

Etude des pressions polluantes de l'Avène Bassin versant des Gardons

Rapport final

Mars 2017



Etude réalisée avec le concours financier de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse



Etude des pressions polluantes de l'Avène Bassin versant des Gardons

Rapport final

Mars 2017

Version	Date	Nom et signature du (des) rédacteur(s)	Nom et signature du vérificateur
V3	20/03/2017	NIEL Jacques	Catherine MAZOYER

Sommaire

1. CONTEXTE DE L'ETUDE	7
2. COMPOSANTES DE L'ETUDE	7
2.1. Démarche générale	7
2.2. Campagnes de mesures	8
2.2.1. Dates des campagnes de mesures	8
2.2.2. Stations de mesures.....	8
2.2.3. Paramètres analysés	11
2.3. Appréciation de la qualité des eaux	13
3. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	20
3.1. Présentation générale du bassin versant	20
3.2. Contexte hydrologique	20
3.3. Contexte géologique	21
3.4. Qualité des eaux superficielles	26
3.4.1. Préambule.....	26
3.4.2. L'Avène à Saint-Hilaire-de-Brethmas.....	26
3.4.3. L'Avène à Saint-Privat-des-Vieux	31
3.5. Qualité des eaux souterraines	33
3.6. Objectifs de qualité	37
3.7. Sources potentielles de pollution	38
3.7.1. Assainissement communal	38
3.7.2. Assainissement non collectif.....	43
3.7.3. Fond géochimique et activités minières	44
3.7.3.1. Fond géochimique naturel	44
3.7.3.2. Activités minières.....	46
3.7.4. Activités industrielles	50
3.7.4.1. Sources d'information	50
3.7.4.2. Inventaire des industriels.....	50
3.7.4.3. Données concernant les rejets et leur impact sur le milieu.....	54
3.7.5. Activités agricoles	59
4. QUALITE CHIMIQUE AU REGARD DES RESULTATS D'ANALYSES EFFECTUEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE	60
4.1. Préambule	60
4.2. Contexte hydrologique des campagnes de mesures	62
4.3. Paramètres physico-chimiques de base – Groupe GP1	64
4.3.1. Température	64
4.3.2. Oxygène dissous.....	64

4.3.3. Potentiel hydrogène	65
4.3.4. Conductivité	67
4.3.5. Chlorures	69
4.3.6. Sulfates	69
4.3.7. Calcium	71
4.3.8. Sodium.....	71
4.3.9. Magnésium.....	71
4.3.10. Demande biochimique en oxygène	73
4.3.11. Carbone organique dissous	73
4.3.12. Ammonium.....	76
4.3.13. Nitrites	76
4.3.14. Nitrates	76
4.3.15. Azote Kjeldahl.....	78
4.3.16. Orthophosphates et phosphore total.....	78
4.3.17. Conclusion.....	80
4.4. Bactériologie des eaux – Groupe GP2.....	84
4.5. Métaux dans les eaux, les sédiments et les bryophytes – Groupes GP3, GP8 et GP1286	
4.5.1. Antimoine	86
4.5.2. Arsenic.....	87
4.5.3. Baryum	89
4.5.4. Bore	90
4.5.5. Cadmium	91
4.5.6. Chrome	92
4.5.7. Cobalt	93
4.5.8. Cuivre	93
4.5.9. Etain	94
4.5.10. Mercure	95
4.5.11. Molybdène	97
4.5.12. Nickel.....	98
4.5.13. Plomb	99
4.5.14. Thallium	100
4.5.15. Titane.....	101
4.5.16. Uranium.....	102
4.5.17. Vanadium.....	102
4.5.18. Zinc	103
4.5.19. Conclusion.....	105
4.6. Pesticides dans les eaux et les sédiments – Groupes GP4, GP4-GP5 et GP9.....	109
4.6.1. Analyse au fil de l'eau.....	109
4.6.2. Conclusion.....	117
4.7. Micropolluants organiques dans les eaux et les sédiments – Groupes GP5 et GP10119	
4.7.1. Analyse au fil de l'eau.....	119
4.7.2. Conclusion.....	127

4.8. EDTA dans les eaux et les sédiments – Groupes GP6 et GP11	130
5. QUALITE HYDROBIOLOGIQUE AU REGARD DES ANALYSES EFFECTUEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE	131
5.1. Diatomées benthiques	131
5.1.1. Méthodologie.....	131
5.1.2. Richesse et diversité des peuplements.....	132
5.1.3. Analyse des notes IBD et IPS	133
5.1.4. Préférences écologiques et qualité de l'eau	135
5.1.5. Conclusion.....	142
5.2. Oligochètes.....	143
5.2.1. Méthodologie.....	143
5.2.2. Analyse au fil de l'eau.....	144
5.2.3. Comparaison avec des données antérieures.....	147
5.2.4. Conclusion.....	148
6. RECONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE CONCERNANT LES SEDIMENTS.....	150
6.1. Objectifs	150
6.2. Mode opératoire	150
6.3. Localisation des zones de dépôt	151
6.4. Estimation des volumes de sédiments	153
6.5. Conclusion	153
7. CONCLUSION GENERALE	155
7.1. Synthèse par groupe de paramètres	155
7.1.1. Paramètres physico-chimiques de base – Groupe GP1	155
7.1.2. Bactériologie des eaux – Groupe GP2	159
7.1.3. Métaux dans les eaux, les sédiments et les bryophytes – Groupes GP3, GP8 et GP12....	159
7.1.4. Pesticides dans les eaux et les sédiments – Groupes GP4, GP4-GP5 et GP9.....	163
7.1.5. Micropolluants organiques dans les eaux et les sédiments – Groupes GP5 et GP10	165
7.1.6. EDTA dans les eaux et les sédiments – Groupe GP6 et GP11	168
7.1.7. Diatomées benthiques	168
7.1.8. Oligochètes	168
7.2. Réponses aux questions posées initialement	169
7.2.1. Pollution par les PCB.....	169
7.2.2. Dépassement du bon état DCE	171
7.2.3. Fonds géochimiques	172
7.2.4. Stock de micropolluants dans les sédiments	172
7.2.5. Impact de l'Avène sur les autres masses d'eau	173
7.2.6. Niveau de toxicité auquel sont exposés les organismes aquatiques de l'Avène	174

