permet de lutter contre les carences en oligo-éléments.

La station BIE20 présente le même profil de contamination par les micropolluants que BIE30, mais avec plusieurs nuances :

- les teneurs en HAP, PCB et phtalates, bien que restant élevées, sont en voie de diminution par rapport à l'amont ;
- les teneurs en organobromés sont stables ;
- les teneurs en solvants et organochlorés sont en augmentation de plus de 66% par rapport à BIE30 et de plus de 290% par rapport à BIE40 (qui était déjà contaminée). En considérant le TCE comme marqueur de ce type de contamination, on constate que la PNECsed (à 316 µg/Kg MS) est désormais franchie dans le Bief de Colombier.
- En outre, les teneurs en pesticides sont aussi en augmentation par rapport à BIE30 : AMPA (produits de dégradation de l'herbicide glyphosate) et présence avérée de **l'insecticide organophosphoré** chlorpyrifos-éthyl (substance autorisée mais classée « substance préoccupante » par l'INERIS et ne disposant pas de PNECsed).

La station BIE10, en fermeture de bassin, présente le même profil de contamination que plus en amont, mais avec des teneurs en diminution pour l'ensemble des groupes de micropolluants concernés. On constate toutefois (et par exemple) que les PCB sont encore détectés, et que le phtalate DEHP, l'organochloré TCE et l'EDTA dépassent encore leur PNECsed respectives.

C. Pesticides

Date	Unité	Libellé SANDRE	ROR10	BIE40	BIE30	BIE20	BIE10
22/09/2014	µg/L	Diflufenic (H)	0,008				
	µg/L	Fipronil (I)		0,009			
	µg/L	Glyphosate (H)					0,032
	µg/L	Perméthrin (I)		0,013			
	µg/L	Métaldéhyd (M)	0,046				
	µg/L	Métolachlo (H)	0,15		0,028	0,015	0,016
04/03/2015	µg/L	Métolachlo (H)	0,007				0,008
Nb pesticides détectés			3	2	1	1	2
C total (µg/L)			0,211	0,022	0,028	0,015	0,056

Tableau 51. Concentrations des pesticides détectés dans l'eau (µg/L) lors des deux campagnes du suivi « 2014 ». En bleu les concentrations en-deçà de la VGE lorsque celle-ci est disponible (en rouge dans le cas contraire). H = Herbicide ; I = Insecticide ; M = Molluscicide.

6 substances actives ont été détectées dissoutes dans l'eau lors des deux campagnes d'analyses dans le BV. A ces molécules s'ajoutent le chlorpyriphos et le diflufénicanil détectés dans le sédiment de la station BIE20 et BIE40 respectivement. L'ensemble des stations est touché par cette contamination, témoignant ainsi d'une pollution plutôt diffuse par les pesticides.

On constate une proportion élevée en insecticide/molluscicide parmi les substances détectées (4 pesticides/8), le reste étant à action herbicide. L'impact potentiel de cette pollution sur les faunes non-cibles (macrobenthos en particulier) est d'autant plus élevé. D'un point de vue écotoxicologique, les herbicides diflufénicanil et glyphosate n'ont pas franchis leurs VGE respectives (0,1 µg/L chacune) lors de ces 2 campagnes ponctuelles. En revanche, la concentration sédimentaire en chlorpyriphos-éthyl dépasse sa PNECsed (Cf chapitre précédent). Les 5 autres pesticides ne disposent pas ni de VGE, ni de PNEC. Néanmoins, les congénères de la famille de la **perméthrine** disposant tous de PNECeau aux alentours de 0,001 µg/L, il est très vraisemblable que la concentration mesurée engendre des altérations directes sur l'environnement.

Le fipronil est un insecticide (famille des phénylpyrazoles) interdit à l'usage depuis 2013 (autrefois utilisé essentiellement comme traitement des semences de maïs). Cette substance est notamment en cause pour leur impact sur les abeilles domestiques.

La **perméthrine** est un insecticide de la famille des pyréthrinoïdes de synthèse. Elle est employée pour de nombreux usages, y compris biocides. Peu soluble, cette substance est en grande proportion adsorbée par le sédiment (bien que présentement non quantifiée dans ce compartiment, soulignant ainsi que « non quantifié » ne signifie pas absent...).

Le métaldéhyde, utilisé pour lutter essentiellement contre les limaces, est un composé très toxique pour les animaux domestiques (chats, chiens) et sauvages (notamment le hérisson) ainsi que pour l'homme. Sa toxicité pour les organismes aquatiques est assez mal connue, on peut toutefois noter une LC50_{4j} (concentration tuant 50% des individus après 4 jours d'exposition) à 7 300 µg.L⁻¹ pour la truite arc-en-ciel selon une étude de l'EPA (*Environmental Protection Agency*, Agence américaine de protection de l'environnement).

Le métolachlore est un herbicide organochloré interdit en France depuis 2003, théoriquement remplacé par le S-métolachlore qui est son énantiomère actif (d'où la nécessité d'une approche analytique plus précise pour faire la distinction). Il s'agit d'un dés herbant sélectif largement employée dans les cultures de maïs. Il est considéré par l'USGS comme un perturbateur endocrinien potentiel, et il est classé par l'INERIS comme très dangereux (score DANGER de 20/20) et problématique quant à son devenir environnemental (score TRANSFERT de 17.5/20).

Chlorpyrifos-éthyl (insecticide organophosphoré détecté dans le sédiment) est une substance autorisée mais classée « substance préoccupante » par l'INERIS et ne disposant pas ni de PNECsed ni de VGE.

Le **diflufenicanil** est un herbicide détecté dans le sédiment à une concentration dépassant sa PNECsed fixée à 20 mg/Kg MS.

VI. Analyses hydrobiologiques

	Type CEMAGREF	IBD-2014	IPS2014
ROR10	TP5	18,1	17,3
BIE40	TP5	20,0	19,1
BIE30	TP5	17,9	16,6
BIE20	TP5	15,2	15,0
BIE10	TP5	12,8	11,7

Tableau 52. États des peuplements diatomiques en 2014 (classes d'états DCE).

Les indices d'état diatomique IBD et IPS (ce dernier étant réputé meilleur discriminant) reflètent un état physico-chimique de l'eau *sensu stricto* les mois précédents leur échantillonnage. Il apparaît ainsi nettement un gradient amont-aval où cet état s'altère progressivement d'un « très bon état » à un « état médiocre ». Les analyses physico-chimiques n'ont pas permis de mettre en évidence ce phénomène, vraisemblablement en raison de leur caractère ponctuel (alors que des pics transitoires en nutriments sont suspectés).

L'approche autécologique de VanDam (1994) pour ces peuplements indique notamment une eau à tendance mésotrophe au niveau de BIE40 puis méso-eutrophe à eutrophe dans les 3 stations plus en aval. Le gradient amont-aval plus ou moins continu du caractère saprobique des fonds contribue aussi pour partie à ce déclassement progressif de l'état des peuplements diatomiques.

Chez les macro-invertébrés, l'indice synthétique équivalent-IBGN fait état de deux niveaux de qualité des communautés ne correspondant pas à un gradient amont-aval (figures suivantes) : BIE40 et BIE10 (stations apicale et distale) avec des robustesses indiquant des indices compris entre 6-7 et 10-11/20 ; et les deux stations BIE30 et 20 (médianes) avec des indices compris entre 12 et 13/20.

Néanmoins, d'un point de vue qualitatif, ce gradient amont-aval semble effectivement exister aussi chez le macrobenthos. En effet, les groupes indicateurs retenus sont de rang 7 dans les deux stations

amont et de rang 6 dans les deux stations aval. Plus encore, l'examen des listes de groupes indicateurs présents (tableau suivant) reflète encore mieux la présence de ce gradient : compositions taxonomiques similaires à BIE40 et BIE30, puis « disparition » des Goeridae (GI de rang 7) à partir de BIE20, puis disparition des Sericostomatidae (GHI de rang 6) au niveau de BIE10.

Comme pour les diatomées, l'état macrobenthique résulte à la fois (et entre autres) de la trophie et de la saprobie du milieu mais il intègre aussi la qualité de la composante micro-habitationnelle. À ce titre, les hospitalités des stations BIE40 et BIE10 sont nettement inférieures aux autres stations : toutes deux ont des fonds uniformisés (à dominante minérale pour BIE40 et organique pour BIE10) ainsi que des aspects nettement chenalisés. Ceci est reflété par des diversités taxonomiques qui y sont nettement inférieures par rapport aux autres stations.

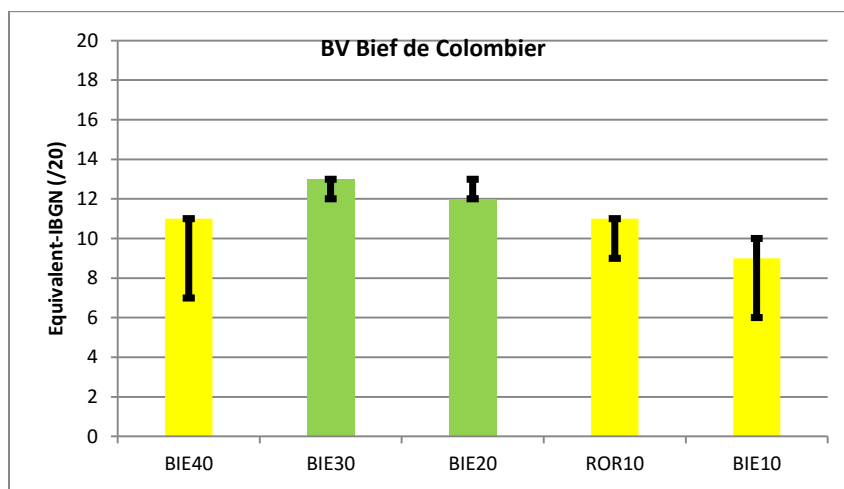


Figure 58. Équivalent-IBGN pour les 5 stations investiguées en 2014. Les barres d'erreurs indiquent les valeurs des robustesses négatives et positives. Les couleurs correspondent aux classes d'état selon le référentiel DCE.

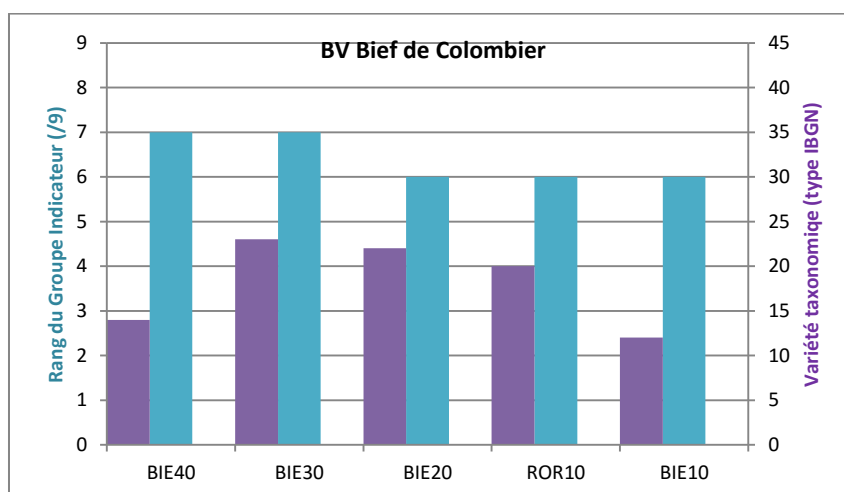


Figure 59. Valeurs des composantes des équivalent-IBGN pour les 5 stations investiguées : variété taxonomique en violet et rang du groupe indicateur en bleu clair.

GI	Taxon	BIE10	BIE20	BIE30	BIE40	ROR10
9	Chloroperlidae					
	Perlidae					
	Perlodidae					
	Taeniopterygidae					
8	Capniidae					
	Brachycentridae					
	Odontoceridae					
	Philopotamidae					
7	Leuctridae					
	Glossosomatidae					
	Beraeidae					
	Goeridae					
	Leptophlebiidae					
6	Nemouridae					
	Lepidostomatidae					
	Sericostomatidae					
	Ephemeraidae					
5	Hydroptilidae					
	Heptageniidae					
	Polymitarcidae					
	Potamanthidae					
4	Leptoceridae					
	Polycentropodidae					
	Psychomyiidae					
	Rhycaophilidae					
3	<i>Limnephilidae</i>					
	Hydropsychidae					
	<i>Ephemerellidae</i>					
	Aphelocheiridae					
2	<i>Baetidae</i>					
	<i>Caenidae</i>					
	<i>Elmidae</i>					
	<i>Gammaridae</i>					
	Mollusques					
1	<i>Chironomidae</i>					
	<i>Asellidae</i>					
	Achètes					
	<i>Oligochètes</i>					

Tableau 53. Composition des listes de groupes indicateurs macrobenthiques au sein des 5 stations investiguées en 2014.

À noter le cas particulier de la station ROR10, où la comparaison avec les observations de 1997 indique une amélioration nette de la qualité du peuplement macrobenthique (IBGN de 9/20 puis équivalent-IBGN à 11/20) avec en particulier un doublement de la diversité taxonomique (VT de 10 en 1997 à 20 en 2014). Ceci est à rapprocher des très fortes diminutions concomitantes en matières phosphorées et azotées (hors nitrates).

A ces différentes combinaisons de niveaux saprobiques, trophiques et micro-habitatonaux, l'état macrobenthique est aussi susceptible de répondre plus ou moins insidieusement aux pollutions par les substances toxiques. L'approche SPEAR suivante est plus spécifiquement destinée à évaluer (pour partie) ce dernier type de perturbation.

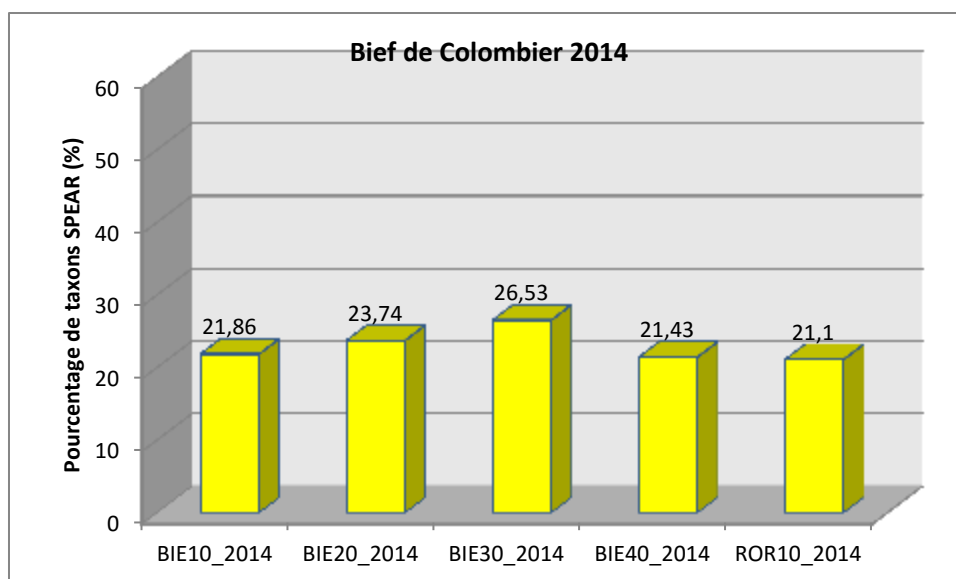


Figure 60. Pourcentage de taxons SPEAR (sensibles aux pesticides) parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées. Les codes couleurs correspondent aux seuils 50%, 30%, 20%, 10%.

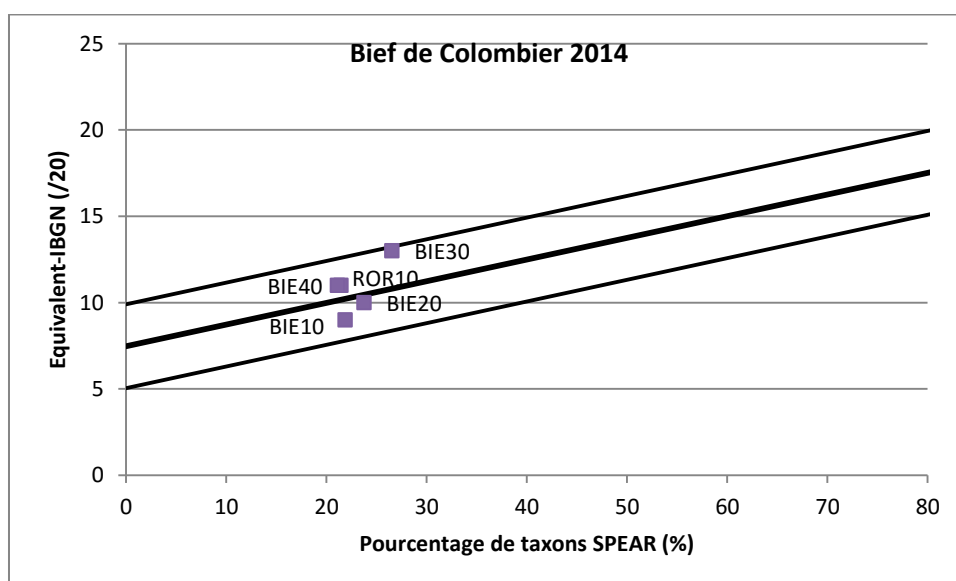


Figure 61. . Projection du taux de taxons SPEAR par rapport à la corrélation habituellement observée avec les valeurs de l'équivalent-IBGN (>100 communautés exploitées). Les lignes supérieures et inférieures correspondent aux erreurs types de la corrélation. Une projection au-dessus de ces droites indique une valeur de l'équivalent-IBGN ne rendant pas fidèlement compte de l'impact des pesticides (effet insidieux), une projection en-dessous indique une altération globale du peuplement macrobenthique par des paramètres environnementaux structurant autres (contraintes hydrologiques en particulier).

La contamination par les pesticides est diffuse mais quantitativement modérée au regard de concentrations totales mesurées et du nombre de substances détectées. Le niveau élevé d'impact sur les communautés macrobenthiques (entre 75% et 80% des taxons « peu sensibles aux pesticides ») est vraisemblablement à rapprocher de la proportion notable en insecticides parmi les cocktails de substances présentes.

La faiblesse des valeurs des équivalents-IBGN rendent plutôt bien compte du degré d'impact par les pesticides (peut-être légèrement sous-estimé au niveau de la station BIE30).

En outre, ces effets écotoxicologiques des pesticides sont combinés à ceux engendrés par les autres micropolluants et métaux lourds détectés parfois à des concentrations élevées.

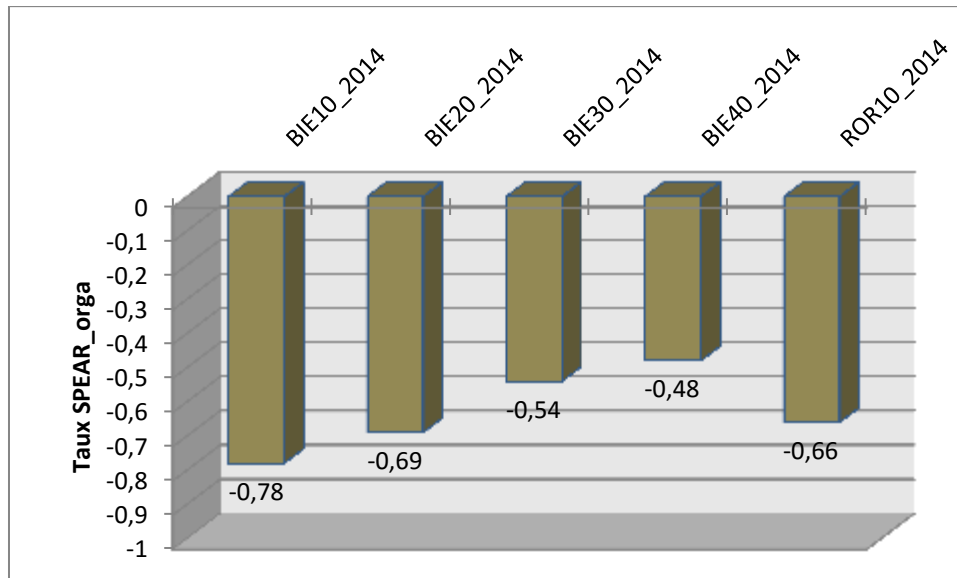


Figure 62. Taux de taxons SPEAR_organique (= sensibles aux micropolluants organiques autres que pesticides) : plus la valeur est faible, plus la communauté macrobenthique est structurellement tolérante à ce type de composés.

Un gradient amont-aval de « tolérance » à ces micropolluants est nettement observé le long du linéaire du Bief de Colombier. Le Ruisseau de Rorbe apparaît ainsi comme étant significativement impacté par ces substances, comme il l'est similairement aux autres stations par les pesticides.

Cet impact de la station ROR10 vient étayer le fait qu'il s'agit bien d'un degré d'impact par ces micropolluants qui est observé, et non pas uniquement une réponse relative à un gradient de saprobie du milieu, les polluants étant essentiellement présent dans le compartiment sédimentaire.