8. ANNEXES HORS TEXTE	175
8.1. Annexe 1 : extrait du Plan d'Aménagement et de Gestion Durable relatif au projet de SAGE des Gardons	175
8.2. Annexe 2 : fiches de présentation des stations de mesure	175
8.3. Annexe 3 : paramètres physico-chimiques analysés dans le cadre de cette étude ..	175
8.4. Annexe 4 : grilles d'appréciation de la qualité des eaux du SEQ-Eau V2	175
8.5. Annexe 5 : plate-forme chimique de Salindres - Interprétation de l'état des milieux – Golder Associates – 2012.....	175
8.6. Annexe 6 : GIE Chimie Salindres – campagne RSDE – IRH – 2011	175
8.7. Annexe 7 : étude d'impact du GIE de Salindres - APAVE – 2012.....	175
8.8. Annexe 8 : étude d'impact d'AXENS – 2011	175
8.9. Annexe 9 : étude d'impact RHODIA Opérations – 2012	175
8.10. Annexe 10 : résultats des analyses pratiquées sur les eaux de surface dans le cadre de cette étude	175
8.11. Annexe 11 : résultats des analyses pratiquées sur les sédiments dans le cadre de cette étude	175
8.12. Annexe 12 : résultats des analyses pratiquées sur les bryophytes dans le cadre de cette étude	175
8.13. Annexe 13 : résultats des inventaires de diatomées.....	175
8.14. Annexe 14 : résultats des inventaires d'oligochètes	175
8.15. Annexe 15 : zones de dépôt sédimentaire	175
8.16. Annexe 16 : bibliographie	175

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

La présente étude porte sur les **pressions polluantes** affectant le bassin versant de l'Avène dans le département du Gard, et en premier lieu les pressions de nature toxique à l'origine de la dégradation de la qualité actuelle des milieux aquatiques.

Affluent rive gauche du Gardon d'Alès en aval de l'agglomération d'Alès dans le département du Gard, l'Avène est soumis à de fortes pressions polluantes dont les principales sont liées au passé minier du bassin versant (mine de Mercoirol, bassin des boues rouges de Ségoussac), à la forte activité industrielle qui s'y est développée (plateforme chimie de Salindres) et à l'occupation urbaine (5 stations d'épuration).

L'impact de ces pressions est d'autant plus marqué que la faible superficie drainée par ce bassin versant (60 km²) et la rudesse du climat méditerranéen auquel il est soumis lui confèrent des débits de dilution particulièrement faibles en période estivale.

Dans ce contexte, l'état chimique et hydrobiologique des eaux est mauvais comme en témoignent les résultats des analyses effectuées aux stations de contrôle situées dans la partie aval du cours d'eau (Saint-Privat-des-Vieux et Saint-Hilaire-de-Brethmas), les suivis du RSDE, ainsi que les diverses études réalisées au cours des dernières années (« Qualification de la problématique toxique à l'échelle du bassin versant des Gardons – Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse » ou « Etude de la qualité des eaux du bassin versant des Gardons – SMAGE des Gardons »).

Face à ce constat, le Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Gestion Equilibrée (SMAGE) des Gardons qui anime à la fois le SAGE des Gardons en cours de révision, le contrat de rivière et un PAPI de 2^{ème} génération sur ce territoire, a initié une étude visant à mieux connaître la qualité de l'Avène et de son principal affluent l'Arias de manière à identifier plus précisément les pressions polluantes auxquelles sont soumis ces cours d'eau et à orienter les stratégies de dépollution.

Cette démarche répond à la disposition C4-1.1 du SAGE des Gardons adopté le 18/12/2015 et qui est libellé de la façon suivante « Le SAGE préconise la réalisation d'études complètes sur les toxiques sur les secteurs prioritaires suivants :

- priorité 1 : Avène,
- priorité 2 : cours d'eau drainant l'ancien site minier de Saint-Félix-de-Pallières,
- priorité 3 : le Soulier.

Elle est en lien avec le SDAGE au travers de son orientation 5C-01 : « Compléter et améliorer la connaissance des pollutions et de leurs origines, ainsi que leur suivi ».

Nous fournissons en annexe 1 un extrait du SAGE des Gardons résumant ces attentes.

2. COMPOSANTES DE L'ETUDE

2.1. DEMARCHE GENERALE

3 volets composent cette étude :

- une recherche bibliographique comportant notamment une compilation des données les plus récentes de qualité d'eau issues des différents réseaux de mesures existants ou études d'impact menées sur le bassin versant, ainsi que des données de flux d'émissions industrielles et domestiques ;
- une série de campagnes d'analyses portant sur les compartiments eau, sédiments, bryophytes ainsi que sur le compartiment biologique représenté par les diatomées benthiques et les oligochètes ;
- une interprétation des données et résultats d'analyses débouchant sur l'identification et la hiérarchisation des pressions polluantes.

2.2. CAMPAGNES DE MESURES

2.2.1. Dates des campagnes de mesures

Les campagnes de mesures se sont déroulées sur deux cycles hydrologiques et n'ont pas concerné les mêmes stations de prélèvement.

- Année 1 : 2014 – 2015 ; 4 campagnes de mesures :
 - 18 au 20 août 2014,
 - 17 au 19 novembre 2014,
 - 23 au 24 février 2015,
 - 18 au 20 mai 2015 ;
- Année 2 : 2015 – 2016 ; 4 campagnes de mesures :
 - 3 novembre 2015,
 - 14 décembre 2015,
 - 3 et 4 mars 2016,
 - 13 juin 2016.

2.2.2. Stations de mesures

L'année 1 visait à une connaissance globale de la qualité du réseau hydrographique du bassin versant de l'Avène sous différentes conditions hydrologiques.

L'emplacement des stations a été choisi de manière à mettre en évidence les impacts éventuels des différentes sources de pollution domestiques et industrielles connues du bassin versant.

11 stations ont été implantés sur l'Avène et l'Arias de manière à mettre en évidence une évolution amont aval de la qualité du milieu récepteur et 6 ont été implantées sur des rejets : rejet du bassin de Ségoussac, stations de traitement des eaux du GIE de Salindres et stations d'épuration communales (Rousson Pont-d'Avène, Rousson Saut-du-Loup, Salindres, Saint-Privat-des-Vieux).

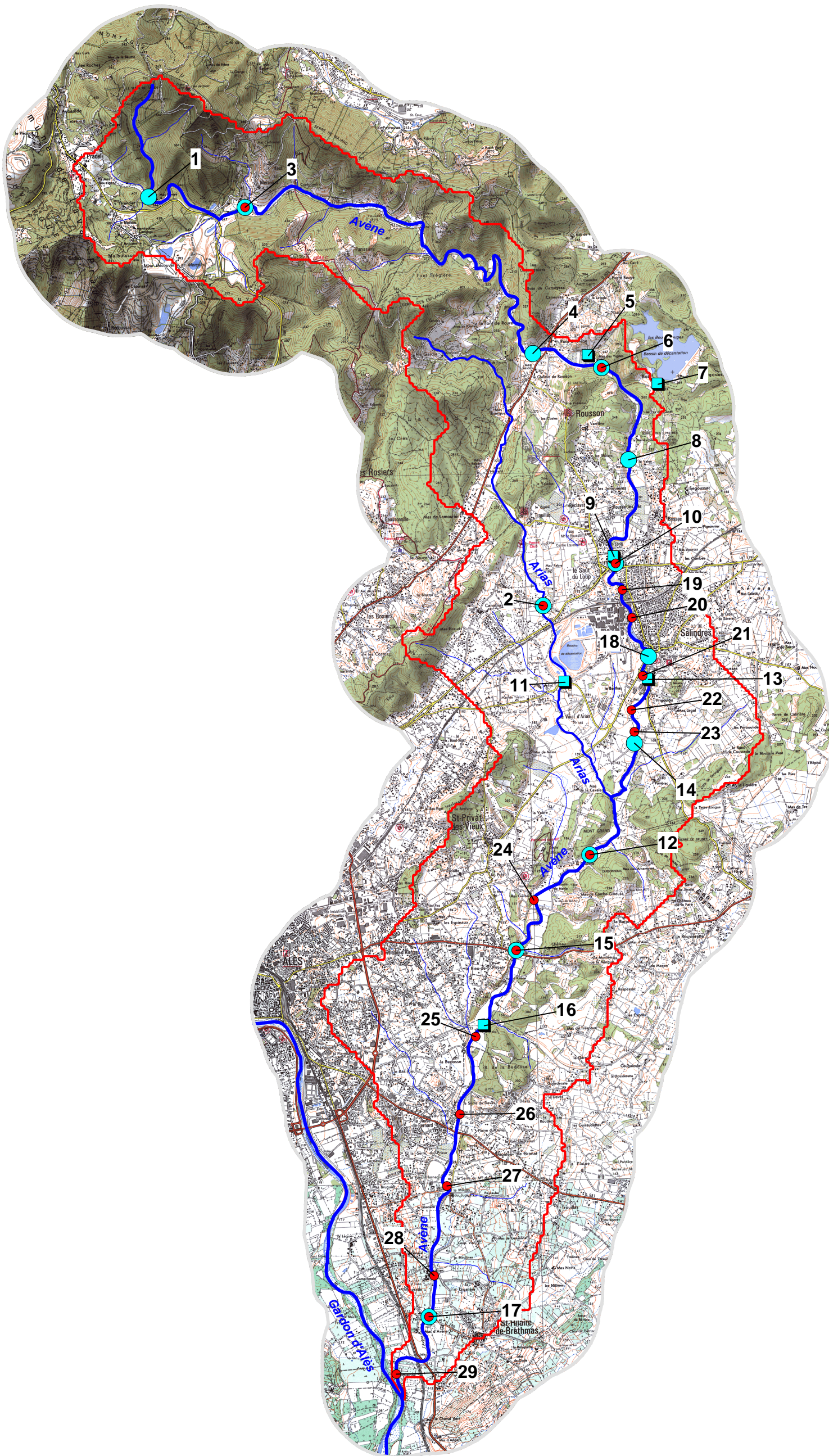
L'année 2 visait à approfondir le diagnostic effectué en année 1 en apportant des compléments d'information sur la nature et l'origine des pollutions en certains secteurs. Quelques-uns des objectifs assignés à cette seconde année étaient :