Ces observations viennent donc compléter et relativiser les mesures analytiques réalisées où une diminution des teneurs en micropolluants semblait à l'œuvre entre BIE20 et BIE10.

VII. Conclusion

L'activité industrielle actuelle et passée engendre de fortes contaminations rémanentes du milieu aquatique par divers types de micropolluants et par les métaux lourds, parfois à des concentrations particulièrement élevées (HAP, TCE, PCB, mercure par exemple). Certaines contaminations sont présentes dès les têtes de bassin (BIE40 et ROR10), et des apports supplémentaires (actuels et/ou passés) sont aussi localisés entre BIE40 et BIE30 (anciens raccordements ?) et entre BIE30 et BIE20 (station d'épuration ?).

À cette pollution s'ajoute celles plus diffuse par les pesticides, quantitativement modérée mais notoirement impactante pour la faune aquatique en raison de la proportion élevée en insecticides.

D'un point de vue physico-chimique, ont été observés :

- une contamination faible mais récurrente et diffuse par les matières phosphorées ;
- des pics de concentrations par les matières azotées (hors nitrates) en têtes de bassin et à l'aval de la station d'épuration ;
- des teneurs moyennes, chroniques et diffuses par les nitrates.

En outre, le caractère saprobique des fonds tend à s'affirmer d'amont en aval, contribuant aussi à réduire l'hospitalité du milieu déjà morphologiquement contraint.

Une évolution positive de la station ROR10 est cependant observée par rapport à 1997 : les teneurs en éléments nutritifs (hors nitrates) y sont beaucoup plus faibles (probables amélioration d'un rejet d'assainissement plus en amont), conduisant à une tendance à l'amélioration relative de la communauté macrobenthique.

Préalablement à d'éventuels travaux de restauration physique du milieu (dont les intérêts écologiques seraient certains, en termes de gain en hospitalité notamment), certaines interrogations devront être levées pour en évaluer toute la pertinence :

- Part des flux actuels et anciens en substances toxiques : des solutions techniques avec de la bioindication active peuvent être proposées (*via* la bioaccumulation dans les bryophytes pour les métaux lourds, *via* différents biomarqueurs chez le gammare pour les substances repro- et géno-toxiques).
- Rapport bénéfice/risque lié à la manipulation de sols et sédiments fortement contaminés : les opérateurs pourront se référer aux travaux de recherche entrepris dans ce sens par le pôle ONEMA-IRSTEA.

Bassin-versant du Ruisseau de Fontaine-Ronde

A. Contexte et localisation

Le Ruisseau de Fontaine est un affluent de la partie apicale du Doubs avec lequel il conflue au niveau de la commune de la Cluse et Mijoux. Il prend sa source à 959m d'altitude et se jette environ 6520m plus loin dans son exutoire à 844m d'altitude, ce qui lui confère une pente moyenne de 1,76%.

4 stations ont été investiguées en 2014 le long du linéaire du Ruisseau de Fontaine-Ronde :

- La station **FRO30** : localisée moins de 200m en aval de la source, en amont de l'influence de la première retenue. La station se situe dans une zone humide (faible pente) et est en très grande partie colonisée par de la végétation aquatique. La gare « Conifère » est localisée un peu plus en aval, la voie ferrée passant à environ 50m en rive gauche et la route nationale à environ 30m en rive droite.



Photographie 10. Vue de la station FRO30 (prise le 24/09/2014)



Photographie 11. Vue des fonds dominants de la station FRO30 (prise le 24/09/2014)

- La station **FRO20** : localisée dans le secteur apicale du ruisseau, à environ 1,3km de la source, cette station intègre notamment l'aménagement de la voie destinée aux grumiers (travaux réalisés au cours du suivi), ainsi que le petit affluent s'écoulant dans la partie forestière en rive gauche (travaux de coupes à blanc notamment). Elle localisée en amont de l'influence d'une retenue d'eau proche.



Photographie 12. Vue de la station FRO20 (prise le 24/09/2014)

- La station **FRO10** : localisée dans la partie aval du linéaire, elle est située en amont de la confluence avec la Morte et du hameau « les Angles ».



Photographie 13. Vue de la station FRO10 (prise le 24/09/2014)



Photographie 14. Vue des fonds dominants de la station FRO10 (prise le 24/09/2014)

- La station **FRO05** : localisée en fermeture de bassin, cette station est donc en aval de la confluence avec la Morte et intègre des dysfonctionnements signalés par rapport au fonctionnement du réseau d'assainissement conduisant au poste de relevage proche (débordements en périodes de hautes eaux).



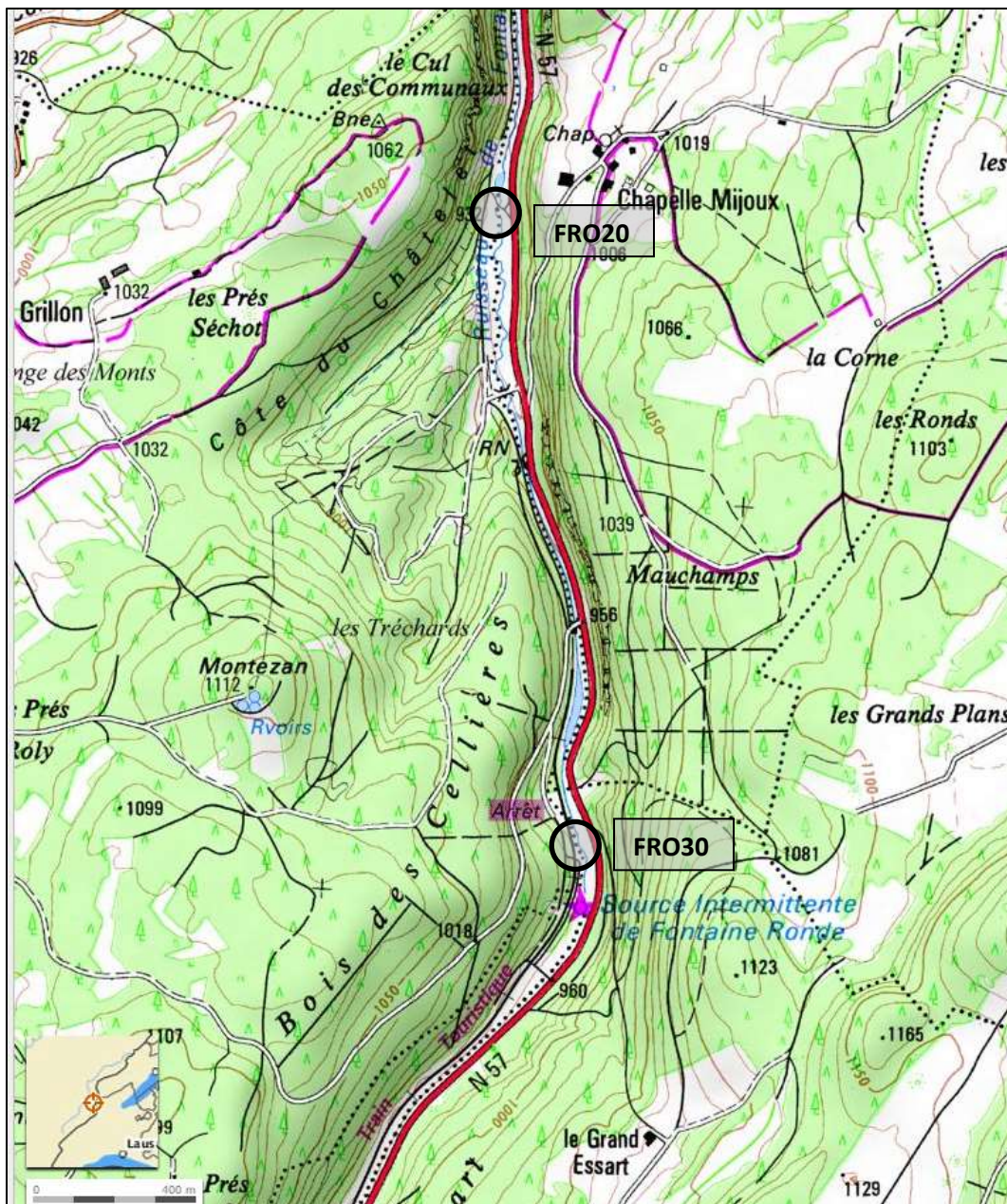
Photographie 15. Vue de la station FRO10 (prise le 24/09/2014)

Les cartes suivantes localisent les 4 stations investiguées ainsi que les contextes environnementaux du Ruisseau de Fontaine-Ronde (types de recouvrements du bassin-versant, écoulements souterrains).

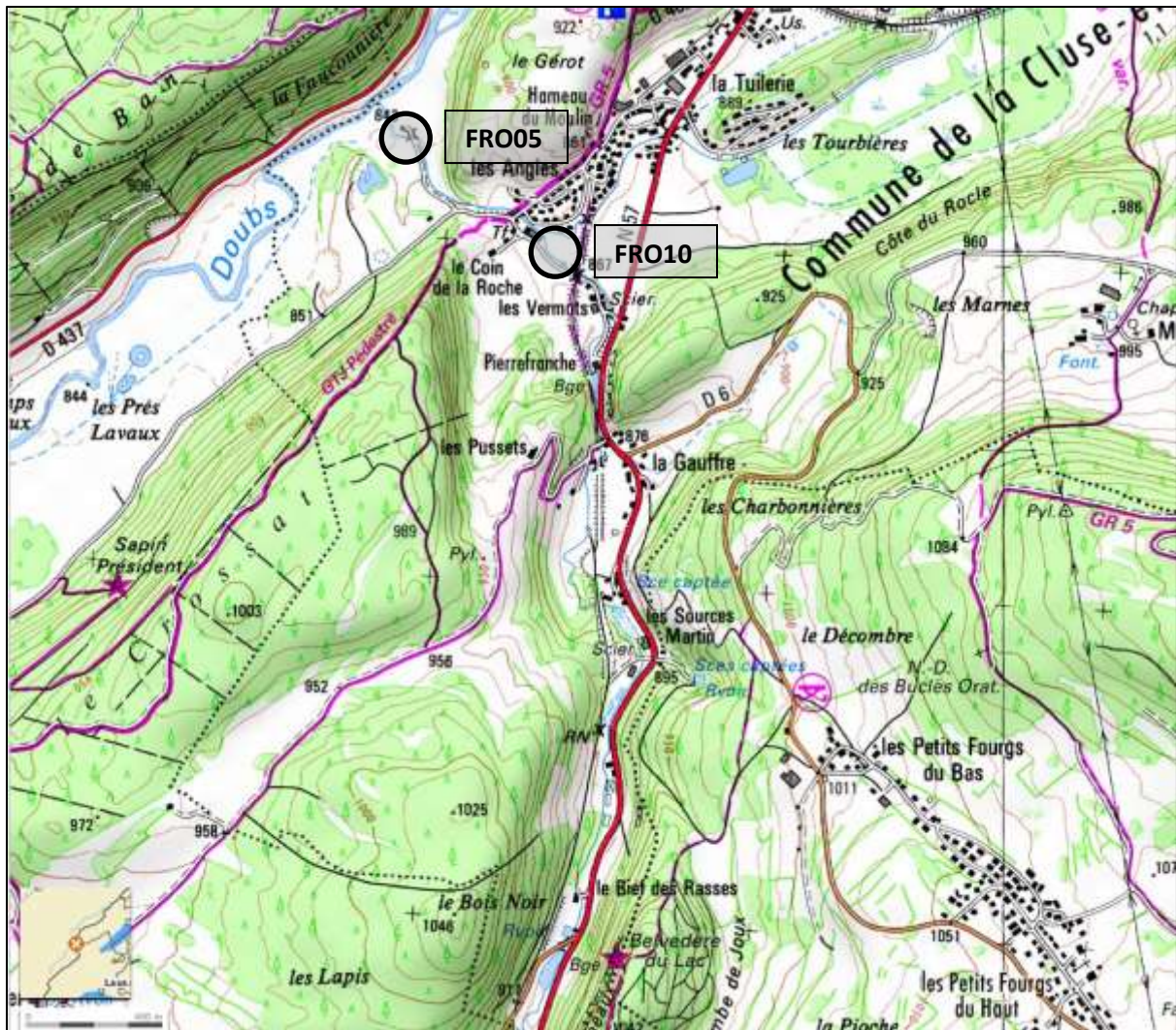
L'environnement immédiat du ruisseau est essentiellement constitué de secteurs boisés dans sa partie apicale, des pâturages étant localisés dans la partie médiane. La partie distale est aussi sous l'influence de secteurs davantage urbanisés. Toutefois, les circulations d'eaux souterraines venant alimentées le Ruisseau de Fontaine Ronde se font notamment en provenance de la commune des Hôpitaux Neufs au niveau de la source et de la commune des Fourgs dans sa partie médiane.

Les pressions potentielles sont donc potentiellement liées à l'exploitation forestière (coupes à blancs engendrant des lessivages importants des sols, traitement du bois en forêt et/ou en scierie), à l'activité agricole (bien que globalement peu présente dans le bassin versant topographique), et aux éventuels rejets domestiques dans la partie distale du cours d'eau. On note également la présence de la route nationale qui longe une partie importante du linéaire et de la gare ferroviaire dans la partie apicale.

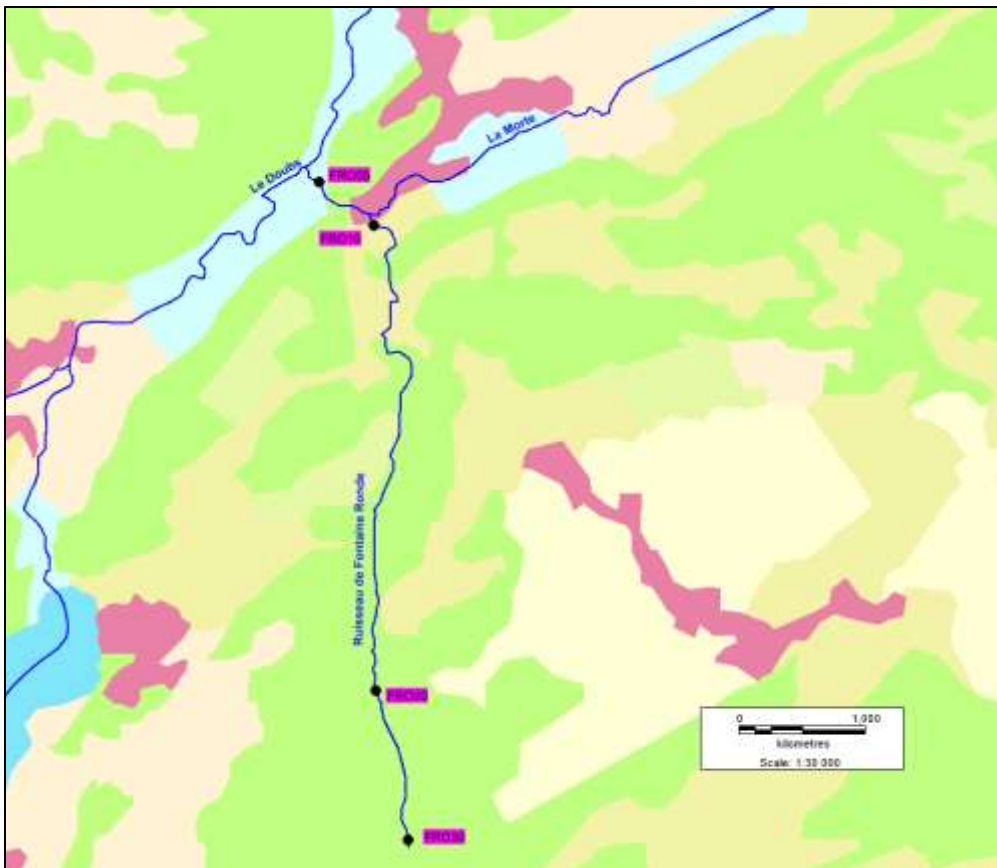
Outre ces potentielles atteintes qualitatives, le cours d'eau subit aussi des pressions d'ordres physiques (Cf profil en long du ruisseau). Ainsi, de nombreuses retenues et seuils altèrent en plusieurs localités la continuité écologique de l'hydrosystème. Ceci contribue notamment à « hacher » la pente moyenne de 1,76% en plusieurs secteurs relativement lenticques et des successions de seuils et zones fortement lotiques. Par ailleurs, alors que la partie apicale dispose d'une hydromorphologie « naturelle » (hors influence des seuils), on constate un partie du linéaire fortement recalibrée dans la partie médiane et des contraintes dans sa partie distale liée à l'urbanisation de ce secteur.



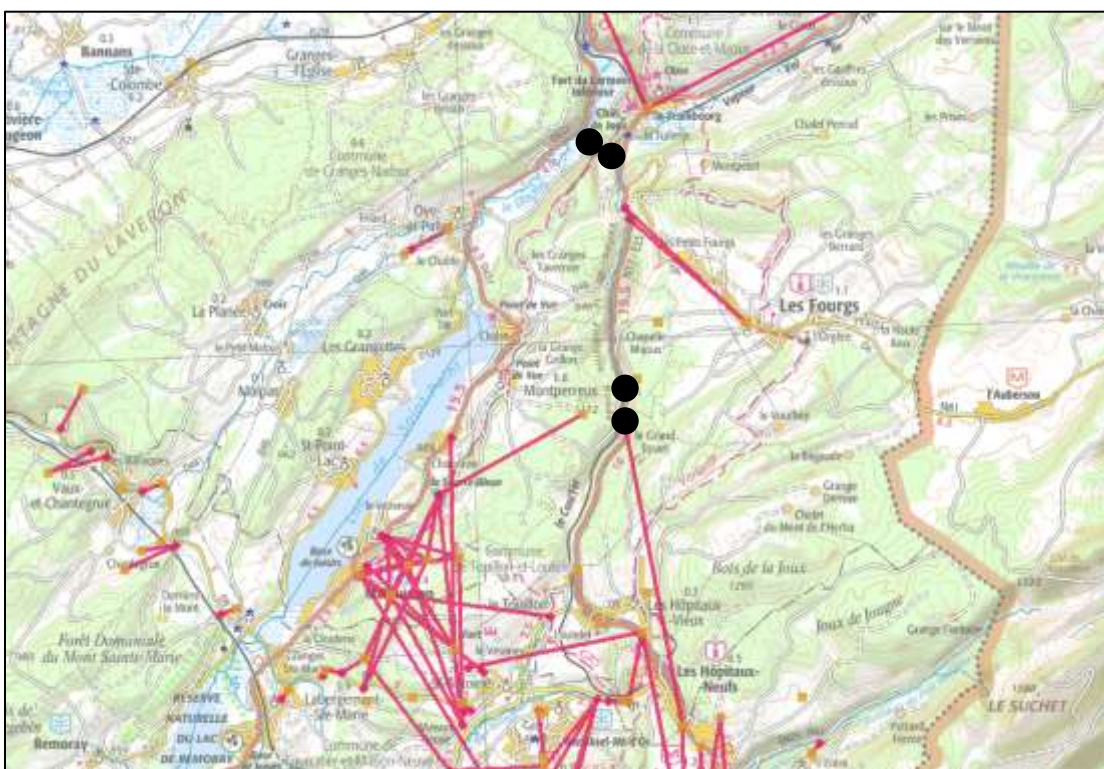
Carte 13. Vue du secteur amont du Ruisseau de Fontaine-Ronde (extrait modifié de géoportail).



Carte 14. Vue du secteur aval du Ruisseau de Fontaine-Ronde (extrait modifié de géoportail).



Carte 15. Recouvrement des sols au niveau du Ruisseau de Fontaine-Ronde. En rouge : secteur urbanisé, en jaune : zones agricoles, en vert : recouvrement boisé (extrait de la BD CorineLandCover).



Carte 16. Traçage des circulations d'eaux souterraines à proximité du Ruisseau de Fontaine-Ronde (extrait de la BD Carmen). Les points noirs localisent les 4 stations investiguées.