- confirmer les pollutions métalliques observées en année 1 au niveau de la station de Pont-d'Avène ;
- connaître l'évolution de la qualité des eaux suite à la mise en service en juillet 2015 du dispositif de recyclage des eaux du bassin de Ségoussac qui, depuis lors ne vont plus sur l'unité de traitement du GIE de Salindres ;
- connaître l'importance du stock de sédiments de l'Avène entre Salindres et la confluence avec le Gardon ainsi que son niveau de contamination en particulier par les PCB ;
- caractériser les apports de métaux dans l'agglomération de Salindres avec le site industriel en rive droite.

Ainsi, en année 2, 4 stations de prélèvement d'eau de l'année 1 ont été conservées, 1 nouvelle a été créée (dans Salindres) et 11 stations de prélèvement de sédiments ont été ajoutées (entre Salindres et la confluence avec le Gardon).

La carte suivante présente les 29 stations de mesures du réseau de suivi mis en place dans le cadre de cette étude.

Les stations aval 15 et 17 situées respectivement à Saint-Privat-des-Vieux et à Saint-Hilaire-de-Brethmas font partie de réseaux de suivi existants disposant d'un historique de données conséquent. Il s'agit pour la première du réseau de contrôle opérationnel et, pour la seconde, du réseau complémentaire départemental. Une fiche décrit chaque station en annexe 2.



Sources : données Aquascop 2016, SMAGE, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Analyses d'eau en rivière
- Analyses de sédiment en rivière
- Limites du bassin versant de l'Avène
- Analyses d'eau sur rejet
- 27 Station de prélèvement (code station)



2.2.3. Paramètres analysés

Les paramètres physico-chimiques analysés ont été répartis par groupes et sont listés en annexe 3 avec leur code SANDRE.

- groupe GP1 – in situ : mesures in situ sur eau effectuées à l'aide de sondes portatives : température, pH, conductivité, oxygène dissous,
- groupe GP1 : paramètres chimiques de base de l'eau : matières en suspension, matières organiques, azote, phosphore, chlorophylle a...
- groupe GP2 : bactériologie des eaux : *Escherichia coli*, entérocoques,
- groupe GP3 : métaux dans les eaux,
- groupe GP4 : pesticides dans les eaux,
- groupe GP5 : micropolluants organiques dans les eaux,
- groupe GP6 : EDTA dans les eaux,
- groupe GP7 : paramètres physico-chimiques chimiques de base de la fraction solide des sédiments et de leurs eaux interstitielles : granulométrie, matière sèche, matière organique, azote, phosphore...
- groupe GP8 : métaux dans les sédiments,
- groupe GP9 : pesticides dans les sédiments,
- groupe GP10 : micropolluants organiques dans les sédiments,
- groupe GP11 : EDTA dans les sédiments,
- groupe GP12 : métaux dans les bryophytes.

Le tableau suivant précise le nombre de paramètres présents dans chaque groupe :

Etude des pressions polluantes de l'Avène					
Nombre de molécules analysées par groupe de paramètres					
Groupe			Nombre de paramètres analysés par le laboratoire		
Numéro	Support	Intitulé	Nombre	Remarque	Total
1	Eau	Mesures in situ	5	+ température de l'air	6
	Eau	Physico-chimie de base	20		20
2	Eau	Bactériologie	3	3	3
3	Eau	Métaux	22	22	22
4	Eau	Pesticides	628	dont 13 communes avec le groupe 5	749
5	Eau	Micropolluants organiques	134	dont 13 communes avec le groupe 4	
6	Eau	Molécules spécifiques	1		1
7	Eau interstitielle du sédiment	Physico-chimie de base	3		3
7	Sédiment	Physico-chimie de base	9	+ granulométrie	10
8	Sédiment	Métaux	22	+ minéralisation	23
9	Sédiment	Pesticides	320		320
10	Sédiment	Micropolluants organiques	128		128
11	Sédiment	Molécules spécifiques	1	+ matière sèche	2
12	Bryophytes	Métaux	15		15
IBD	Diatomées benthiques	Indice diatomique	1		1
IOBS	Oligochètes benthiques	Indice oligochète	1		1
Débit	Cours d'eau et rejets	Débit	1		1
Nombre total de paramètres suivis :					1305

En complément des analyses chimiques, ont été réalisés :

- des mesures de débit en chaque station et à chaque campagne,
- des inventaires de diatomées en appliquant le protocole de prélèvement de la norme NF T 90-354 de décembre 2007,
- des inventaires d'oligochètes (voir détail sur le protocole mis en œuvre en annexe 14).