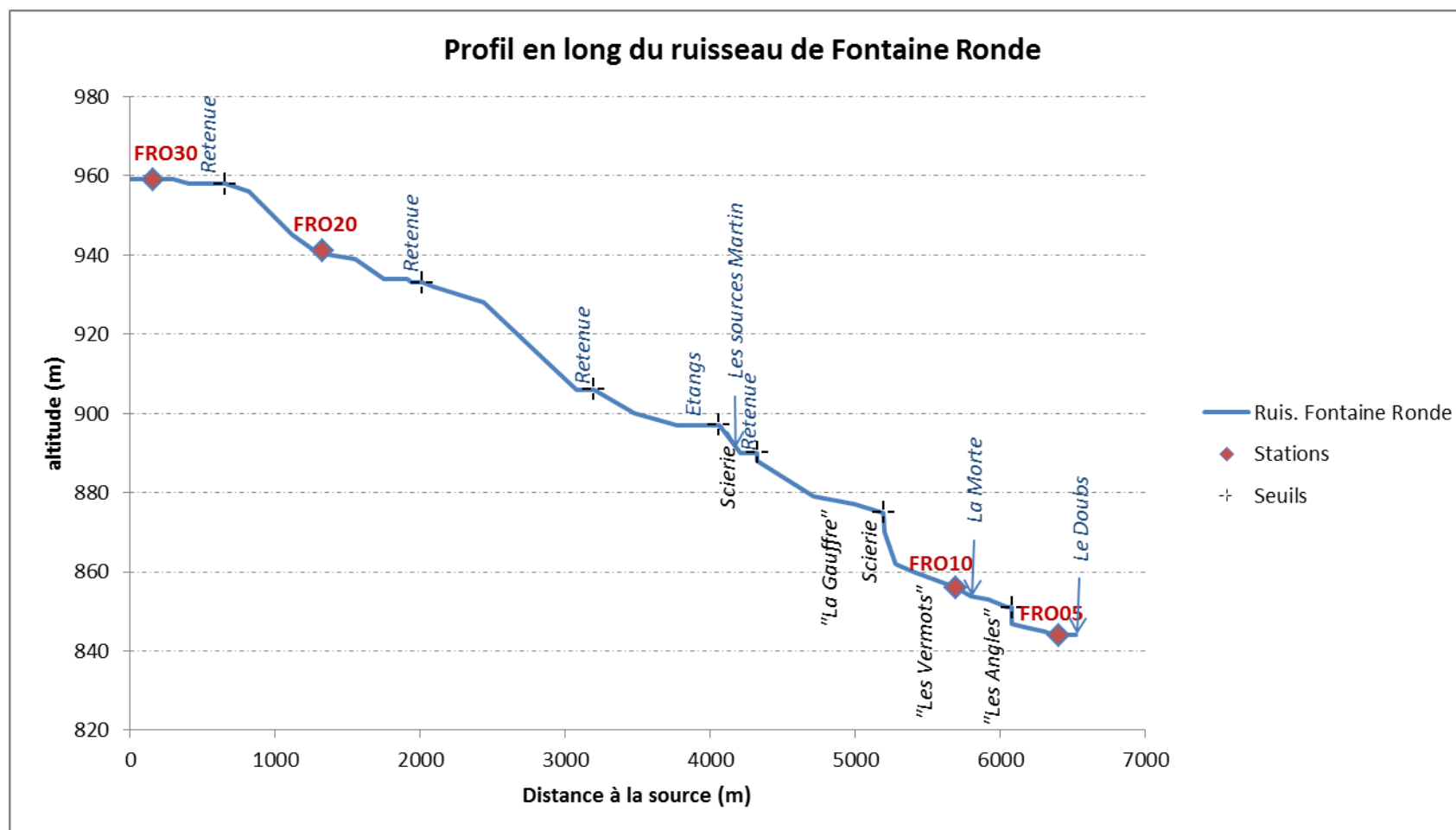


Figure 63. Profil en long du Ruisseau de Fontaine-Ronde.

B. Contexte hydrologique

Le profil hydrologique présenté ci-après est celui du Drugeon (en l'absence de station limnimétrique automatisée sur le ruisseau de Fontaine-Ronde). Les communes de La Cluse-et-Mijoux et La Rivière Drugeon sont distantes de moins d'une dizaine de kilomètres.

Ce profil indique que pour le suivi 2014, la 1^{ère} campagne fut réalisée en période de basses eaux stabilisées, la 2^{nde} (aussi en basses eaux) a suivi une augmentation des débits en période automnale, la 3^{ème} fut réalisée lors des hautes eaux hivernales et la 4^{ème} en moyennes eaux printanières (lors de « pics » de débits).

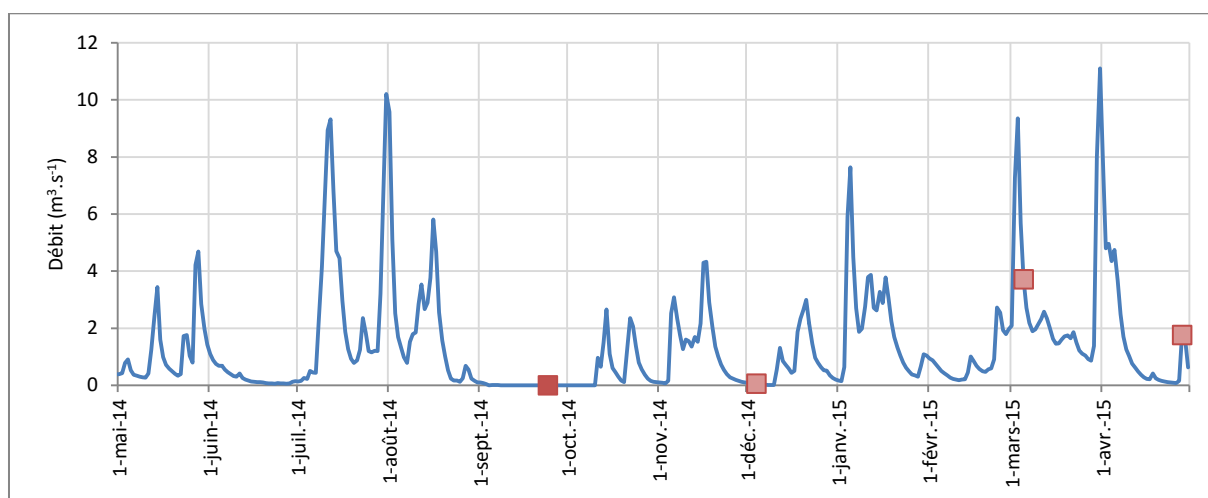


Figure 64. Profil hydrologique du Drugeon à la Rivière Drugeon de mai 2014 à mai 2015. Les points rouges indiquent les dates de prélèvements, en rouge foncé la date où ont aussi été réalisés les échantillonnages hydrobiologiques.

Ce sont donc des situations hydrologiques contrastées qui ont été observées lors des 4 campagnes d'échantillonnages « 2014 ».

C. États écologiques DCE intermédiaires

Les 4 stations investiguées présentent toutes un « état écologique intermédiaire moyen » en 2014.

La composante biologique, plus particulièrement le compartiment macrobenthique, fut systématiquement au moins un des éléments contribuant à ce déclassement. Le seul autre éléments déclassant en un « état moyen » fut le groupe de paramètres « nutriments » au niveau des stations FRO20 et FRO10 (Cf tableaux suivants).

Aucun impact d'éventuels lessivages des sols sur les teneurs en MES n'a pu être mis en évidence.

Les chapitres suivants sont plus spécifiquement dédiés à une analyse plus détaillée de ces états et de leurs évolutions spatiales.

Code_étude	Code_national	Biologie													Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014		
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
FRO30	06449420	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	10	/		Etat moyen	Etat moyen		Etat moyen	ETAT MOYEN				
					IBD (/20)	/	19,2	/		Très bon état	Très bon état							
		Physico-chimie													Etat physico-chimique intermédiaire 2014			
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments							Acidification		
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4	NO2		NO3	Résultante	pH	Résultante
		24/09/2014	11,39	97,1	0,6	0,7	Bon état	8,5	Très bon état	0,08	0,059	<0,05	<0,02		6,4	Bon état	7,05	Très bon état
		04/12/2014	9,86	82,3	1,2	0,5		7,5		0,04	0,016	<0,05	<0,02		5,8		7,00	
		05/03/2015	11,04	90,9	0,7	0,8		7,2		0,04	0,014	<0,05	<0,02		5,1		7,31	
		27/04/2015	9,50	80,4	<0,5	0,5		8,2		0,04	<0,01	<0,05	<0,02		5,3		7,30	
		Polluants Spécifiques Synthétiques													Etat PSS intermédiaire 2014			
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA							
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle						
		24/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]						
		04/12/2014	/		/		/		/									
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ													
27/04/2015	/	/	/		/													

Code_étude	Code_national	Biologie													Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014		
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
FRO20	06449425	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	11	/		Etat moyen	Etat moyen		Etat moyen	ETAT MOYEN				
					IBD (/20)	/	20	/		Très bon état	Très bon état							
		Physico-chimie													Etat physico-chimique intermédiaire 2014			
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments							Acidification		
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4	NO2		NO3	Résultante	pH	Résultante
		24/09/2014	11,87	102,3	0,8	0,9	Très bon état	8,9	Très bon état	0,03	<0,01	0,64	<0,02		4,4	Etat moyen	7,99	Bon état
		04/12/2014	13,40	106,1	<0,5	0,8		5,6		0,03	0,011	<0,05	<0,02		4,9		7,97	
		05/03/2015	12,45	100,2	0,7	0,8		6,6		0,04	<0,01	<0,05	<0,02		4,6		8,02	
		27/04/2015	10,49	93,1	0,9	1,9		10,6		<0,01	<0,01	<0,05	<0,02		3,8		8,22	
		Polluants Spécifiques Synthétiques													Etat PSS intermédiaire 2014			
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA							
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle						
		24/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]						
		04/12/2014	/		/		/		/									
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ													
27/04/2015	/	/	/		/													

Code_étude	Code_national	Biologie										Etat écologique intermédiaire 2014							
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014									
FRO10	06449430	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	10	/		Etat moyen		ETAT MOYEN							
					IBD (/20)	/	20	/		Très bon état									
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification	Etat physico-chimique intermédiaire 2014					
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante	
		24/09/2014	11,8	100,1	1,1	1,2	Bon état	8,5	Très bon état	0,12	0,066		0,64	<0,02	4,4	Etat moyen	8,12	Bon état	Etat moyen
		04/12/2014	12,52	101	<0,5	0,7		6,2		0,05	0,019		<0,05	<0,02	5,0		7,96		
		05/03/2015	12,41	100,7	0,6	0,7		6,4		0,04	0,015		<0,05	<0,02	4,8		8,34		
		27/04/2015	9,93	86,5	1,0	1,1		9,3		0,03	0,014		<0,05	<0,02	4,3		8,35		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS intermédiaire 2014						
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)		moyenne annuelle						
		24/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ		[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	Très bon état			
		04/12/2014	/		/		/		/		/								
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ		NQ												
27/04/2015	/	/	/		/		/												
Biologie											Etat écologique intermédiaire 2014								
HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014											
Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	9	/		Etat moyen		ETAT MOYEN									
			IBD (/20)	/	20	/		Très bon état											
Physico-chimie																			
Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification	Etat physico-chimique intermédiaire 2014							
	mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante			
24/09/2014	12,22	103,1	1,0	1,2	Bon état	7,8	Très bon état	0,13	0,044		<0,05	<0,02	4,0	Bon état	8,11	Bon état	Bon état		
04/12/2014	13,38	106,5	<0,5	0,7		5,8		<0,05	0,016		<0,05	<0,02	4,5		7,98				
05/03/2015	12,66	100,8	0,6	1,1		5,6		0,07	0,022		<0,05	<0,02	4,5		8,23				
27/04/2015	9,76	85,6	1,1	1,4		9,5		0,03	0,020		<0,05	<0,02	3,6		8,29				
Polluants Spécifiques Synthétiques																			
Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS intermédiaire 2014								
	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)		moyenne annuelle								
24/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ		[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	Très bon état					
04/12/2014	/		/		/		/		/										
05/03/2015	NQ		NQ		NQ		NQ		NQ										
27/04/2015	/		/		/		/		/										

Tableau 54. États écologiques intermédiaires (sur l'année 2014) selon les critères DCE pour les 4 stations investiguées.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NIJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
FRO05	06449435	24/09/2014 09:40:00	<20	1.20	<1	4.00	<2	<2	319.0	10,5	4.60	94.80	7.240	7,1	24,85	25.40
		04/12/2014 12:00:00	<20	1.00	<1	4.50	<2	<2	289.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 11:37:00	<20	1.20	<1	4.50	<2	5.8	300.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 11:25:00	<20	1.40	<1	3.60	<2	4.2	300.0	/	/	/	/	/	/	/
FRO10	06449430	24/09/2014 10:50:00	<20	1.20	<1	4.40	<2	<2	326.0	11,6	4.60	93.90	7.880	7,8	24,7	25.40
		04/12/2014 12:27:00	<20	0.70	<1	5.00	<2	2.4	294.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 12:00:00	<20	0.80	<1	4.80	<2	2.6	315.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 11:48:00	<20	1.10	<1	4.30	<2	2.6	298.0	/	/	/	/	/	/	/
FRO20	06449425	24/09/2014 11:55:00	<20	0.90	<1	4.40	<2	2.8	358.0	22,2	5,3	96.70	6.660	14,1	24,65	25.60
		04/12/2014 12:45:00	<20	0.80	<1	4.90	<2	<2	325.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 12:30:00	<20	0.90	<1	4.60	<2	<2	354.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 12:05:00	<20	1.90	<1	3.80	<2	5.0	330.0	/	/	/	/	/	/	/
FRO30	06449420	24/09/2014 13:40:00	<20	0.70	<1	6.40	<2	<2	384.0	23,7	5.10	94.80	7.250	14	26,05	27.20
		04/12/2014 13:04:00	<20	0.70	<1	5.80	<2	2.2	360.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 12:58:00	<20	0.80	<1	5.10	<2	<2	352.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 12:26:00	<20	0.50	<1	5.30	<2	<2	354.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 55. Paramètres interprétés selon le référentiel SEQ-Eau car non disponibles auprès du référentiel DCE (sauf les nitrates qui sont doublement interprétés).

D. Résultats physico-chimiques

Les graphiques suivants illustrent l'évolution spatiale et temporelle des concentrations en nutriments parmi les 4 stations investiguées. Pour plus de lisibilité, pour les matières phosphorées, le graphique illustre uniquement les teneurs en orthophosphates (elles sont étroitement corrélées avec les teneurs en phosphore total). De même, pour les matières azotées, un graphique illustre l'évolution des concentrations en ammonium (facteur davantage limitant que les nitrites dans le cas présent) et une autre figure est spécifiquement dédiée aux nitrates.

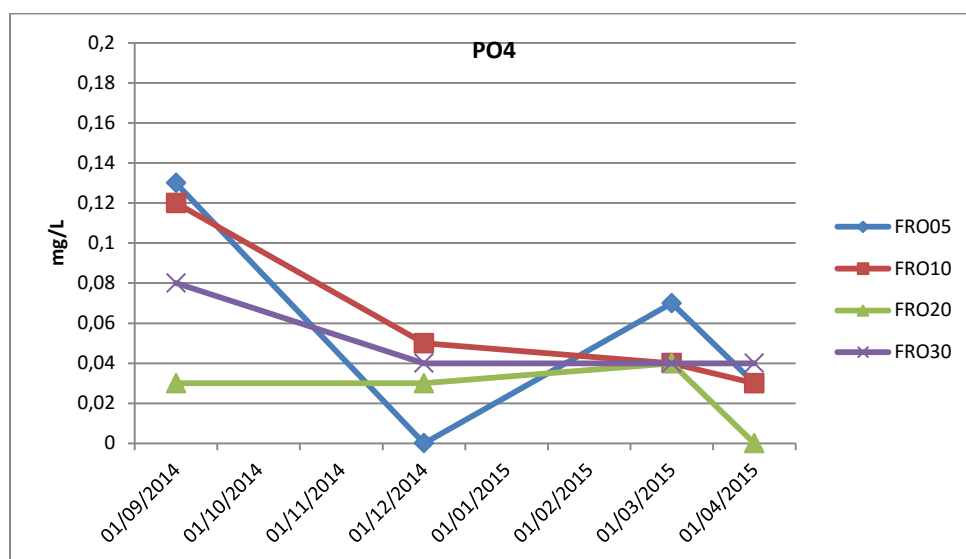


Figure 65. Évolution des concentrations en orthophosphates au sein des 4 stations investiguées en 2014.

Une contamination modérée mais diffuse et récurrente par les phosphates est observée. Le lien avec le contexte hydrologique est délicat à entreprendre sur la base de ces 4 seules campagnes de mesures. On constate néanmoins que les plus fortes concentrations en fermeture de bassin ont été mesurées en basses eaux, ce qui est généralement la conséquence d'une moindre dilution de « rejets localisés » dans un plus faible volume d'eau (au moins complémentirement à des apports diffus).

Une partie de cette contamination est déjà effective dès la source du cours d'eau (alimentée au moins en partie par des écoulements souterrains en provenance du secteur des Hôpitaux Neufs). Cependant, la partie distale du ruisseau semble être un peu plus sujette à cette pollution, y compris à l'amont de la confluence avec la Morte. Les alimentations de la partie médiane du Ruisseau de Fontaine-Ronde par les eaux souterraines en provenance du secteur des Fourgs peuvent par conséquent être suspectées.

Les teneurs en phosphates sont stables avec ce qui a été mesuré en FRO30 en 1996, et en FRO10 en 1996 et 2007-2008 (où des « pics » de concentration à 0.14 et 0.17 mg/L furent aussi observés vs 0.12 mg/L en 2014).

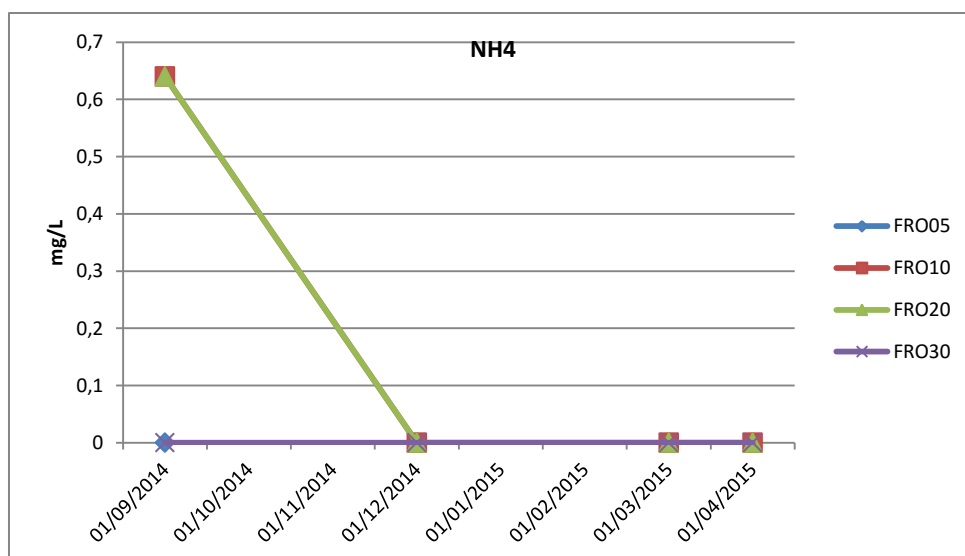


Figure 66. Évolution des concentrations en ammonium au sein des 4 stations investiguées en 2014.

Les nitrites n'atteignirent pas leur limite de quantification lors des 4 campagnes et dans les 4 stations investiguées. Il n'a donc pas été mis en évidence de pollution par ce type de composé azoté.

Cela fut également le cas de l'ammonium, à l'exception notable de la 1^{ère} campagne en été où un pic élevé (0,64 mg/L) fut mesuré au sein des stations FRO20 et FRO10. Ces mesures sont responsables de l'« état moyen » pour le groupe de paramètres nutriments de ces deux stations. On constate qu'un pic similaire en ammonium (0,63 mg/L) fut observé en 1996 peu en aval de la confluence avec la Morte (en aval donc de la station FRO20).

La similarité des deux teneurs malgré la distance entre les deux stations, l'absence de source évidente de contamination par ce seul nutriment entre FRO40 et FRO30, et la non quantification de ce composé en fermeture de bassin posent question.

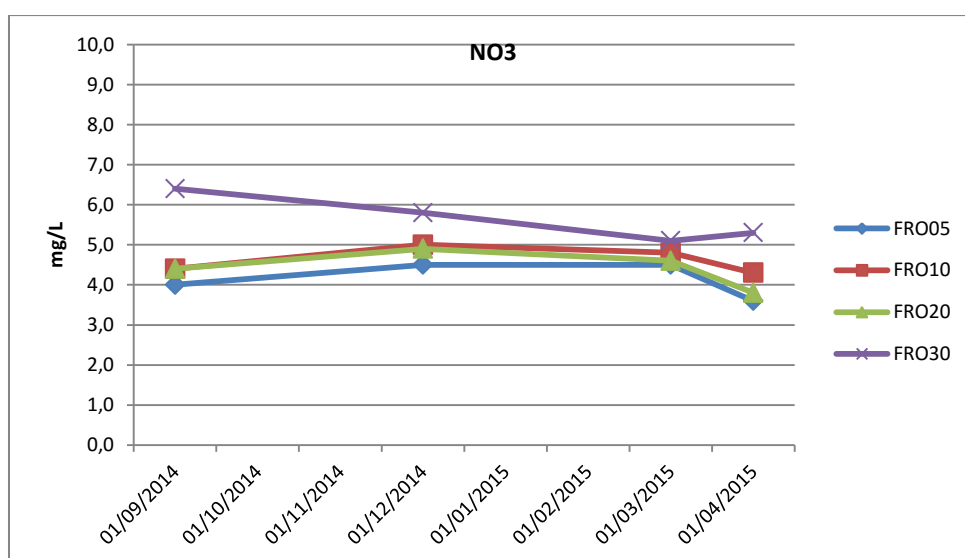


Figure 67. Évolution des concentrations en nitrates au sein des 4 stations investiguées en 2014.