La nature des analyses, donc les groupes de paramètres à analyser, ont été adaptés aux pollutions suspectées et aux conditions climatiques conformément aux tableaux suivants :

Etude des pressions polluantes de l'Avène																
Détail des analyses prévues et effectuées dans le cadre du suivi 2014 - 2015																
Code station (ordre amont-aval)	Nom station	Programme	GP1 Physico-Chimie sur eau	GP2 Bactériologie sur eau	GP3 Métaux sur eau	GP4 Pesticides sur eau	GP5 Micropol. orga. sur eau	GP6 EDTA sur eau	GP7 Chimie de base sur sédiment	GP8 Métaux sur sédiment	GP9 Pesticides sur sédiment	GP10 Micropol. orga. sur sédiment	GP11 EDTA sur sédiment	GP12 Métaux sur Bryophytes	IBD Diatomées	IOBS Oligochètes
1	Amont du BV	Prévu	4	4	4				1	1	1	1		1	2	
6127905		Réalisé	3	3	3				0	0	0	0		1	1	
3	Aval mines	Prévu	4		4				1	1	1	1		1	2	1
6127925		Réalisé	4		4				1	1	1	1		1	2	1
4	Amont Pont d'Avène	Prévu	4	4	4	4	4		1	1	1	1		1	2	1
06127935		Réalisé	4	4	4	4	4		0	0	0	0		1	2	1
5	STEU Rousson Pont d'Avène	Prévu	4		4											
06RE.J005		Réalisé	4		4											
6	Aval Pont d'Avène	Prévu	4	4	4				1	1	1	1			2	
6127945		Réalisé	4	4	4				1	1	1	1			2	
7	Rejet Séguoussac	Prévu	4		4									1		
06RE.J007		Réalisé	3		3									1		
8	Aval Séguoussac	Prévu	4	4	4				1	1	1	1		1	2	1
6127955		Réalisé	3	3	3				0	0	0	0		1	1	1
9	STEU Rousson Saut du Loup	Prévu	4		4											
06RE.J009		Réalisé	4		4											
10	Aval Saut du Loup	Prévu	4	4	4				1	1	1	1		1	2	1
6127965		Réalisé	4	4	4				1	1	1	1		1	2	1
13	STEU Salindres	Prévu	4		4											
06RE.J013		Réalisé	4		4											
14	Aval Salindres	Prévu	4	4	4	4	4		1	1	1	1		1	2	1
6127985		Réalisé	4	4	4	4	4		0	0	0	0		1	2	1
2	Arrias amont	Prévu	4		4		4	4	1	1	1	1	1	1		
6127915		Réalisé	3		3		3	3	1	1	1	1	1	1		
11	Rejet Plateforme chimie	Prévu	4		4		4									
06RE.J011		Réalisé	4		4		4									
12	Aval Arrias	Prévu	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	2	1
6127975		Réalisé	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	2	1
15	Station 06127900	Prévu	4	4	4		4		1	1	1	1		1	2	1
6127900		Réalisé	4	4	4		4		1	1	1	1		1	2	1
16	STEU St Privat V	Prévu	4		4											
06RE.J016		Réalisé	4		4											
17	Station 06127980	Prévu	4	4	4	4	4		1	1	1	1		1	2	1
6127980		Réalisé	4	4	4	4	4		1	1	1	1		1	2	1
17 stations	17 stations	Prévu	68	36	68	16	28	8	11	11	11	11	2	11	20	8
		Réalisé	64	34	64	16	27	7	7	7	7	7	2	11	18	8

En année 1, les écarts entre le programme d'analyses initialement prévu s'expliquent par les à-sec des stations 1, 2, 7 et 8 lors de la campagne d'août 2014 et l'absence de sédiments fin aux stations 1, 4, 8 et 14.

Etude des pressions polluantes de l'Avène																
Détail des analyses prévues et effectuées dans le cadre du suivi 2015 - 2016																
Code station	Nom station	Programme	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	GP8	GP9	GP10	GP11	GP12	IBD	IOBS
			Physico-Chimie sur eau	Bactériologie sur eau	Métaux sur eau	Pesticides sur eau	Micropol. orga. sur eau	EDTA sur eau	Chimie de base sur sédiment	Métaux sur sédiment	Pesticides sur sédiment	Micropol. orga. sur sédiment	EDTA sur sédiment	Métaux sur Bryophytes	Diatomées	Oligochètes
4	Amont Pont d'Avène	Prévu	4	4	4	4	4									
06127935		Réalisé	4	4	4	4	4									
19		Prévu								1						
06SED001		Réalisé								1						
20		Prévu								1		1				
06SED002		Réalisé								1		1				
18	Amont STEU Salindres	Prévu	4	4	4	4	4									
6127970		Réalisé	4	4	4	4	4									
21		Prévu								1						
06SED003		Réalisé								1						
13	STEU Salindres	Prévu														
06REJ013		Réalisé														
22		Prévu								1						
06SED004		Réalisé								1						
23		Prévu								1		1				
06SED005		Réalisé								1		1				
14	Aval Salindres	Prévu	4	4	4	4	4									
6127985		Réalisé	4	4	4	4	4									
11	Rejet Plateforme chimie	Prévu	4	4	4	4	4									
06REJ011		Réalisé	4	4	4	4	4									
12	Aval Arrias	Prévu	4	4	4	4	4									
6127975		Réalisé	4	4	4	4	4									
24		Prévu										1				
06SED006		Réalisé										1				
25		Prévu										1				
06SED007		Réalisé										1				
26		Prévu										1				
06SED008		Réalisé										1				
27		Prévu										1				
06SED009		Réalisé										1				
28		Prévu										1				
06SED010		Réalisé										1				
29		Prévu										1				
06SED011		Réalisé										1				
5 stations	5 stations	Prévu	20	20	20	20	20	0	0	5	0	8	0	0	0	0
		Réalisé	20	20	20	20	20	0	0	5	0	8	0	0	0	0

En année 2, le programme initialement prévu a été respecté.

2.3. APPRECIATION DE LA QUALITE DES EAUX

Dans ce rapport, l'appréciation du niveau de qualité des eaux au regard d'un composé chimique donné est faite par comparaison de la concentration de ce composé (mg/l ou µg/l) avec différentes grilles ou normes de qualité.