Comme souvent observé, les teneurs en nitrates sont chroniques. Elles correspondent ici à une légère pollution d'origine agricole, un peu plus notable au niveau de la source, corroborant ainsi l'hypothèse d'arrivées d'eaux souterraines plus ou moins contaminées. Si les concentrations en nitrates en FRO10 sont stables par rapport à 1996 et 2007-2008, en revanche, il semble y avoir un léger accroissement de la pollution au niveau de la source (FRO30) : 4.2-4.5 mg/L en 1996 vs 5.1-6.4 mg/L en 2014.

E. Contamination par les substances toxiques

I. Métaux lourds

	Métaux/sédiment				Métaux/bryophytes			
	FRO05	FRO10	FRO20	FRO30	FRO05	FRO10	FRO20	FRO30
Arsenic (mg/(kg MS))	4.70	<2.50	5.60	36,7	0.660	0.240	0.810	0.940
Cadmium (mg/(kg MS))	<0.50	<0.50	<0.50	<0,50	<0.050	0.120	<0.050	<0.050
Chrome (mg/(kg MS))	5.80	<2.50	14.30	33,6	1.070	0.610	1.530	1.420
Cuivre (mg/(kg MS))	10.50	10.10	10.20	10,3	3.720	6.590	9.450	6.970
Mercure (mg/(kg MS))	0.026	<0.025	0.051	0,052	0.0510	0.1220	0.0480	0.0520
Nickel (mg/(kg MS))	6.30	<2.50	13.20	18,1	2.950	3.170	2.820	2.830
Plomb (mg/(kg MS))	5.20	<5.00	12,7	16,5	0.510	0.370	0.760	1.570
Selenium (mg/(kg MS))	<0.100	<0.100	<0.100	<0,1	<0.250	0.610	<0.240	0.260
Zinc (mg/(kg MS))	32.00	33.80	57.10	45	18.80	32.90	15.70	52.90

Tableau 56. Concentrations sédimentaires et bryophytiques des métaux lourds dans les 4 stations investiguées. Interprétations des classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau.

Aucun des niveaux de bioaccumulation d'ETM dans les bryophytes n'atteint les « concentrations métalliques repères », indiquant ainsi une faible biodisponibilité actuelle de ces éléments dans l'eau *sensu stricto*. Ceci est aussi le cas pour l'arsenic au niveau de la station FRO30, malgré des concentrations sédimentaires correspondant à la classe de qualité la plus mauvaise du SEQ-Eau (« qualité médiocre »).

La figure suivante permet notamment de relativiser les concentrations sédimentaires mesurées entre stations du bassin de Fontaine-Ronde, mais aussi avec les fréquences de mesures de ces niveaux dans l'ensemble du bassin RMC, et leur valeurs normatives et écotoxicologiques.

On constate que la station FRO30, i.e. la plus apicale, est la plus contaminée par la plupart des ETM mesurés. Une nette diminution de ces teneurs est observée un peu plus en aval au niveau de la station FRO20 et encore davantage dans la partie distale du cours d'eau. Ceci plaide donc soit pour une contamination historique s'étant produit au niveau de la source, soit une pollution de ce site *via* son alimentation par les eaux souterraines (secteur des Hôpitaux neufs d'après les traçages).

Cette multi-contamination est modérée par le mercure, le plomb, le zinc ; moyenne par chrome et le nickel et **très élevée par l'arsenic** (au niveau de FRO30). À titre illustratif, la teneur sédimentaire pour ce dernier élément au niveau de FRO30 est proche des 5% des échantillons les plus pollués du bassin RMC en 2010-2014.

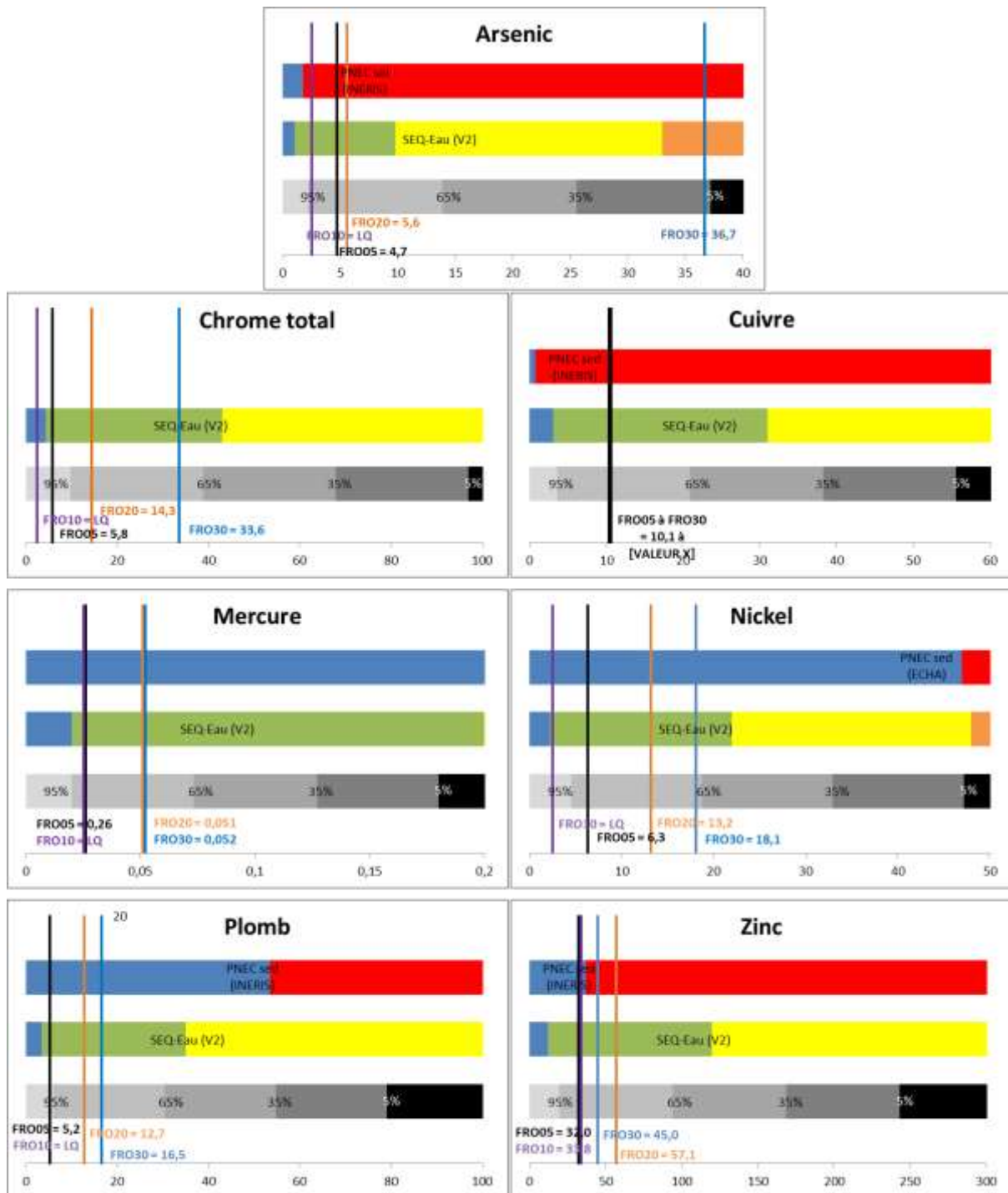


Figure 68. Niveau de contamination du sédiment ($\mu\text{g}/\text{Kg MS}$) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonné dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

II. Micropolluants sur sédiment

			FRO05	FRO10	FRO20	FRO30
HAP	Acenaphten	µg/(kg MS)	ND	11	ND	ND
	Anthracène	µg/(kg MS)	56	49	26	15
	B(a)A	µg/(kg MS)	266	260	152	128
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	218	214	132	110
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	308	281	181	170
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	293	255	210	146
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	140	126	83	74
	Chrysène	µg/(kg MS)	341	385	233	211
	Fluoranth,	µg/(kg MS)	528	541	339	277
	Indénopyr,	µg/(kg MS)	239	227	131	205
	Naphtalène	µg/(kg MS)	11	13	ND	ND
	Phénanthr,	µg/(kg MS)	236	255	178	131
	Pyrène	µg/(kg MS)	389	420	251	ND
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	308	281	181	170
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	2717	2756	1735	1297
Solvants et organochlorés	1,2-2ClBnz	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	1,2-2ClEth	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	1,3-2ClBnz	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	1,4-2ClBnz	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	69	18	20	22
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	16	18	20	22
	2ClMéthane	µg/(kg MS)	820	890	ND	ND
	Benzène	µg/(kg MS)	16	18	20	22
	CCl4	µg/(kg MS)	16	18	20	22
	CHCl3	µg/(kg MS)	16	18	20	22
	HCBu	µg/(kg MS)	16	18	20	22
	TCA 1,1,1	µg/(kg MS)	77	18	20	22
	TCB 123	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	TCB 124	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	TCB 135	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	TCE	µg/(kg MS)	479	18	20	22
	Toluene	µg/(kg MS)	82	89	ND	ND
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	16	18	20	22
	TTCE	µg/(kg MS)	344	18	20	22
	Xylène-m	µg/(kg MS)	38	18	20	22
Xylène-o	µg/(kg MS)	16	18	20	22	
Xylène-p	µg/(kg MS)	38	18	20	22	
Total	µg/(kg MS)	2633	1836	260	286	
Phtalates	DEHP	µg/(kg MS)	ND	ND	54	367
Autres	EDTA	µg/(kg MS)	ND	ND	ND	54
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	539	533	636	629

Tableau 57. Contamination du sédiment des 4 stations investiguées en 2014 (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible). En rouge, les concentrations dépassant la PNEC pour les substances en disposant d'une valeur de référence validée par l'INERIS.

Les teneurs en HAP sont « classiques » au niveau de la source, une légère contamination par les travaux aux environs de la Gare Conifère pouvant être à l'origine de l'augmentation modérée des teneurs entre FRO30 et FRO20. Les concentrations mesurées dans la partie distale sont un peu plus élevées mais à des concentrations communes pour un contexte urbanisé.

Les teneurs en solvants et organochlorés sont particulièrement faibles au niveau de la partie apicale du cours d'eau, témoignant de sa relative préservation pour ce type de composés. En aval, plus la pression urbaine (voire industrielle) est forte, plus ces concentrations augmentent. On constate ainsi que la teneur en TCE assez nettement dépasse la PNEC_{sediment} (316 µg/kg).

L'observation inverse est faite pour les très ubiquistes phtalates et EDTA, avec des concentrations modérées en amont, non détectées en aval.

Le très commun AMPA (produit de dégradation de l'herbicide glyphosate) est détecté dans l'ensemble des stations à une concentration « classique » et similaire.

Remarque : la quasi-absence de micropolluants organochlorés dans le secteur apical (il ne s'agit donc pas d'une pollution industrielle arrivant par le réseau karstique), concomitante aux teneurs moyennes à très fortes de certains ETM (As en particulier) et à la présence des ubiquistes phtalates et EDTA, peuvent laisser **supposer des émissions de toxiques depuis une ancienne décharge**.

III. Pesticides

Lors des deux campagnes de mesures, aucune teneur en pesticide dissous ne fut quantifiée dans les stations FRO30, FRO20 et FRO10.

L'**aminotriazole** fut détecté à 0,595 µg/L en basses eaux estivales (24/09/2014) en fermeture de bassin. Cette concentration dépasse sa VGE en moyenne annuelle (0,080 µg/L) et sa VGE max (0,150 µg/L). Cet herbicide présente donc un **risque écotoxicologique direct** en plus de son action de **perturbateur endocrinien** (catégorie 1 – substance dont les effets sur la reproduction sont avérés).

Pour rappel, l'AMPA a été détecté dans les compartiments sédimentaires de l'ensemble des stations.

F. Analyses hydrobiologiques

Les communautés diatomiques peuplant le Ruisseau de Fontaine Ronde présentent un excellent état de la source (IBD à 19,2/20) à la fermeture de bassin (20/20 au trois autres stations). Les valeurs des IPS viennent confirmer cette homogénéité d'un état non altéré (compris entre 18,8/20 et 19,2/20). Les éléments physico-chimiques de l'eau *sensu stricto* ne sont donc pas *a priori* limitants pour le développement biologique au sein des stations (tous témoignant notamment d'une mésotrophie du milieu selon les indicateurs de Van Dam 1994).

Ces observations diatomiques tranchent avec les états macrobenthiques. Les différences entre les valeurs des équivalents-IBGN des stations investiguées ne sont pas significatives si l'on considère leurs robustesses négatives et positives respectives. Ces valeurs correspondent toutes à des qualités macrobenthiques nettement inférieures aux potentiels typologiques que présentent les différents sites (propos illustré par l'« état moyen » de ces communautés au regard des critères DCE). Cet état altéré n'est pas récent : en 1996, l'IBGN en FRO10 était à 12/20, et de 8/20 en aval de la confluence avec la Morte.

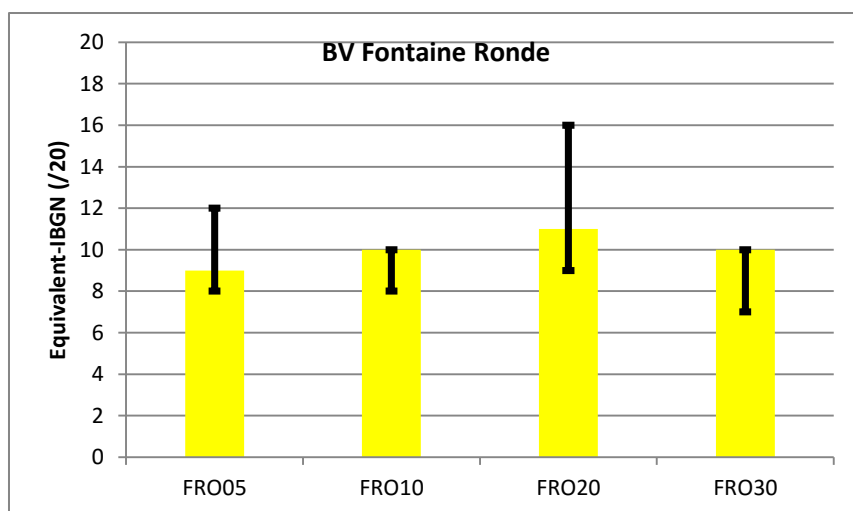


Figure 69. Équivalent-IBGN pour les 4 stations investiguées en 2014. Les barres d'erreurs indiquent les valeurs des robustesses négatives et positives. Les couleurs correspondent aux classes d'état selon le référentiel DCE.

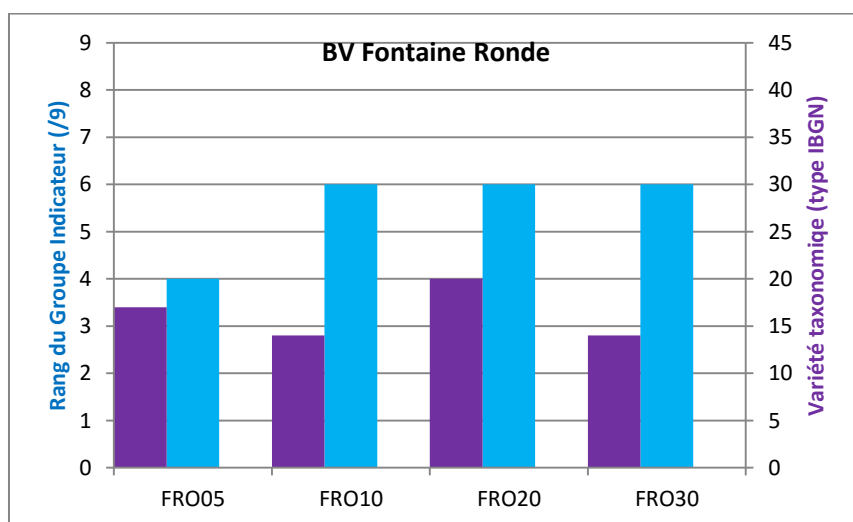


Figure 70. Valeurs des composantes des équivalent-IBGN pour les 4 stations investiguées : variété taxonomique en violet et rang du groupe indicateur en bleu clair.

Les composantes de ces équivalent-IBGN indiquent néanmoins certaines disparités dans la construction de ces indices : les groupes indicateurs retenus sont de rang 6, excepté dans la station en fermeture de bassin où il n'est plus que de rang 4.

Les compositions en groupes taxonomiques de ces communautés macrobenthiques (tableau suivant) indiquent des disparités encore plus notables et viennent nuancer grandement les observations précédentes :

- la station FRO20 présente la composition qualitativement la meilleure avec la présence significative de Perlidae, Odontoceridae et Philopotamidae ;
- la station FRO05 n'abrite plus de Perlidae ou de Philopotamidae, mais conserve la présence d'Odontoceridae et dispose d'un peuplement par des Leuctridae ;
- Les stations FRO30 et FRO10 ne présentent pas ces taxons les plus « polluo-sensibles ».

GI	Taxon	FRO05	FRO10	FRO20	FRO30
9	Chloroperlidae				
	Perlidae				
	Perlodidae				
	Taeniopterygidae				
8	Capniidae				
	Brachycentridae				
	Odontoceridae				
	Philopotamidae				
7	Leuctridae				
	Glossosomatidae				
	Beraeidae				
	Goeridae				
	Leptophlebiidae				
6	Nemouridae				
	Lepidostomatidae				
	Sericostomatidae				
	Ephemeridae				
5	Hydroptilidae				
	Heptageniidae				
	Polymitarcidae				
	Potamanthidae				
4	Leptoceridae				
	Polycentropodidae				
	Psychomyiidae				
	Rhycaophilidae				
3	<i>Limnephilidae</i>				
	Hydropsychidae				
	<i>Ephemerellidae</i>				
	Aphelocheiridae				
2	<i>Baetidae</i>				
	<i>Caenidae</i>				
	<i>Elmidae</i>				
	<i>Gammaridae</i>				
	Mollusques				
1	<i>Chironomidae</i>				
	<i>Asellidae</i>				
	Achètes				
	<i>Oligochètes</i>				

Tableau 58. Composition des listes de groupes indicateurs macrobenthiques au sein des 4 stations investiguées en 2014.

Les analyses physico-chimiques ne permettent d'expliquer de telles disparités qualitatives entre ces communautés macrobenthiques. En outre, le niveau d'altération de ces dernières n'est pas cohérent avec les excellents états diatomiques observés sur l'ensemble des stations.

Les pressions exercées par les substances toxiques ne semblent pas non plus pleinement explicatives à court termes de ce phénomène : l'arsenic est certes très concentré à FRO30 mais pas à FRO10 ; l'aminotriazole n'a été détecté que dans FRO05 ; il n'y a pas de corrélation avec les teneurs globales en micropolluants. Les pourcentages de taxons « sensibles aux pesticides » (figure suivante) sont certes un peu moins élevés au niveau de FRO30 et FRO10, mais ils restent dans la même classe de qualité que les deux autres stations, i.e. à des niveaux ne permettant pas d'expliquer à eux seuls la faiblesse actuelle des équivalents-IBGN.

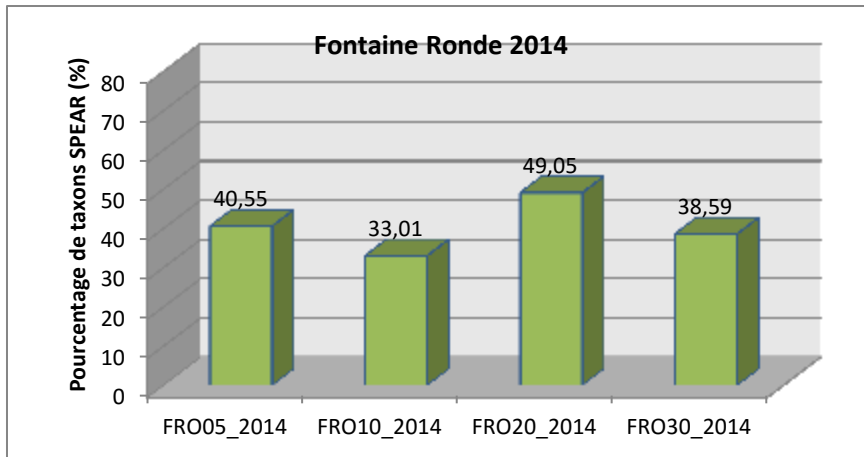


Figure 71. Pourcentage de taxons SPEAR (sensibles aux pesticides) parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées. Les codes couleurs correspondent aux seuils 50%, 30%, 20%, 10%.

Ces contraintes autres que celles liées à la qualité de l'eau s'exerçant sur les macro-invertébrés sont illustrées dans la figure suivante par les projections des stations sous la ligne de régression (figure suivante) : les structures qualitatives des communautés macrobenthiques ne sont pas à la hauteur des notes synthétiques résumées par les équivalents-IBGN.

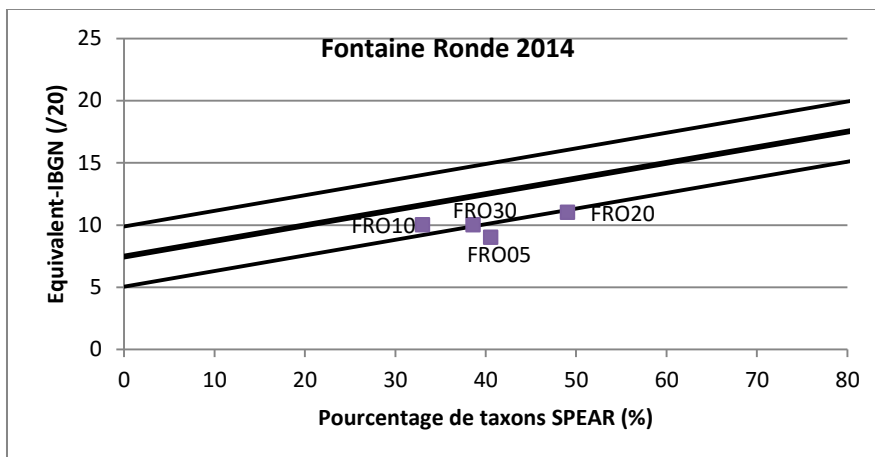


Figure 72. . Projection du taux de taxons SPEAR par rapport à la corrélation habituellement observée avec les valeurs de l'équivalent-IBGN (>100 communautés exploitées). Les lignes supérieures et inférieures correspondent aux erreurs types de la corrélation. Une projection au-dessus de ces droites indique une valeur de l'équivalent-IBGN ne rendant pas fidèlement compte de l'impact des pesticides (effet insidieux), une projection en-dessous indique une altération globale du peuplement macrobenthique par des paramètres environnementaux structurant autres (contraintes hydrologiques ou physiques en particulier).

Reste l'hypothèse d'une hospitalité pour les macro-invertébrés qui serait un peu meilleure au niveau des stations FRO20 et FRO05 qu'au niveau des stations FRO30 et FRO10. Ce sont effectivement dans ces deux derniers sites que les contraintes physiques sont un peu plus prononcées : naturellement en FRO30 qui est un secteur à faible pente disposant de fonds moyennement diversifiés, de façon plus contrainte au niveau de FRO10 localisé en secteur urbanisé.

Malgré cela, même en considérant ces disparités morphologiques, la typologie des milieux, les micro-habitats disponibles et la quasi-absence de colmatage devraient permettre la présence d'un

macrobenthos nettement plus qualitatif et diversifié dans toutes les stations. Par exemple, en FRO10 en 1996 (état vraisemblablement déjà en partie altéré), le groupe indicateur était de rang 7 (vs rang 6 en 2014) et la variété taxonomique était de 20 (vs 14 en 2014). L'origine de cette érosion progressive (qui demande à être confirmé par de nouvelles mesures) est vraisemblablement multiple et progressive. L'impact sur le long terme de la présence faible mais récurrente de substances toxiques n'est pas à négliger.

G. Conclusion

Le fonctionnement du bassin de Fontaine-Ronde est relativement complexe avec entre autres de probables apports diffus (et modérés) en nutriments *via* les eaux souterraines (secteurs médians et apicaux du cours d'eau) et une source localisée inconnue (ancienne décharge ?) polluant la source par les métaux lourds (arsenic en particulier). À cela s'ajoute des pics de concentrations en phosphates et en ammonium qui sont observés depuis au moins 1996 dans la station FRO10 et dont l'origine reste à identifier.

Si ces aspects qualitatifs n'impactent pas les communautés diatomiques, en revanche, ils ne permettent pas d'expliquer à eux seuls les altérations actuelles des communautés macrobenthiques (eu égard à leurs potentiels typologiques). La question demeure posée, la prise en compte du niveau d'hospitalité physique des milieux (micro-habitats, continuité écologique...) n'étant pas non plus pleinement satisfaisant pour éclairer ce phénomène. L'hypothèse d'un impact érosif sur le long terme de substances toxiques est soulevée.

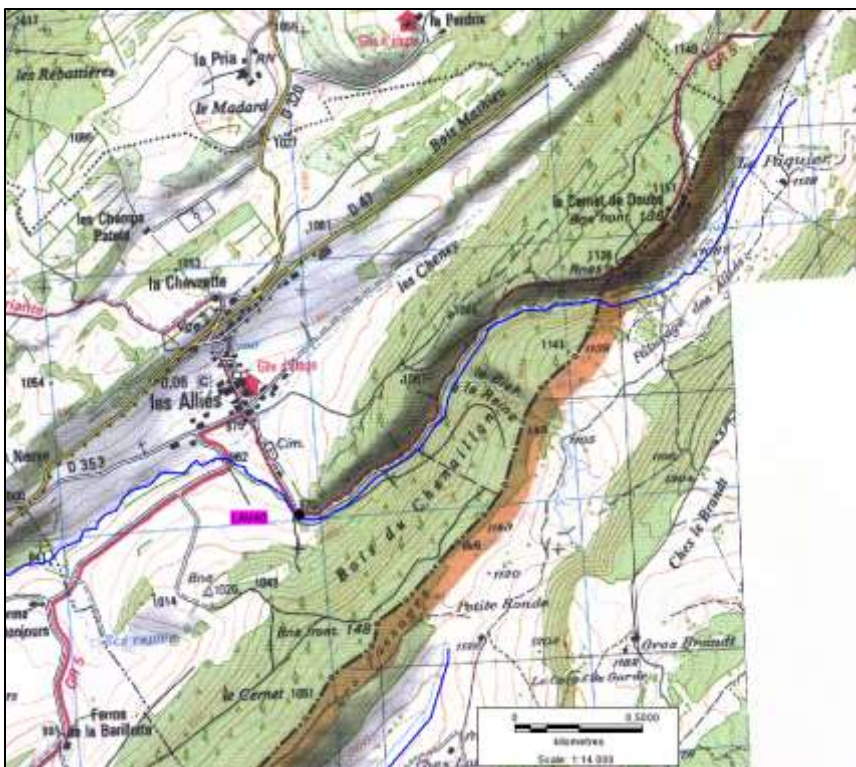
Bassin-versant du Ruisseau des Lavaux

I. Contexte et localisation

La représentation schématique du profil en long du linéaire du Ruisseau des Lavaux figure à la fin de ce chapitre contextuel.

Le Ruisseau des Lavaux prend sa source à 1123m d'altitude dans des pâturages en Suisse où plusieurs afférences temporaires l'alimentent. Dès la frontière passée (environ 1,2 km en aval de la source), le linéaire traverse un secteur forestier sur environ 1,3 km avec une pente moyenne à 7,61% (aspect torrentiel). Ce secteur est sous forte influence karstique, avec plusieurs secteurs de pertes et de réalimentation en eau, et des écoulements de surface ce faisant essentiellement directement sur la roche. La station **LAV40** (Cf photographie) se situe dans la partie aval de ce secteur, à 980m d'altitude et 2.5km en aval de la source, dans un secteur à eau *a priori* pérenne.

Par la suite, le linéaire du Ruisseau des Lavaux devient entièrement pérenne, il suit une pente moyenne de 1,76% et les fonds sont essentiellement constitués de galets. Quelques centaines de mètres en aval de LAV40, se trouvent la confluence d'un ruissellement en provenance de la commune des Alliés (photographie en page suivante) dont un impact sur la physico-chimie du milieu a été avéré lors des mesures de 1996, ainsi que la proximité d'un lagunage dont l'activité actuelle est incertaine (non répertorié sur la carte ci-dessous).



Carte 17. Vue du secteur apical du Ruisseau des Lavaux (frontière Suisse, station LAV40, commune des Alliés)

La station **LAV30** est localisée 3,3km en aval de LAV40 (à 915m d'altitude), en amont de la ferme « le Moulin Maréchal » et des quelques légers remaniements hydromorphologiques du secteur (Cf

photographie). Ce site intègre donc aussi la proximité de pâturages, de la ferme « des Bonjours », et de la commune des Etraches (à quelques centaines de mètres en rive droite).

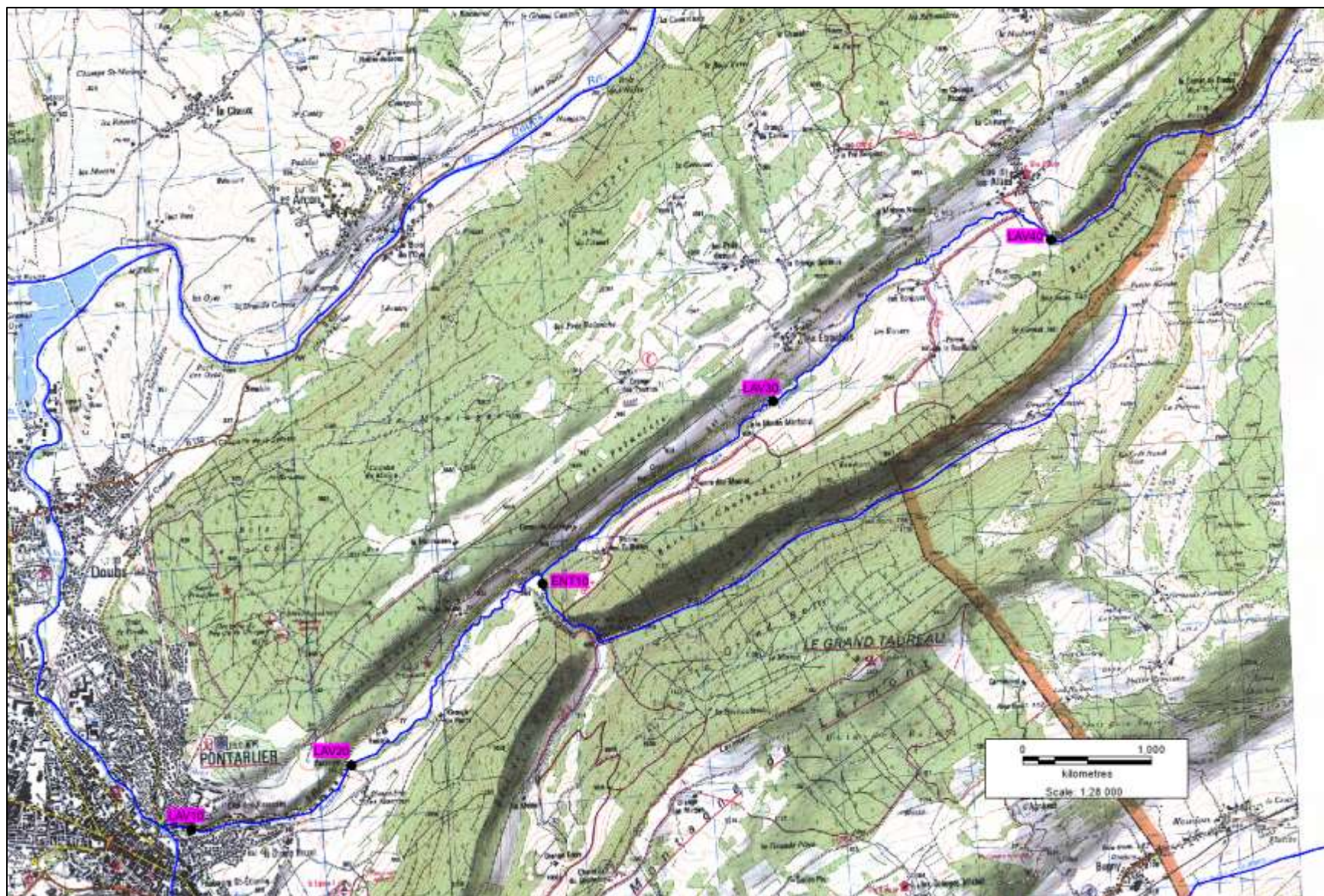


Photographie 16. Vues (prises le 04/12/2014) de la station LAV40 (à gauche) et du ruissellement en provenance de Les Alliés un peu plus en aval (à droite).



Photographie 17. Vue (prise le 04/12/2014) en direction de la station LAV30 et de son environnement immédiat.

La station **ENT10** est localisée en fermeture de bassin du ruisseau des Entreportes, ce dernier confluent avec le Ruisseau des Lavaux à 859m d'altitude. Cet affluent draine sur un linéaire de moins de 11km un environnement essentiellement forestier et de quelques zones humides (Cf carte en page suivante). Les fonds y sont aussi essentiellement constitués de galets (Cf photographie).



Carte 18. Localisation des 4 stations implantées le long du linéaire du Ruisseau des Lavaux et de la station en fermeture de bassin du Ruisseau des Entreportres (affluent rive gauche).



Photographie 18. Vue de la station ENT10 (prise le 04/12/2014).

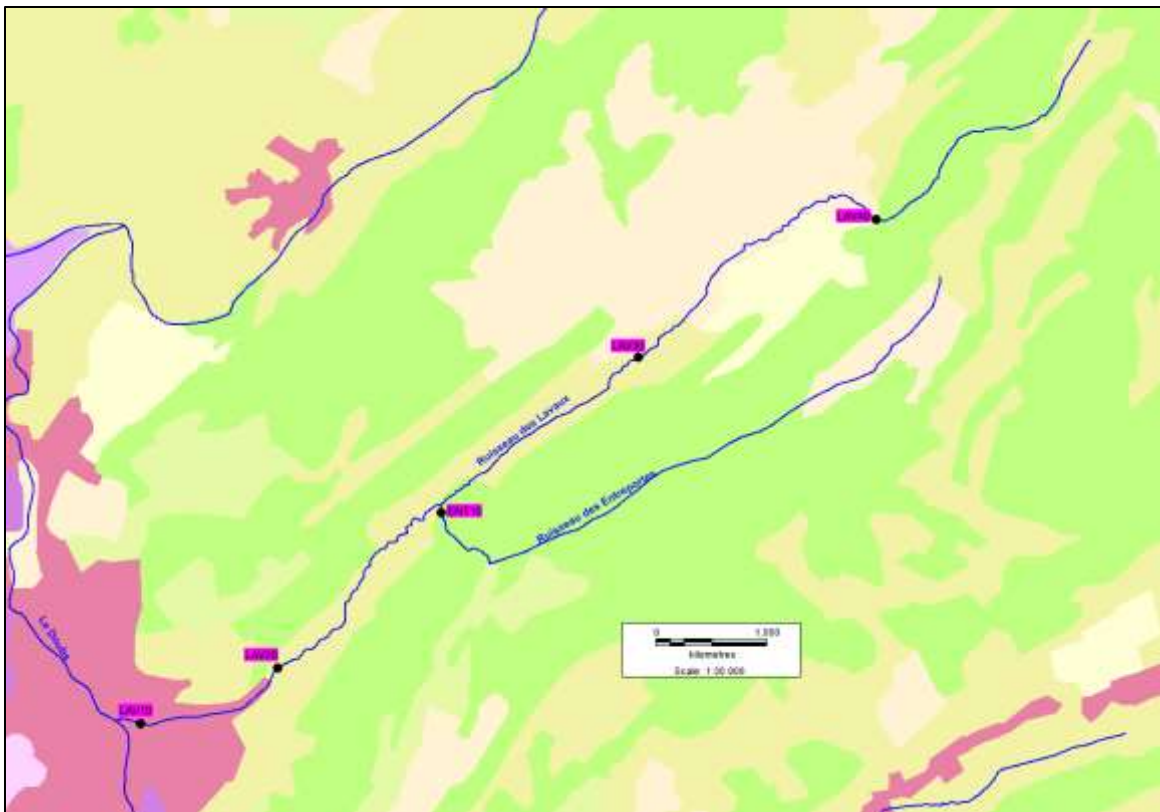
La station **LAV20** est localisée en amont de l'agglomération pontissalienne, à 10,4km en aval de la source et à 842m d'altitude. Elle est soumise à davantage de pression agricole (pâturages) que la station précédente (LAV30 et LAV20 sont distants d'environ 4,7km). La station **LAV10** est localisée en fermeture de bassin dans la commune de Pontarlier (à 826m d'altitude, 11,8 km en aval de la source), i.e. avec une forte pression urbaine sur son hydromorphologie très contrainte (Cf photographies suivantes).



Photographie 19. Vues (prises le 04/12/2014) de la station LAV20 (à gauche) et LAV10 (à droite).

D'une façon générale, les types de recouvrements majoritaires des sols (carte suivante) indiquent un relatif gradient de pression de la tête de bassin vers l'aval : d'abord essentiellement forestier dans la partie apicale du bassin, la pression agricole se fait de plus en plus présente dans la partie médiane, puis une pression urbaine s'exerce dans la partie distale.

Malgré un lien très direct et complexe évident avec le réseau karstique, les échanges entre eaux souterraines et eaux superficielles demeurent peu connues dans ce secteur (Cf extrait de carte Carmen en page suivante).



Carte 19. Types de recouvrements des sols dans les environs du BV du Ruisseau des Lavaux (vert : couverts forestiers ; jaune : surfaces agricoles ; rouge : secteurs urbanisés) (extrait de la BD CorineLandCover).



Carte 20. Traçages des circulations des eaux souterraines dans les environs du BV du Ruisseau des Lavaux (extrait de la BD Carmen).

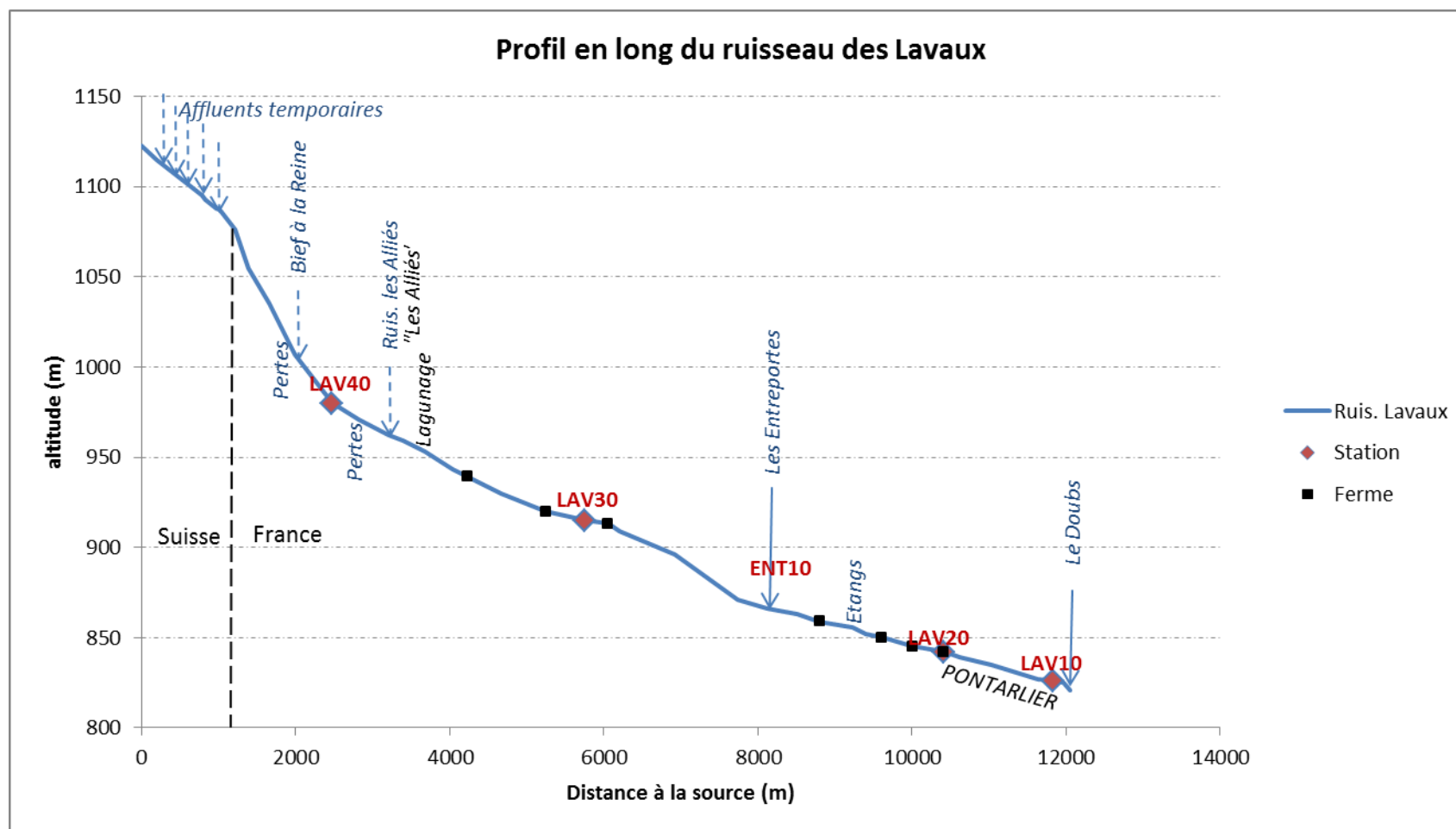


Figure 73. Profil en long du Ruisseau des Lavaux

II. Contexte hydrologique

Comme pour le Ruisseau de Fontaine-Ronde, le profil hydrologique présenté ci-après est celui du Drugeon (en l'absence de station limnimétrique automatisée sur le présent BV).