On notamment été utilisées :

- la grille d'appréciation de l'état des éléments physico-chimique généraux intervenant dans l'évaluation de l'état écologique (référence : arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement) ;
- la grille d'appréciation des polluants spécifiques non synthétiques de l'état écologique (référence : arrêté du 27 juillet 2015) ;
- la grille d'appréciation des polluants spécifiques synthétiques de l'état écologique (référence : arrêté du 27 juillet 2015).

Ces trois grilles sont présentées page suivante :

Arrêté du 27 juillet 2015 - évaluation de l'état écologique pour les masses d'eau cours d'eau - paramètres physicochimiques - EXTRAITS					
Eléments physico-chimiques généraux - eaux					
Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Bilan de l'oxygène					
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	> 8	6	4	3	≤ 3
Taux de saturation en O ₂ dissous (%)	> 90	70	50	30	≤ 30
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	< 3	6	10	25	≥ 25
Carbone organique dissous (mg C/l)	< 5	7	10	15	≥ 15
Température					
Eaux salmonicoles (°C)	< 20	21,5	25	28	≥ 28
Eaux cyprinicoles (°C)	< 24	25,5	27	28	≥ 28
Nutriments					
PO ₄ (mg PO ₄ /l)	< 0,1	0,5	1	2	≥ 2
Phosphore total (mg P/l)	< 0,05	0,2	0,5	1	≥ 1
NH ₄ (mg NH ₄ /l)	< 0,1	0,5	2	5	≥ 5
NO ₂ (mg NO ₂ /l)	< 0,1	0,3	0,5	1	≥ 1
NO ₃ (mg NO ₃ /l)	< 10	50	*	*	*
Acidification					
pH minimum	> 6,5	6	5,5	4,5	≤ 4,5
pH maximum	< 8,2	9	9,5	10	≥ 10
Salinité					
Conductivité	*	*	*	*	*
Chlorures	*	*	*	*	*
Sulfates	*	*	*	*	*
Polluants spécifiques de l'état écologique - polluants spécifiques non synthétiques - eaux					
Nom de la substance	NQE moyenne annuelle (µg/l)				
Arsenic	0,83				
Chrome	3,4				
Cuivre	1				
Zinc	7,8				
Polluants spécifiques de l'état écologique - polluants spécifiques synthétiques - eaux					
Nom de la substance	NQE moyenne annuelle (µg/l)	Bassins pour lesquels la norme s'applique			
		Adour-Garonne	Rhône-Méditerranée	Corse	
Chlortoluron	0,1	x	x	x	
Métazachlore	0,019	x	x	x	
Aminotriazole	0,08	x	x	x	
Nicosulfuron	0,035	x	x	x	
Oxadiazon	0,09	x	x	x	
AMPA	452	x	x	x	
Glyphosate	28	x	x	x	
Bentazone	70	x			
2,4 MCPA	0,5	x	x	x	
Diflufenicanil	0,01		x	x	
Cyprodinil	0,026		x	x	
Imidacopride	0,2				
2,4 D	1,5				
Azoxystrobine	0,95				
Toluène	74				
Phosphate de tributyle	82		x	x	
Biphényle	3,3				
Boscalid	11,6				
Métaldéhyde	60,6				
Tebuconazole	1				
Chlorprophame	4		x	x	
Xylène	1				
Linuron	1				
Thiabendazole	1,2				
Chlordécone	0,005 ng/l				
Pendiméhaline	0,02		x	x	

- Les micropolluants et pesticides ont été confrontés aux Normes de Qualité Environnementale (NQE de l'arrêté du 27 juillet 2015) et aux Valeurs Guides Environnementales :

Une **NQE** est définie comme étant la « concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée, afin de protéger la santé humaine et l'environnement ». La détermination de ces normes suit une méthodologie spécifique qui a été élaborée au niveau européen (Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards). Cette méthodologie a été synthétisée par l'INERIS dans un document en langue française (Méthodologie utilisée pour la détermination de normes de qualité environnementale (NQE)).

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

- évaluation de l'état chimique, qui concerne les 33 **substances «prioritaires» et «dangereuses prioritaires» de la DCE**. Pour l'évaluation de l'état chimique, les NQE sont déterminées au niveau européen, par la Commission et en consensus avec les Etats Membres de l'Union Européenne. La liste des substances prioritaires et la NQE qui y sont associées sont revues tous les 4 ans. Le 12 août 2013, une seconde directive fille de la DCE (2013/39/EC) révisant la DCE (2000/60/EC) et la première directive fille déterminant les NQE pour les eaux de surface (2008/105/EC) a été publiée. Elle fournit la nouvelle liste de 45 substances prioritaires et leurs NQE associées.
- Evaluation de l'état chimique dans l'état écologique, qui concerne les **substances dites «pertinentes» de la DCE**, dont la liste est établie au niveau national sur la base de la liste indicative fournie en Annexe VIII de la DCE. Les NQE de ces substances d'intérêt national sont déterminées au niveau national. En France, l'INERIS fait des propositions de **Valeurs Guides Environnementales, ou VGE**, au Ministère en charge de l'écologie, via sa convention avec l'ONEMA. Ces VGE peuvent être reprises par le Ministère en charge de l'écologie et s'appliquer aux substances de l'état écologique dans des arrêtés de portée nationale (par exemple, l'arrêté du 25/01/2010). Elles sont alors considérées comme des seuils à valeur réglementaire, c'est à dire des NQE.