Ce profil indique que pour le suivi 2014, la 1^{ère} campagne fut réalisée en période de basses eaux stabilisées, la 2^{nde} (aussi en basses eaux) a suivi une augmentation des débits en période automnale, la 3^{ème} fut réalisée lors des hautes eaux hivernales et la 4^{ème} en moyennes eaux printanières (lors de « pics » de débits).

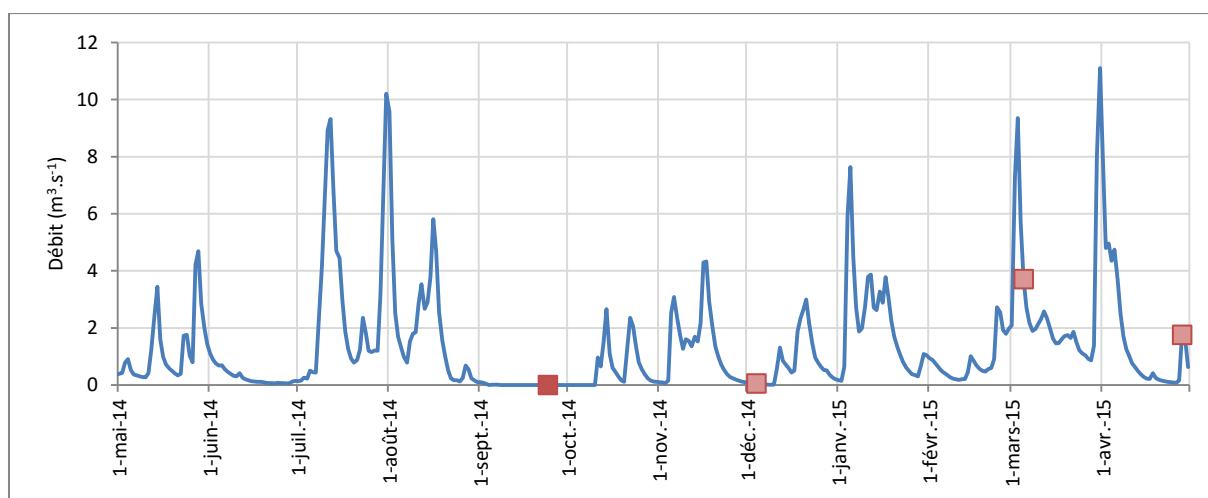


Figure 74. Profil hydrologique du Drugeon à la Rivière Drugeon de mai 2014 à mai 2015. Les points rouges indiquent les dates de prélèvements, en rouge foncé la date où ont aussi été réalisés les échantillonnages hydrobiologiques.

III. États écologiques DCE intermédiaires

Parmi les 5 stations investiguées, 4 présentent un « bon état écologique intermédiaire » pour 2014 (selon les critères DCE), la station LAV40 (secteur apical du ruisseau) étant dans un « état écologique intermédiaire moyen ».

Dans la plupart des cas, les compartiments biologiques (les macro-invertébrés en particulier) et physico-chimiques furent les éléments contribuant à ce déclassement par rapport au « très bon état ».

La mise en œuvre du référentiel SEQ-Eau (pour les paramètres non exploités par le référentiel DCE) met en évidence les résultats obtenus pour 1 échantillonnage : celui de la station LAV40 lors de la 4^{ème} campagne (27/04/2015). La période de fonte des neiges et la présence d'un évènement pluvieux ont contribué à la présence de très fortes teneurs en MES, logiquement corrélées avec des augmentations significatives en azote total (NTK), carbone organique (dissous et total) et demandes en oxygène (chimique et biologique).

Les chapitres suivants sont plus spécifiquement dédiés à une analyse plus détaillée de ces résultats et de leurs évolutions spatiales.

Code_étude	Code_national	Biologie											Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014					
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014									
LAV40	06449055	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	9	/	/	Etat moyen		Etat moyen	ETAT MOYEN						
					IBD (/20)	/	20	/	/	Très bon état									
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments					Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4		NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante	
		25/09/2014	10,59	90,4	0,6	1,8	Très bon état	8,5	Très bon état	0,06	0,023	<0,05		<0,02	2,5	Bon état	7,96	Bon état	Bon état
		04/12/2014	13,52	96,2	<0,5	1,0		1,5		<0,01	<0,01	<0,05		<0,02	2,1		7,83		
		05/03/2015	14,01	100,6	<0,5	0,9		1,7		<0,01	<0,01	<0,05		<0,02	2,7		8,23		
		27/04/2015	9,54	80,9	2,6	4,9		8,2		0,19	0,072	<0,05		<0,02	2,0		8,21		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA			Etat PSS intermédiaire 2014					
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle							
		25/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		Très bon état					
		04/12/2014	/		/		/		/										
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ														
27/04/2015	/	/	/		/														

Code_étude	Code_national	Biologie											Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014					
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014									
LAV30	06449155	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	13	/	/	Bon état		Bon état	BON ETAT						
					IBD (/20)	/	20	/	/	Très bon état									
		Physico-chimie																	
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments					Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4		NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante	
		25/09/2014	10,15	87,4	<0,5	1,5	Très bon état	8,9	Très bon état	0,08	0,030	0,10		<0,02	2,5	Très bon état	7,44	Très bon état	Très bon état
		04/12/2014	12,59	97,4	<0,5	0,8		4,2		0,06	0,022	<0,05		<0,02	3,7		7,73		
		05/03/2015	12,51	95,0	0,8	0,9		4,4		0,07	0,021	<0,05		<0,02	3,2		7,92		
		27/04/2015	9,04	77,0	1,1	1,1		8,4		0,05	0,030	<0,05		<0,02	3,3		7,67		
		Polluants Spécifiques Synthétiques																	
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA			Etat PSS intermédiaire 2014					
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle							
		25/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		Très bon état					
		04/12/2014	/		/		/		/										
05/03/2015	NQ	NQ	NQ		NQ														
27/04/2015	/	/	/		/														

Code_étude	Code_national	Biologie											Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014				
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
LAV20	06449170	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	15	/	Très bon état	Très bon état		Très bon état	BON ETAT					
					IBD (/20)	/	20	/	Très bon état	Très bon état								
		Physico-chimie																
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments					Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014		
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4		NO2	NO3		Résultante	pH
		25/09/2014	10,91	95,9	0,9	1,5	Bon état	9,7	Très bon état	0,29	0,098	<0,05		<0,02	2,3	Bon état	7,73	Bon état
		04/12/2014	14,18	102,9	<0,5	1,3		2,2		0,02	<0,01	<0,05		<0,02	2,9		7,90	
		05/03/2015	13,51	100,5	0,8	0,9		3,1		0,04	0,014	<0,05		<0,02	3,3		8,29	
		27/04/2015	9,29	83,4	7,0	2,6		10,6		0,05	0,046	0,62		0,07	2,4		8,20	
		Polluants Spécifiques Synthétiques																
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA			Etat PSS intermédiaire 2014				
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle						
		25/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		Très bon état				
		04/12/2014	/		/		/		/									
		05/03/2015	NQ		NQ		NQ		NQ									
27/04/2015	/	/	/		/													

Code_étude	Code_national	Biologie											Etat biologique intermédiaire 2014	Etat écologique intermédiaire 2014				
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
LAV10	06449200	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	13	/	Bon état	Bon état		Bon état	BON ETAT					
					IBD (/20)	/	19,6	/	Très bon état	Très bon état								
		Physico-chimie																
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments					Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014		
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4		NO2	NO3		Résultante	pH
		25/09/2014	11,5	105,0	0,9	2,0	Très bon état	10,9	Très bon état	0,03	0,015	<0,05		<0,02	2,4	Très bon état	8,08	Bon état
		04/12/2014	14,8	108,9	<0,5	1,3		2,7		0,03	<0,01	<0,02		<0,02	3,0		8,02	
		05/03/2015	13,7	102,8	0,7	1,0		3,3		0,04	0,013	<0,02		<0,02	3,4		8,33	
		27/04/2015	9,87	90,4	1,4	1,6		9,0		0,03	0,025	<0,02		<0,02	3,1		8,23	
		Polluants Spécifiques Synthétiques																
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA			Etat PSS intermédiaire 2014				
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle						
		25/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]		Très bon état				
		04/12/2014	/		/		/		/									
		05/03/2015	NQ		NQ		NQ		NQ									
27/04/2015	/	/	/		/													

Code_étude	Code_national	Biologie										Etat écologique intermédiaire 2014						
		HER 1	HER2	type CEMAGREF	Paramètre	2013	2014	Moyenne	Résultante	Etat biologique intermédiaire 2014								
ENT10	06449150	Jura - Pré-Alpes du Nord	Jura nord	TP5	Equivalent IBGN (/20)	/	12	/	Bon état	Bon état		BON ETAT						
					IBD (/20)	/	20	/	Très bon état									
		Physico-chimie																
		Date	Bilan de l'Oxygène				Température		Nutriments				Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014			
			mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total		NH4	NO2		NO3	Résultante	pH
		25/09/2014	10,17	88,1	<0,5	1,7	Bon état	8,9	Très bon état	0,07	0,034		<0,05	<0,02	4,0	Très bon état	7,82	Bon état
		04/12/2014	12,29	94,7	<0,5	0,7		4,4		0,05	0,016		<0,05	<0,02	5,3		7,71	
		05/03/2015	13,45	101,2	<0,5	1,0		3,5		0,04	0,012		<0,05	<0,02	3,4		8,19	
		27/04/2015	9,60	82,1	1,3	2,6		8,7		0,05	0,032		<0,05	<0,02	2,6		8,80	
		Polluants Spécifiques Synthétiques																
		Date	Chlortoluron		Oxadiazon		Linuron		2,4 D		2,4 MCPA		Etat PSS intermédiaire 2014					
			(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)	moyenne annuelle	(µg/l)			moyenne annuelle				
		25/09/2014	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,005]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ	[0,000 ; 0,020]	NQ		[0,000 ; 0,020]	Très bon état				
		04/12/2014	/		/		/		/									
		05/03/2015	NQ		NQ		NQ		NQ									
		27/04/2015	/		/		/		/									

Tableau 59. États écologiques intermédiaires des 5 stations investiguées en 2014 dans le BV du Ruisseau des Lavaux.

Code_étude	Code_national	Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	5 - EPRV	6 - PAES	9 - Minéralisation							
			DCO	COT	NKJ	NO3	Chl. a + phéopig.	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
			mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	µg/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
LAV10	06449200	25/09/2014 14:25:00	<20	2.00	<1	2.40	<2	<2	293.0	3,8	3.60	84.50	1.780	2,7	21,4	20.40
		04/12/2014 11:20:00	<20	1.30	<1	3.00	<2	<2	252.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 10:57:00	<20	1.10	<1	3.40	<2	5.4	305.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 10:46:00	<20	1.60	<1	3.10	<2	<2	283.0	/	/	/	/	/	/	/
LAV20	06449170	25/09/2014 13:15:00	<20	1.50	<1	2.30	<2	<2	301.0	2,6	3.30	91.90	1.810	1.80	23,3	24.30
		04/12/2014 11:02:00	<20	1.30	<1	2.90	<2	<2	244.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 10:34:00	<20	1.10	<1	3.30	<2	6,2	261.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 10:28:00	<20	2.70	1.20	2.40	<2	5	288.0	/	/	/	/	/	/	/
LAV30	06449155	25/09/2014 10:45:00	<20	1.50	<1	2.50	<2	<2	343.0	2,4	3.10	108.60	1.670	1.70	27,3	27.90
		04/12/2014 10:26:00	<20	0.80	<1	3.70	<2	<2	308.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 09:43:00	<20	1.00	<1	3.20	<2	3.0	284.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 09:45:00	<20	1.10	<1	3.30	<2	2.6	319.0	/	/	/	/	/	/	/
LAV40	06449055	25/09/2014 09:45:00	<20	1.80	<1	2.50	<2	<2	232.0	1,4	4.20	70.90	2.430	0.70	18,6	18.80
		04/12/2014 09:57:00	<20	1.00	<1	2.10	<2	<2	172.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 09:05:00	<20	1.00	<1	2.70	<2	2.2	200.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 09:20:00	31	6.40	1,1	2.00	<2	128.0	198.0	/	/	/	/	/	/	/
ENT10	06449150	25/09/2014 11:45:00	<20	1.70	<1	4.00	<2	2.8	285.0	1,4	4.50	88.10	2.290	0.90	22,25	22.70
		04/12/2014 10:45:00	<20	0.70	<1	5.30	<2	9.4	264.0	/	/	/	/	/	/	/
		05/03/2015 10:08:00	<20	1.10	<1	3.40	<2	2.6	230.0	/	/	/	/	/	/	/
		27/04/2015 10:05:00	<20	3.00	<1	2.60	<2	22.0	240.0	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 60. Paramètres interprétés selon le référentiel SEQ-Eau car non disponibles auprès du référentiel DCE (sauf les nitrates qui sont doublement interprétés).

IV. Résultats physico-chimiques

Les graphiques suivants illustrent l'évolution spatiale et temporelle des concentrations en nutriments parmi les 4 stations investiguées. Pour plus de lisibilité, pour les matières phosphorées, le graphique illustre uniquement les teneurs en orthophosphates (elles sont étroitement corrélées avec les teneurs en phosphore total). De même, pour les matières azotées, un graphique illustre l'évolution des concentrations en ammonium (facteur davantage limitant que les nitrites dans le cas présent) et une autre figure est spécifiquement dédiée aux nitrates.

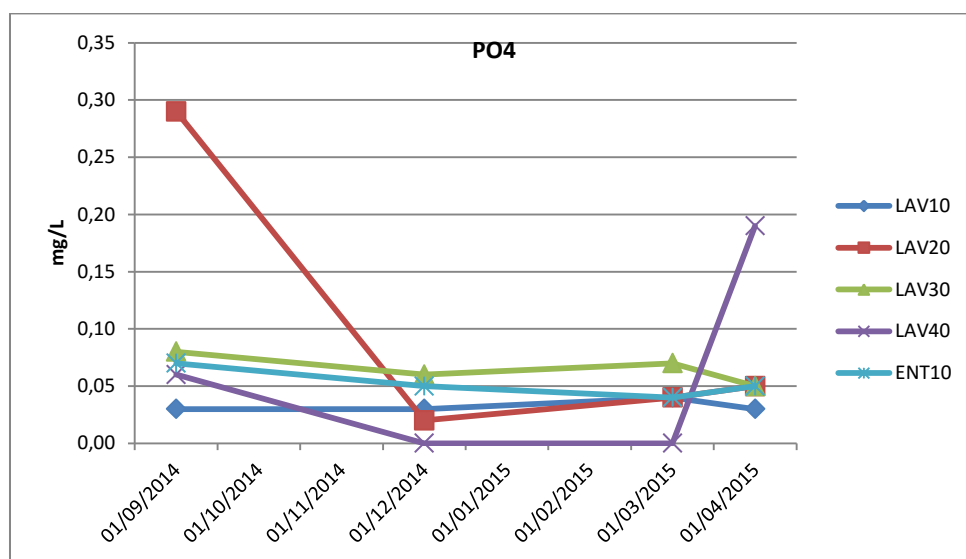


Figure 75. Évolution des concentrations en orthophosphates au sein des 5 stations investiguées en 2014.

Les teneurs en **matières phosphorées** sont globalement faibles (contamination modérée et diffuse), à l'exception notable de deux mesures :

- Au niveau de la station LAV20 en basses eaux estivales (phénomène de concentration d'un rejet localisé et proche ?) ;
- Au niveau de LAV40 en période de fortes eaux printanières (apports karstiques et/ou lessivage des sols des pâturages apicaux ?).

On constate aussi une diminution de ces teneurs en fermeture de bassin (LAV10) par rapport à 1996.

Les teneurs en ammonium ne permettent pas de mettre en évidence une **contamination azotée** (hors nitrates) dans les stations LAV40, ENT10, LAV20 et LAV10. Une légère contamination par ce nutriment fut observée en basses eaux au niveau de LAV30, mais c'est surtout la forte concentration mesurée en LAV20 lors des hautes eaux qui retient l'attention. Un rejet azoté important y fut donc vraisemblablement présent dans un amont proche (impact non visible en LAV10). En 1996, ce fut en LAV10 qu'un pic de concentration en ammonium fut observé. Comme pour les matières phosphorées, la contamination moyenne par les nitrites en LAV10 semble avoir été réduite depuis 1996.

Les concentrations en **nitrites** sont globalement faibles et relativement proches des teneurs « naturelles » (comme déjà observé en 1996), à l'exception du Ruisseau des Entreportres où une plus pollution modérée par ces substances est observée : les teneurs y étaient mesurées en 1996 à 2,3 et 2,9 mg/L, soulignant ainsi l'accroissement récent de la pression agricole sur ce secteur.

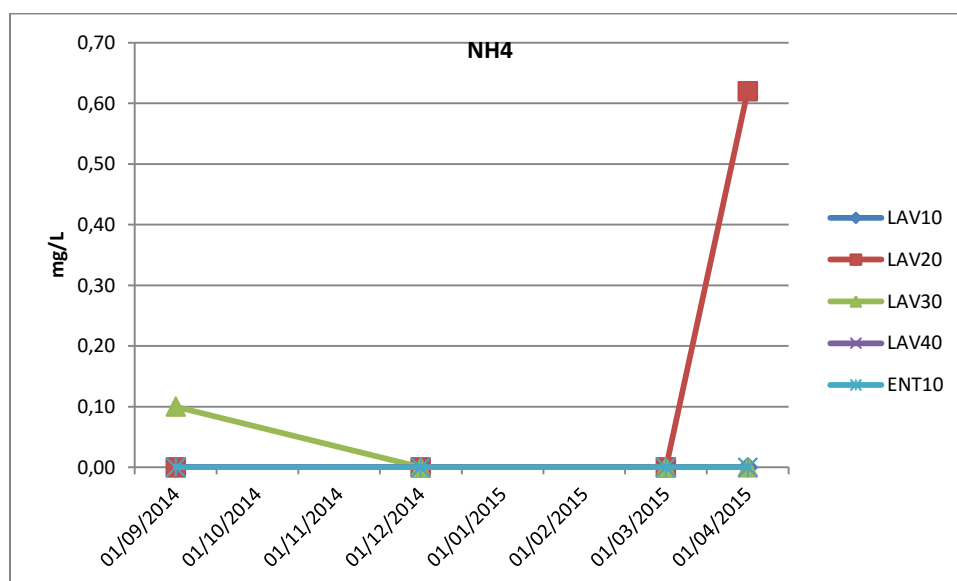


Figure 76. Évolution des concentrations en ammonium au sein des 5 stations investiguées en 2014.

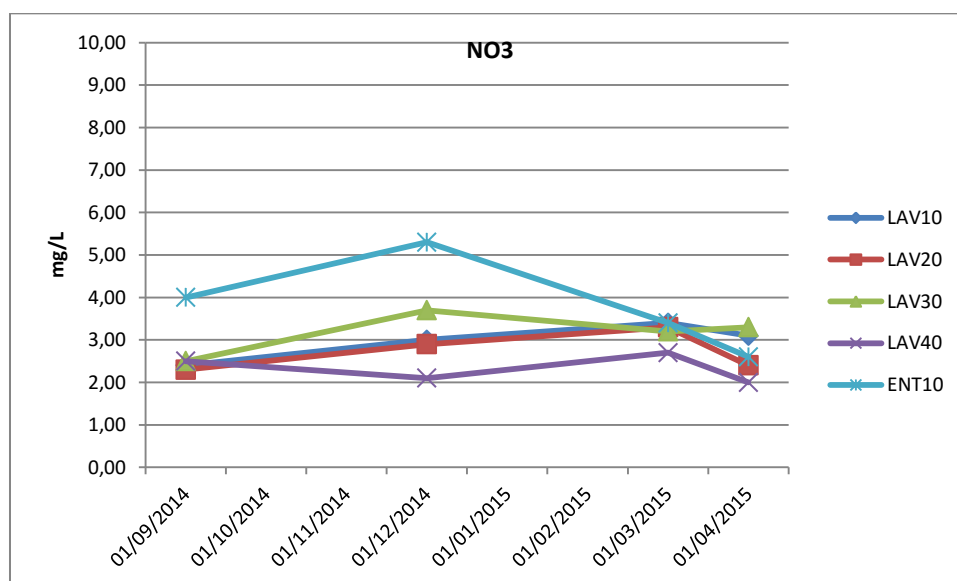


Figure 77. Évolution des concentrations en nitrates au sein des 5 stations investiguées en 2014.

En résumé, la pression exercée par le « secteur des Alliés » sur les teneurs azotées et phosphorées est visible mais est très modérée à moyenne distance (LAV30). Par rapport à 1996, les teneurs moyennes en phosphates y ont été très nettement diminuées depuis 1996. En revanche, la pression agricole sur le Ruisseau des Entreportres semble un peu plus présente (et récente) que pour le Ruisseau des Lavaux, mais cela reste aussi dans des proportions très modérées.

Le fonctionnement physico-chimique du bassin-versant semble donc globalement peu altéré, si ce n'est par des rejets ponctuels mais plus ou moins massifs en éléments phosphorés et azotés au niveau de la station LAV20 (rejets domestiques et/ou agricoles localisés et proches ?).

On note également le fonctionnement particulier de la station LAV40, où le contexte hydrologique contribue parfois à de fortes variations physico-chimiques (teneurs en matières phosphorées et MES notamment).

V. Contamination par les substances toxiques

A. Métaux lourds

	Métaux/sédiment					Métaux/bryophytes				
	LAV10	LAV20	LAV30	LAV40	ENT10	LAV10	LAV20	LAV30	LAV40	ENT10
Arsenic (mg/(kg MS))	/	4.10	12.20	/	3.60	2.060	1.130	5.600	1.440	1.350
Cadmium (mg/(kg MS))	/	<0.50	<0.50	/	<0.50	0.150	0.100	0.380	0.200	0.180
Chrome (mg/(kg MS))	/	4.10	20.10	/	2.60	2.940	1.910	5.730	3.670	4.000
Cuivre (mg/(kg MS))	/	10.30	10.60	/	10.40	5.360	5.010	7.360	3.230	7.130
Mercure (mg/(kg MS))	/	0.026	0.026	/	0.026	0.0520	<0.0490	0.0630	<0.0500	0.0590
Nickel (mg/(kg MS))	/	4.10	12.70	/	4.20	2.580	2.500	4.150	4.610	6.070
Plomb (mg/(kg MS))	/	5.20	10.60	/	5.20	1.130	1.030	3.520	1.690	29.0
Selenium (mg/(kg MS))	/	<0.100	0.160	/	<0.100	0.260	<0.250	0.310	<0.250	0.290
Zinc (mg/(kg MS))	/	19.10	36.50	/	20.30	25.80	19.60	36.50	18.40	45.90

Tableau 61. Concentrations sédimentaires et bryophytiques des métaux lourds dans les 5 stations investiguées. Interprétations des classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau.

En l'absence de sédiment dans les stations LAV40 et LAV10, la contamination de ce compartiment par les ETM n'a pas pu y être évaluée. Au regard des trois concentrations sédimentaires, la station LAV30 apparaît comme étant assez nettement la plus quantitativement et qualitativement contaminée. Les teneurs en ETM y sont de modérées à moyennes en As, Cr, Ni, Pb et Zn. Les mesures sédimentaires en ENT10 et LAV20 ne permettent pas de mettre en évidence de contamination significative par les ETM.

Les bioaccumulations en ETM dans les bryophytes indiquent une probable contamination actuelle de LAV30 par l'arsenic et de ENT10 par le plomb. En comparant les valeurs mesurées aux « concentrations métalliques repères », on constate plus précisément que les seuils sont franchis en LAV30 par As, Cr et Hg ; en ENT10 par Pb ; en LAV10 par As.



Photographie 20. Ordinateur (à gauche) retrouvé dans la station ENT10 (à droite) lors de la campagne du 05/03/2015.

Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour tenter d'expliquer l'origine de la multi-contamination de LAV30, comme par exemple la présence potentielle d'une ancienne décharge à proximité de la commune des Alliés. Néanmoins, les sources de pollution isolées ne sont pas à négliger, même en des endroits reculés, comme l'illustre l'ordinateur retrouvé dans la station ENT10 (photos ci-avant).

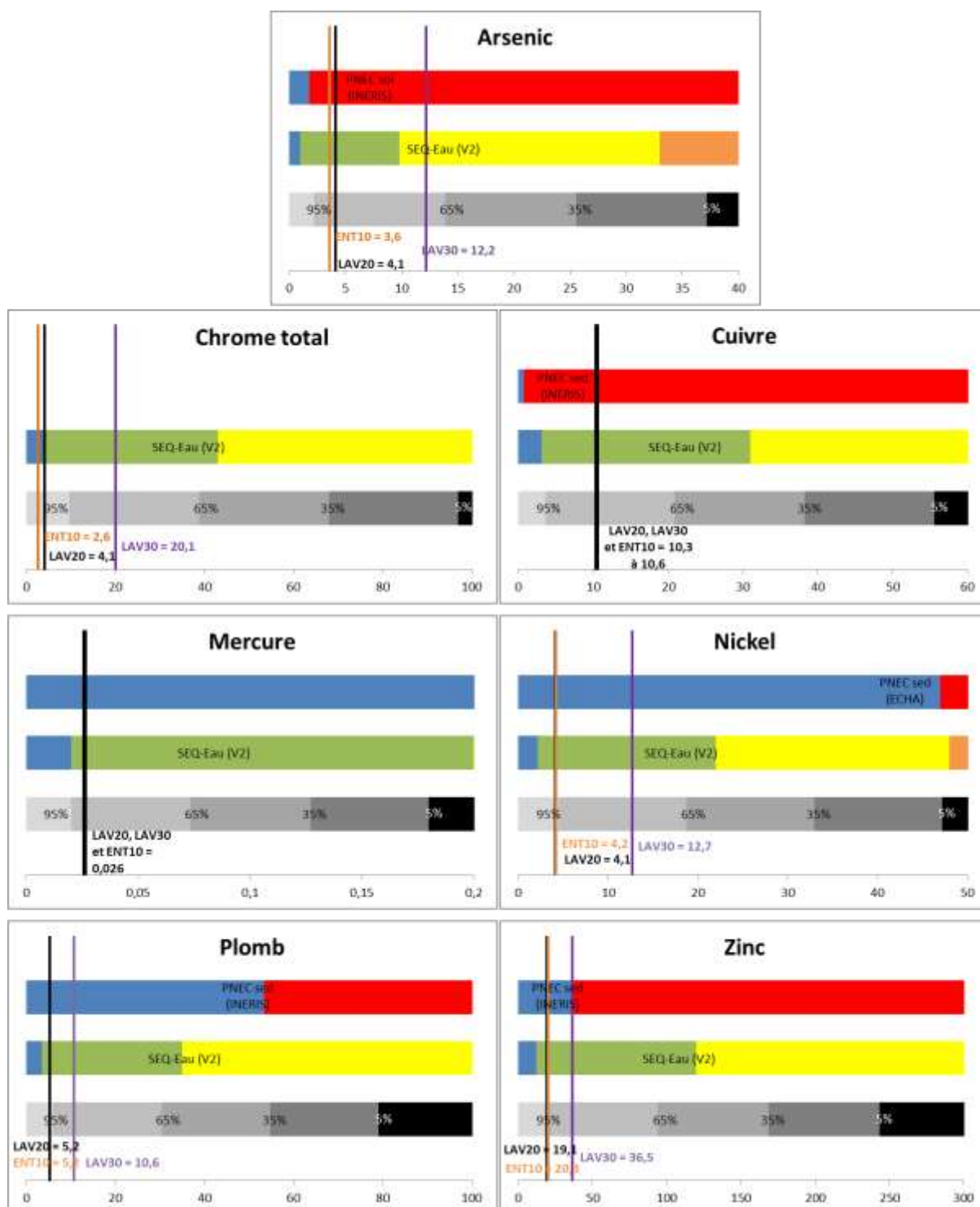


Figure 78. Niveau de contamination du sédiment ($\mu\text{g/Kg MS}$) pour chacun des métaux lourds en 2014. Barre du haut : référentiel écotoxicologique avec la PNEC (bleu : en deçà de la PNEC, rouge : au-delà de la PNEC). Barre du milieu : classes de qualité selon le référentiel SEQ-Eau. Barre du bas : fréquence de détection de la concentration dans les sédiments du bassin RMC en 2010-2014 (exemple : « 95 % » signifie que 95% des échantillons de sédiment échantillonnés dans le bassin RMC entre 2010 et 2014 ont atteint cette concentration pour ce métal).

B. Autres micropolluants

			LAV20	LAV30	ENT10
HAP	Anthracène	µg/(kg MS)	17	31	16
	B(a)A	µg/(kg MS)	124	158	13
	Benz(ghi)P	µg/(kg MS)	132	93	ND
	Benzo(a)py	µg/(kg MS)	149	145	15
	Benzo(b)fl	µg/(kg MS)	133	147	ND
	Benzo(k)fl	µg/(kg MS)	66	73	ND
	Chrysène	µg/(kg MS)	183	244	23
	Fluoranth,	µg/(kg MS)	245	324	28
	Indénopyr,	µg/(kg MS)	123	110	ND
	Naphtalène	µg/(kg MS)	11	119	ND
	Phénanthr,	µg/(kg MS)	122	ND	16
	Pyrène	µg/(kg MS)	185	267	21
	HAP somme (2)	µg/(kg MS)	149	145	15
	HAP somme (14)	µg/(kg MS)	1341	1566	117
Solvants et organochlorés	1,2-2ClBnz	µg/(kg MS)	71	ND	66
	1,2-2ClEth	µg/(kg MS)	71	ND	66
	1,3-2ClBnz	µg/(kg MS)	71	ND	66
	1,4-2ClBnz	µg/(kg MS)	71	ND	66
	12DCEtn C	µg/(kg MS)	14	23	13
	12DCEtn T	µg/(kg MS)	14	23	13
	2CIMéthane	µg/(kg MS)	710	ND	660
	Benzène	µg/(kg MS)	14	23	ND
	CCl4	µg/(kg MS)	14	23	13
	CHCl3	µg/(kg MS)	14	23	13
	HCBu	µg/(kg MS)	14	23	13
	TCA 1,1,1	µg/(kg MS)	14	23	13
	TCB 123	µg/(kg MS)	71	ND	66
	TCB 124	µg/(kg MS)	71	ND	66
	TCB 135	µg/(kg MS)	71	ND	66
	TCE	µg/(kg MS)	14	23	13
	Toluene	µg/(kg MS)	71	ND	66
	TTCA 1122	µg/(kg MS)	14	23	13
	TTCE	µg/(kg MS)	14	23	13
	Xylène-m	µg/(kg MS)	14	23	13
Xylène-o	µg/(kg MS)	14	23	13	
Xylène-p	µg/(kg MS)	14	23	13	
Total	µg/(kg MS)	1389	299	1344	
Phtalates	DEHP	µg/(kg MS)	88	59	44
Pesticides	AMPA	µg/(kg MS)	158	1241	140

Tableau 62. Contamination du sédiment des 5 stations investiguées en 2014 (classes de qualité du SEQ-Eau quand disponible). En rouge, les concentrations dépassant la PNEC pour les substances en disposant d'une valeur de référence validée par l'INERIS.

La station ENT10 n'est pas contaminée par les HAP, les teneurs mesurées dans LAV30 et LAV20 étant « classiques ». Pour les solvants et organochlorés, la station LAV30 est relativement préservée et les concentrations présentes en ENT10 et LAV20 sont à des niveaux très communs. On note également la présence de l'ubiquiste phatalate DEHP (teneurs faibles et homogènes) et de l'AMPA (résidu de l'herbicide glyphosate) dans les trois stations.

C. Pesticides

Date	Substance	Unité	LAV40	LAV30	ENT10	LAV20	LAV10
25/09/2014	Aminotriaz	µg/L		0.500			
	Formol	µg/L			6.0		7.0
	Métaldéhyd	µg/L					0.022
	Métolachlo	µg/L			0.009		
05/03/2015	Tributyl P	µg/L					0.006
Nb substances			0	1	2	0	3
C total			NQ	0,500	0,009 (+6)	NQ	0,028 (+7)

Tableau 63. Pesticides détectés dans l'eau lors des deux campagnes d'échantillonnage (NB : le formol n'est pas *sensu stricto* considéré comme un pesticide). NQ = Non Quantifié.

D'un point de vue quantitatif, les 5 stations investiguées sont peu contaminées par les pesticides. En revanche d'un point de vue qualitatif, les quelques détections nécessitent commentaires :

- LAV40 : aucune substance détectée
- LAV30 : la concentration en **aminotriazole** dépasse sa VGE en moyenne annuelle (0,080 µg/L) et sa VGE max (0,150 µg/L). Cet herbicide présente donc un risque écotoxicologique direct en plus de son action de perturbateur endocrinien (catégorie 1 – substance dont les effets sur la reproduction sont avérés).
- ENT10 :
 - Le **métolachlore** est un herbicide organochloré considéré par l'USGS comme un perturbateur endocrinien potentiel, et il est classé par l'INERIS comme très dangereux (score DANGER de 20/20) et problématique quant à son devenir environnemental (score TRANSFERT de 17.5/20). Toutefois la concentration mesurée est très faible (parmi les 2 campagnes ponctuelles...).
 - Le **formaldéhyde** fut détecté à une concentration de 6 µg/L le 25/09/2014 (LQ = 5 µg/L). Cette substance n'est pas *sensu stricto* un pesticide mais est plutôt à rapprocher des micropolluants solubles. La concentration mesurée présente un risque écotoxicologique direct eu égard au dépassement de sa PNEC définie à 5,8 µg/L par l'INERIS. L'origine de cette substance reste indéterminée.
- LAV20 : de nouveau aucune substance détectée
- LAV10 :
 - Le **formaldéhyde** détecté à une concentration de 7 µg/L présente un risque écotoxicologique direct.
 - Le métaldéhyde, utilisé pour lutter essentiellement contre les limaces, est un composé très toxique pour les mammifères (dont l'Homme). Sa toxicité pour les organismes aquatiques est assez mal connue mais *a priori* négligeable à la teneur mesurée.

- Le phosphate de tributyl est un plastifiant organophosphoré qui présente la particularité de former des complexes hydrophobes stables avec les métaux lourds. Sa teneur est éloignée de sa VGE (37 µg/L). Ce composé peut trouver son origine dans les déchets électroniques trouvés dans la partie pontissalienne du cours d'eau.

Pour rappel, l'AMPA (résidu de l'herbicide glyphosate) a été détecté dans les compartiments sédimentaires de l'ensemble des 3 stations où ce compartiment est présent.

De ces deux campagnes de mesures ponctuelles, on constate que des risques écotoxicologiques directs sont engagés au sein des 3 stations (sur 5 investiguées) où au moins une substance toxique dissoute a été quantifiée. En outre, on remarque que parmi les 5 substances identifiées, 2 sont assimilées à des micropolluants plutôt qu'à des pesticides.

VI. Analyses hydrobiologiques

Les communautés diatomiques peuplant le Ruisseau des Lavaux et son affluent le Ruisseau des Entreportes présentent un excellent état de la source à la fermeture de bassin (IBD de 20/20 ; 19,6/20 en fermeture de bassin). Les valeurs des IPS viennent confirmer cette homogénéité d'un état non altéré (compris entre 17,6/20 et 18,4/20). Les éléments physico-chimiques de l'eau *sensu stricto* ne sont donc pas *a priori* limitants pour le développement biologique au sein des stations (tous témoignant notamment d'une mésotrophie du milieu selon les indicateurs de Van Dam 1994).

Ces observations diatomiques tranchent avec les états macrobenthiques où, selon les critères DCE, 1 seule station présente un équivalent-IBGN synonyme de « très bon état », 3 un « bon état », et une station avec un « état moyen ». Toutefois, en considérant les variabilités indiquées par les prises en compte des robustesses négatives et positives, les stations ne présentent pas de différence hautement significative, excepté pour la station LAV40 qui semble disposé d'un peuplement macrobenthique davantage altéré (figure suivante). Par rapport à 1996, la valeur de ces indices semble relativement stable, avec un IBGN à 15/20 quelques centaines de mètres en aval de LAV30 (vs un équivalent-IBGN à 13/20 en 2014) et 13/20 en LAV20 (vs 15/20 en 2014).

L'examen des deux composantes structurant ces équivalent-IBGN met en évidence :

- Qualité des peuplements : les rangs des groupes indicateurs retenus varient entre 7 et 9 (plutôt « polluo-sensibles »), sans structuration spatiale évidente. Toutefois, la liste complète de l'ensemble des groupes indicateurs composant les différentes communautés macrobenthiques investiguées (tableau suivant) indique des structurations des peuplements très similaires. On constate toutefois la présence « supplémentaire » d'Odontoceridae au niveau des têtes de bassin (LAV40 et ENT10) et la moindre densité de Perlodidae en fermeture de bassin. Les variations des états macrobenthiques ne peuvent donc être imputées que de façon marginale à des différences de niveau de qualité physico-chimique de l'eau qui induiraient des altérations parmi les taxons les plus « polluo-sensibles ».

- Diversité des peuplements : une structuration spatiale semble assez nettement être mise en évidence avec une augmentation de la variété taxonomique (VT) d'amont en aval (ENT10 étant intermédiaire entre LAV40 et LAV30). La corrélation avec la typologie et l'hospitalité du milieu semble aussi pouvoir être mise en évidence (diversité des micro-habitats moindre en têtes de bassin par exemple). Les états macrobenthiques observés doivent donc être expertisés au regard des différences de potentiels typologiques des différentes stations. Toutefois, même avec ces considérations, les diversités observées sont nettement en-deçà des potentiels des stations : VT de LAV30 (et aval proche) = 24 en 1996 vs 15 en 2014 ; VT de LAV20 = 23 en 1996 et 19 en 2014.

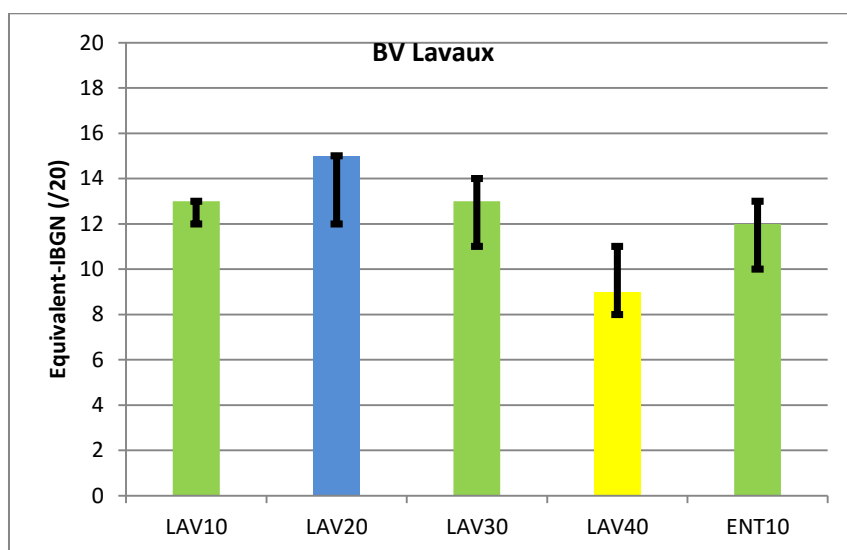


Figure 79. Équivalent-IBGN pour les 5 stations investiguées en 2014. Les barres d'erreurs indiquent les valeurs des robustesses négatives et positives. Les couleurs correspondent aux classes d'état selon le référentiel DCE.

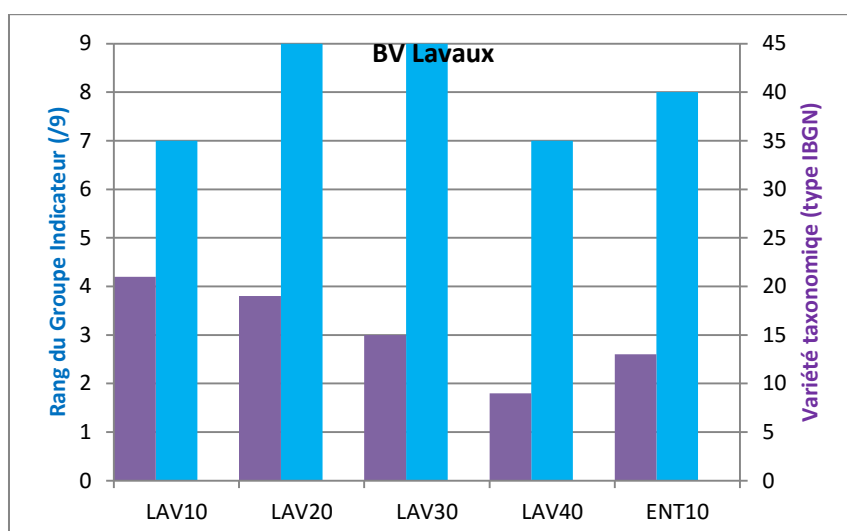


Figure 80. Valeurs des composantes des équivalent-IBGN pour les 5 stations investiguées : variété taxonomique en violet et rang du groupe indicateur en bleu clair.