Nom du paramètre	Code SANDRE du paramètre	NQE-MA 2015 Eaux de surfaces intérieures	NQE-CMA 2015 Eaux de surfaces intérieures	VE _E EAU-DOUCE (µg/L) eau destinée à la production d'eau potable	VE _E EAU-DOUCE (µg/L) eau non destinée à la production d'eau potable	MAC-EQ _E EAU-DOUCE (µg/L)	Minimum des normes µg/l
tributylétain-cation	2879	0,0002	0,0015				0,0002
1,1,2,2-Tétrachloroéthane	1271			0,02	0,02	140	0,02
1,1,2-Trichloroéthane	1285			0,06	0,25	300	0,06
1,1-Dichloroéthylène	1162			3	8	116	3
1,2 Dichloroéthane	1161	10	sans objet				10
1,2,4,5-Tétrachlorobenzène	1631			0,00345	0,00345	Non calculée	0,00345
1,2-Dichloroéthylène	1163			44,990	44,990	Données insuffi	44,990
1-Chloro-2-nitrobenzène	1469			0,546	0,546	32,000	0,546
1-Chloro-3-nitrobenzène	1468			0,0846	0,0846	5,5000	0,0846
1-Chloro-4-nitrobenzène	1470			0,0957	0,0957	20,0000	0,0957
2,4,5-T	1264			0,1	0,8	150	0,1
2,3-dichloro nitrobenzène	1617			0,5	0,5	16	0,5
2,4 MCPA	1212	0,5				13	0,5
4-D (dont sels de 2,4-D et esters de 2,4-	1141	2,2					2,2
2,5-dichloro nitrobenzène	1615			0,25	0,25	Non calculée	0,25
2-Chloroaniline	1593			0,64	0,64	4,6	0,64
2-Chlorophénol	1471			1,422	1,422	21,000	1,422
2-Chlorotoluène	1602			8	8	23	8
3,4-dichloro nitrobenzène	1614			0,5	0,5	3,2	0,5
3-Chloroaniline	1592			1,3	1,3	3,5	1,3
3-Chlorophénol	1651			1,05	1,141	40	1,05
3-Chlorotoluène	1601			8	8	16	8
4-Chloro-3-méthylphénol	1636			9,2	9,2	9,2	9,2
4-Chloroaniline	1591			0,156	0,156	1,000	0,156
4-Chlorophénol	1650			0,05	0,05	25	0,05
4-Chlorotoluène	1600			11,982	11,982	160,000	11,982
onylphénol (nonyl. linéaire) para-nonylph	1958	0,3	2				0,3
Acétochlore	1903			0,006	0,006	Non calculée	0,006
Acide chloroacétique	1465			0,58	0,58	2,5	0,58
Acionifén	1688	0,12	0,12				0,12
Alachlore	1101	0,3	0,7				0,3
Aminotriazole	1105	0,08		0,08	0,08	0,15	0,08
AMPA	1907	452				Non calculée	452
Anthracène	1458	0,1	0,1				0,1
Antimoine	1376			113	113	Non calculée	113
Argent	1368			0,05	0,05	Non calculée	0,05
Arsenic et composés	1369	0,83					0,83
Atrazine	1107	0,6	2				0,6
Azoxystrobine	1951	0,95					0,95
Baryum	1396			60	60	Non calculée	60
Bentazone	1113	70				450	70
Benzène	1114	10	50				10
Benzo (a) pyrène	1115	0,00017	0,27				0,00017
Benzo (b) fluoranthène	1116		0,017				0,017
Benzo (g,h,i) pérylène	1118		0,0082				0,0082
Benzo (k) fluoranthène	1117		0,017				0,017
Béryllium	1377			0,04	0,04	Non calculée	0,04
Bifénox	1119	0,012	0,04				0,012
Bifenthrine	1120			0,000019	0,000019	0,01	0,000019
Bore	1362			218,5	218,5	Non calculée	218,5
Bromacil	1686			0,01	0,01	Non calculée	0,01
Bromoxinyl	1125			0,5		Non calculée	0,5
Bromoxinyl octanoate	1941			0,25	0,25	non calculée	0,25
C10-13 Chloroalcanes	1955	0,4	1,4				0,4
Cadmium	1388	0,25	1,5				0,25
Carbaryl	1463						0
Carbendazime	1129			0,1	0,15	0,7	0,1
Carbofuran	1130			0,02	0,02	Non calculée	0,02
Chlordane	1132			9,47E-06	9,47E-06	1,27E-02	9,47E-06
Chlordécone	1866	0,000005		0,000005	0,000005	0,07	0,000005
Chlorfenvinphos	1464	0,1	0,3				0,1
Chlorprophame	1474	4				Non calculée	4
Chlorpyrifos-éthylChlorpyrifos	1083	0,03	0,1				0,03
Chlortoluron	1136	0,1		0,1	0,1	2	0,1
Chrome	1389	3,4					3,4
Clomazone	2017			2	2	Non calculée	2
Cobalt	1379			0,3	0,3	Non calculée	0,3
Coumaphos	1682			0,0034	0,0034	Non calculée	0,0034
Crésol ortho	1640						0
Cuivre	1392	1 (1)					0
Cyperméthrine (Alpha; Zéta)	1140	0,00008	0,0006				0,00008
Cyproconazole	1680			0,1	0,6	0,77	0,1
Cyprodinil	1359	0,026		0,026	0,026	0,32	0,026
Deltaméthrine	1149			0,0001	0,0001	Non calculée	0,0001
Dicamba	1480			0,1	0,5	6,1	0,1
Dichlorométhane	1168	20	sans objet				20
Dichlorprop	1169			0,1	1,6	9,1	0,1
Dichlorprop-P (sel de DMA)	2544			1,3	1,3	Non calculée	1,3
Dichlorure de dibutylétain	1769			0,2	0,2	0,2	0,2
Dichlorvos	1170	0,0006	0,0007				0,0006
Dicofol	1172	0,0013	sans objet				0,0013
Diéthofencarbe	1402						0
Diéthylamine	2826			20	20	Non calculée	20
Difénoconazole	1905			0,1	0,6	0,6	0,1
Diiflufénicanil	1814	0,01		0,01	0,01	0,045	0,01
Diméthénamid	1678			0,1	0,2	1,3	0,1
Diméthénamide-p (DMTA-p)	5617			0,1	0,2	1,3	0,1
Diméthoate	1175			0,1	0,1	170	0,1
Diméthomorphe	1403			0,1	5,6	34	0,1
Diméthylamine	2773			40	40	Non calculée	40
Disulfoton	1492			0,004	0,004	Non calculée	0,004
Diuron	1177	0,2	1,8				0,2
DTA (acide éthylène diamine tétracétique)	1493			37	37	78	37
nEndosulfan familleEndosulfan total (alp	1743	0,005	0,01				0,005
Epichlorohydrine	1494			0,1	1,3	6,5	0,1
Epoxiconazole	1744			0,1	0,18	11,9	0,1
Etain	1380			1,5	1,5	Non calculée	1,5
Ethofumesate	1184			30	30	Non calculée	30