GI	Taxon	LAV10	LAV20	LAV30	LAV40	ENT10
9	Chloroperlidae					
	Perlidae					
	Perlodidae					
	Taeniopterygidae					
8	Capniidae					
	Brachycentridae					
	Odontoceridae					
	Philopotamidae					
7	Leuctridae					
	Glossosomatidae					
	Beraeidae					
	Goeridae					
	Leptophlebiidae					
6	Nemouridae					
	Lepidostomatidae					
	Sericostomatidae					
	Ephemeridae					
5	Hydroptilidae					
	Heptageniidae					
	Polymitarcidae					
	Potamanthidae					
4	Leptoceridae					
	Polycentropodidae					
	Psychomyiidae					
	Rhycaophilidae					
3	<i>Limnephilidae</i>					
	Hydropsychidae					
	<i>Ephemerellidae</i>					
	Aphelocheiridae					
2	<i>Baetidae</i>					
	<i>Caenidae</i>					
	<i>Elmidae</i>					
	<i>Gammaridae</i>					
	Mollusques					
1	<i>Chironomidae</i>					
	<i>Asellidae</i>					
	Achètes					
	<i>Oligochètes</i>					

Tableau 64. Composition des listes de groupes indicateurs macrobenthiques au sein des 5 stations investiguées en 2014.

L'approche de type SPEAR (figures suivantes) n'a pas permis de mettre en évidence un impact significatif de pollutions par les pesticides sur les structures des communautés macrobenthiques. Les différences de pourcentages de taxons « sensibles » aux pesticides à un niveau plus ou moins élevés au-dessus de 50% ne doivent pas être considérées comme significatives.

Concernant les micropolluants organiques, les valeurs mesurées indiquent de façon globale une faiblesse de l'impact de ce type de contaminants sur le macrobenthos. On remarque toutefois que ce sont les deux stations les plus en aval qui présentent les moins bonnes valeurs pour ce type de pression.

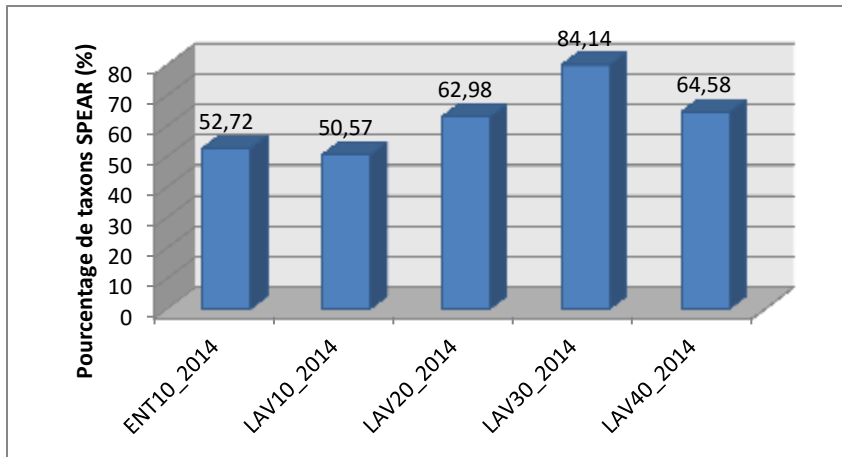


Figure 81. Pourcentage de taxons SPEAR (sensibles aux pesticides) parmi les communautés macrobenthiques échantillonnées. Les codes couleurs correspondent aux seuils 50%, 30%, 20%, 10%.

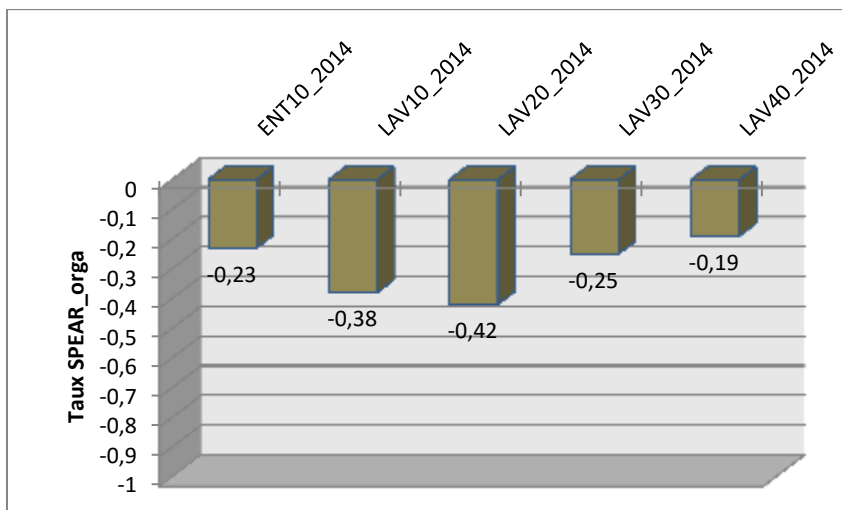


Figure 82. Taux de taxons SPEAR_organica (= sensibles aux micropolluants organiques autres que pesticides) : plus la valeur est faible, plus la communauté macrobenthique est structurellement tolérante à ce type de composés.

Aucun impact direct des pesticides (ni d'effet insidieux de ces substances sur les valeurs des équivalent-IBGN) ou effet drastique des micropolluants organiques n'a été mis en évidence sur les communautés macrobenthiques. (NB : l'impact d'une substance telle que le formol – ni pesticide, ni micropolluant organique – n'est pas considérée par ces deux approches).

En revanche, il semblerait que les communautés des stations les plus apicales LAV30, ENT10 et surtout LAV40 soient structurées de façon assez nette par d'autres types de pressions environnementales (figure suivante). Pour cette dernière station, l'hydrologie doit être *a minima* être considérée compte tenu de la complexité des échanges avec le réseau karstique dans un contexte torrentiel et de la proximité de plusieurs secteurs présentant des assècs temporaires.

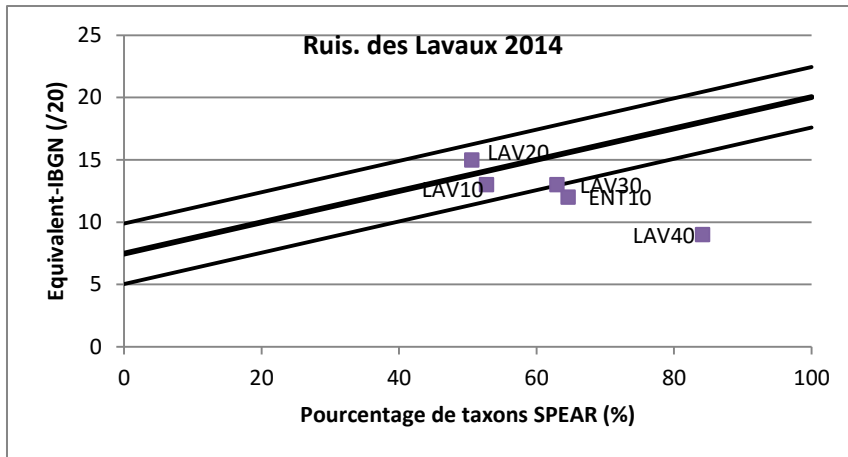


Figure 83. . Projection du taux de taxons SPEAR par rapport à la corrélation habituellement observée avec les valeurs de l'équivalent-IBGN (>100 communautés exploitées). Les lignes supérieures et inférieures correspondent aux erreurs types de la corrélation. Une projection au-dessus de ces droites indique une valeur de l'équivalent-IBGN ne rendant pas fidèlement compte de l'impact des pesticides (effet insidieux), une projection en-dessous indique une altération globale du peuplement macrobenthique par des paramètres environnementaux structurant autres (contraintes hydrologiques ou physiques en particulier).

VII. Conclusion

Le BV du Ruisseau des Lavaux présente un état écologique globalement bon. On note en particulier une évolution positive de l'hospitalité du milieu pour le macrobenthos le long d'un gradient typologique allant de l'amont vers l'aval. Cependant, malgré ces considérations, la diversité des taxons (en particulier parmi les plus polluo-sensibles) peut être potentiellement améliorée (moins qu'en 1996 par exemple). Même si cela n'a pas pu être démontré lors du présent suivi, une hypothèse explicative serait l'impact potentiel que présente les substances toxiques dissoutes (pollution faible d'un point de vue quantitatif mais potentiellement altérante d'un point de vue qualitatif).

L'état de la station apicale LAV40 est fortement lié à la particularité et la complexité de son hydrologie (forte pente, forts échanges avec le milieu karstique, zones d'écoulements temporaires étendues...).

La station LAV30 se caractérise principalement par une contamination par les métaux lourds (As, Cr, Ni entre autres) dont l'origine est localisée dans le secteur de la commune des Alliés.

Si la physico-chimie du BV est globalement bonne, on note la particularité de la station LAV20 où un rejet ponctuel, localisé mais potentiellement élevé est suspecté peu en amont.

La station LAV10 en fermeture de bassin dispose d'une morphologie contrainte et semble qualitativement un peu plus impacté que les autres stations (moins densité en Perlodidae par exemple), sans que cet effet ne soit drastique pour autant. Les teneurs moyennes en phosphates et nitrites y sont en moindres qu'en 1996.

Ruisseau de Plaisir-Fontaine (Source) – Station SPL10

I. Localisation et contexte

La station SPL10 est localisée au niveau de la source du ruisseau de Plaisir-Fontaine à Bonnevaux-le-Prieuré, en sortie de la grotte éponyme (photographie suivante) et en amont d'une pisciculture. 12 campagnes de suivis physico-chimiques ont été effectuées afin de compléter une étude plus vaste en lien avec les actions entreprises sur son bassin-versant, ceci afin d'en évaluer leur efficacité en termes qualitatifs sur l'exutoire.



Photographie 21. Vue de la station SPL10 (19/02/2015).

Les figures suivantes indiquent que les bassins versant topographiques et hydrogéologiques sont essentiellement constitués de recouvrements forestiers et de pâturages, mais aussi que quelques secteurs urbanisés, e.g. traçage direct entre la commune de l'Hôpital du Grosbois et la station SPL10.

À noter que si le bassin versant topographique paraît relativement géographiquement limité, la prise en compte des circulations d'eaux souterraines dans le karst laissent sous-entendre un bassin-versant effectif beaucoup plus étendue au nord-est (et donc davantage complexe).

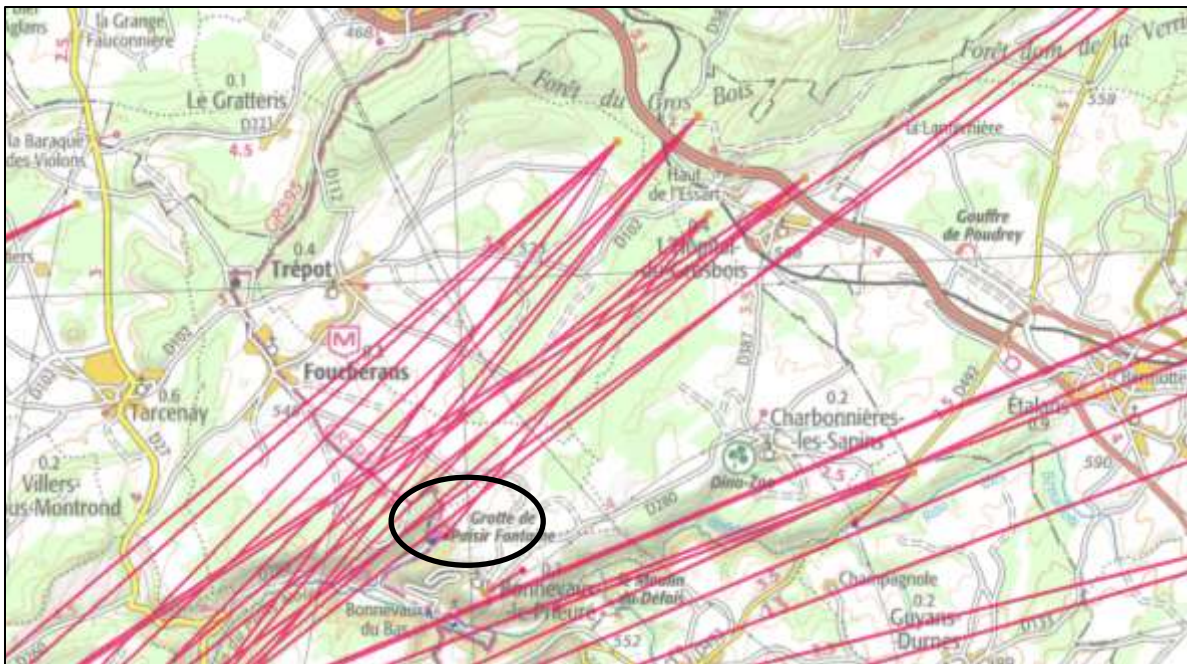


Figure 84. Extrait de la base de données CARMEN 2015. Traçage des circulations d'eaux souterraines : carrés jaunes = points d'injection ; points rouge = sorties identifiées.



Figure 85. Extrait de la base de données CorineLandCover. En vert = recouvrements forestiers ; en jaunes= recouvrements de natures agricoles ; en violet = recouvrements urbanisés.

II. Situation hydrologique

En l'absence de station limnimétrique automatisée sur le ruisseau ou sur son exutoire la Brème, les 12 dates d'échantillonnages ont été projetées sur le profil hydrologique de la station automatisée géographiquement la plus proche, i.e. le Lison à Myon (figure suivante).

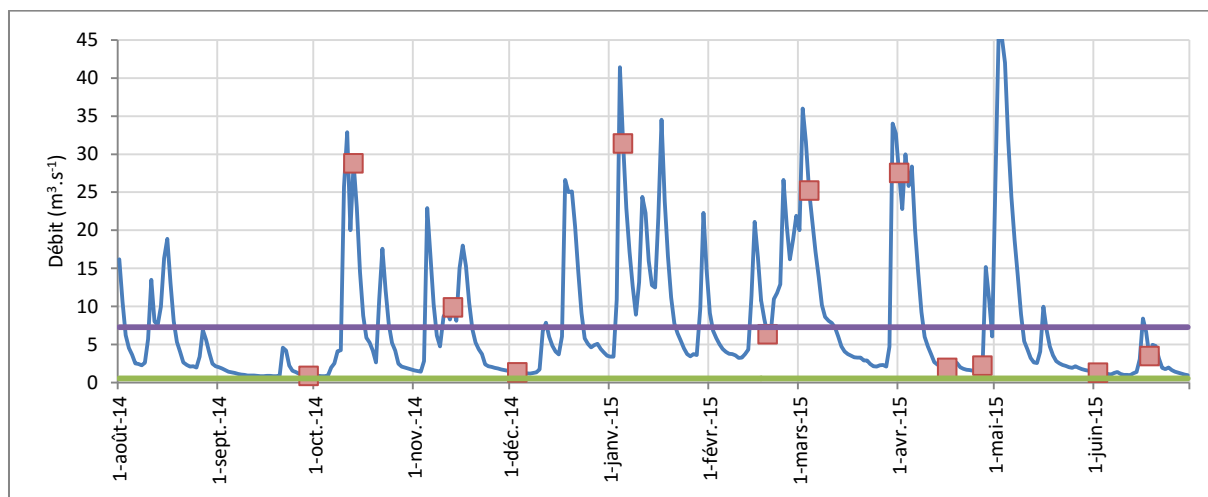


Figure 86. Profil hydrologique du Lison à Myon où a été projeté les 12 dates d'échantillonnages de la station SPL10.

Les dates de prélèvements ont été choisies afin de refléter une diversité de contextes hydrologiques :

- 5 dates en basses eaux : 1 automnale, 1 hivernale, 2 printanières, 1 estivale
- 3 dates en moyennes eaux : 1 automnale, 1 printanière, 1 après un épisode orageux estival
- 4 dates en hautes eaux : 1 automnale, 1 hivernale, 2 printanières

III. Résultats

Les tableaux suivants indiquent les valeurs mesurées lors des 12 campagnes avec les codes couleurs correspondant aux classes d'état du référentiel DCE, ou du référentiel SEQ-Eau par défaut (les deux référentiels ont été utilisés pour les teneurs en nitrates).

De façon globale, on constate un « bon état » physico-chimique de la station, notamment pour les teneurs en éléments nutritifs.

Date	Physico-chimie															
	Bilan de l'Oxygène					Température		Nutriments						Acidification		Etat physico-chimique intermédiaire 2014
	mg O2/l	O2 %	DBO5	COD	Résultante	Teau (°C)	Résultante	PO4	P total	NH4	NO2	NO3	Résultante	pH	Résultante	
29/09/2014	11,01	97,1	0,6	0,6	Bon état	10,0	Très bon état	<0,01	0,010	0,33	<0,02	8,0	Bon état	7,20	Très bon état	BON ETAT
13/10/2014	11,07	97,9	0,5	1,0		9,9		0,021	0,070	0,08	<0,02	10,0		6,84		
12/11/2014	10,79	95,2	0,6	0,8		9,7		<0,01	0,030	0,06	<0,02	7,8		6,96		
03/12/2014	11,15	98,1	0,8	0,5		9,5		<0,01	0,030	<0,05	<0,02	7,5		6,99		
05/01/2015	11,66	101,7	0,5	0,5		9,6		<0,01	0,020	<0,05	<0,02	7,1		7,35		
18/02/2015	11,35	100,2	0,5	0,8		9,7		<0,01	0,020	<0,05	<0,02	7,4		7,43		
04/03/2015	11,39	100,0	0,6	0,5		9,6		<0,01	<0,01	<0,05	<0,02	7,2		7,34		
01/04/2015	9,84	85,7	0,8	0,6		9,6		<0,01	<0,01	0,10	<0,02	7,2		7,27		
16/04/2015	9,80	86,4	0,7	0,5		9,8		<0,01	0,020	<0,05	<0,02	7,3		7,46		
28/04/2015	9,82	86,5	0,5	0,6		9,8		<0,01	0,020	0,11	<0,02	7,5		7,33		
02/06/2015	10,31	93,0	0,5	0,4		10,0		<0,01	0,020	0,41	<0,02	8,4		7,47		
18/06/2015	10,02	88,8	1,4	0,5		10,2		<0,01	0,030	<0,05	<0,02	8,2		7,53		
Percentile90	9,82	86,4	0,8	0,8		10,0		0,01	0,030	0,308	0,02	8,38		7,47		

Date	1 - MOOX			3 - Nitrates	6 - PAES	9 - Minéralisation							
	DCO	COT	NKJ	NO3	MES	Cond.	Cl	SO4	Ca	Mg	Na	TAC	Dureté
	mg(O2)/L	mg(C)/L	mg(N)/L	mg(NO3)/L	mg/L	µS/cm	Cl-	mg(SO4)/L	mg(Ca)/L	mg(Mg)/L	mg(Na)/L	°f	°f
29/09/2014	<20	0,6	<1	8,0	<2	369	2,20	4,30	111,80	2,29	1,10	27,90	28,90
13/10/2014	<20	1,0	<1	10,0	<2	372	1,90	3,70	111,50	1,650	1,00	28,000	28,80
12/11/2014	<20	0,8	<1	7,8	3,4	362	1,80	3,40	113,00	1,640	1,20	27,750	28,80
03/12/2014	<20	0,5	<1	7,5	<2	358	1,80	4,00	111,00	1,890	1,00	27,500	29,00
05/01/2015	<20	0,5	<1	7,1	<2	342	1,70	3,50	105,60	1,51	1,00	26,75	27,40
18/02/2015	<20	0,8	<1	7,4	7,0	329	1,80	3,70	99,90	1,550	1,00	24,950	25,80
04/03/2015	<20	0,5	<1	7,2	<2	324	1,70	3,40	91,80	1,260	0,90	24,500	25,50
01/04/2015	<20	0,6	<1	7,2	<2	321	1,70	3,50	91,30	1,420	1,00	25,550	23,40
16/04/2015	<20	0,5	<1	7,3	<2	318	1,90	4,20	98,50	1,80	1,10	25,00	25,40
28/04/2015	<20	0,6	<1	7,5	<2	328	2,00	4,20	101,70	2,050	1,10	24,500	26,30
02/06/2015	<20	0,5	<1	8,4	<2	340	2,10	4,30	100,50	1,980	1,10	25,350	25,90
18/06/2015	<20	0,5	<1	8,2	<2	342	2,50	5,00	99,70	2,260	1,10	25,320	25,90

- **Orthophosphates** : le seuil de détection n'été franchi qu'à une seule reprise à une faible concentration. Pas de contamination mise en évidence de la station pour cet élément.
- **Phosphore total** : Faibles teneurs mais aspect chronique de cette très légère contamination.
- **Ammonium** : contaminations par pics atteignant des teneurs moyennes (maximum de 0,41 mg/L), en particulier lors des périodes de basses eaux (effet de moindre dilution plutôt que d'apports massifs par lessivages des sols).
- **Nitrites** : élément non détecté. Pas de contamination par cet élément mise en évidence.
- **Nitrates** : concentrations relativement faibles mais correspondant malgré tout à une légère contamination d'origine anthropique. Les faibles fluctuations indiquent d'une part l'aspect chronique de cette pollution et d'autre part sa relative indépendance par rapport aux variations hydrologiques.

Les autres paramètres mesurés (éléments du bilan de l'oxygène, acidité, température de l'eau, minéralisation, azote Kjeldahl, COT...) ne démontrent ni fluctuation évidente, ni de dysfonctionnement notable. Les deux légères augmentations en MES suivent deux brusques augmentation de débits et donc probables mises en suspension de particules sédimentaires présentes dans le système karstique.