Nom du paramètre	Code SANDRE du paramètre	NQE-MA 2015 Eaux de surfaces intérieures	NQE-CMA 2015 Eaux de surfaces intérieures	VE _{EAU-DOUCE} (µg/L) eau destinée à la production d'eau potable	VE _{EAU-DOUCE} (µg/L) eau non destinée à la production d'eau potable	MAC-EQS _{EAU-DOUCE} (µg/L)	Minimum des normes µg/l
Fenbuconazole	1906			0,1	0,7	3	0,1
Fenitrothion	1187			0,0087	0,0087	0,86	0,0087
Fénoxycarbe	1967			0,0002	0,0002	Non calculée	0,0002
Fludioxonyl	2022			0,5	0,5	Non calculée	0,5
Fluoranthène	1191	0,0063	0,12				0,0063
Fluroxypyr	1765			20	20	Non calculée	20
Fluroxypyr méthyl heptyl ester	2547			0,3	0,3	Non calculée	0,3
Fluzilazole	1194			0,3	0,3	Non calculée	0,3
Formol (Formaldehyde)	1702			10,2	10,2	102	10,2
Glyphosate	1506	28				64	28
HCH alpha	1200	0,02	0,04				0,02
HCH bêta	1201	0,02	0,04				0,02
HCH delta	1202	0,02	0,04				0,02
HCH gamma(Lindane)	1203	0,02	0,04				0,02
Heptachlore	1197	Heptachlore époxy	Heptachlore époxyde \sum,= 3*10 ⁻⁴				0,000002
Heptachlore époxyde	1198	Heptachlore époxy	Heptachlore époxyde \sum,= 3*10 ⁻⁴				0,000002
Hexachlorobenzène	1199		0,05				0,05
Hexachlorobutadiène	1652		0,6				0,6
Hexaconazole	1405			0,1	0,675	Données insuffisantes	0,1
Imidaclopride	1877	0,2				0,3	0,2
Iprodione	1206	0,35		0,35	0,35	Non calculée	0,35
Isopropyl benzène	1633			22	22	60	22
Isoproturon	1208	0,3	1				0,3
Krésoxim méthyl	1950			0,24	0,24	non calculée	0,24
Lambda cyhalothrine	1094			0,00019	0,00019	0,00041	0,00019
Linuron	1209	1					1
Mecoprop	1214			0,1	20,29	60	0,1
Mercuré total	1377		0,07				0,07
Métalaxyl m =mefenoxam	1706			10	10	Non calculée	10
Métamitron	1215			0,1	4	22	0,1
Méthazachlore	1670	0,019		0,019	0,019	0,7	0,019
Méthabenzthiazuron	1216			0,033	0,033	3,3	0,033
Méthamidophos	1671			0,1	1,11	2,7	0,1
Métolachlore	1221			0,07	0,07	Non calculée	0,07
Mévinphos	1226			0,0013	0,0013	Non calculée	0,0013
Molybdène	1395			6,7	6,7	Non calculée	6,7
Monolinuron	1227			0,1	0,507	1	0,1
Naphtalène	1517	2	130				2
Napropamide	1519			5	5	Non calculée	5
Nickel	1386	4,00(1)	34				4
Nicosulfuron	1882	0,035		0,035	0,035	0,17	0,035
Norflurazone	1669			0,6	0,6	Non calculée	0,6
Octylphénols	2904	0,1	sans objet				0,1
Ométhoate	1230			0,00084	0,00084	0,22	0,00084
Oxadiazon	1667	0,09		0,09	0,09	0,3	0,09
Oxyde de dibutylétain	1770			4,43E-05	4,43E-05	8,40E+00	4,43E-05
Oxy-demeton-methyl	1231			0,1	0,56	2,8	0,1
Para-para DDT44' DDDDD-p,p'	1144	0,01	sans objet				0,01
Paraquat	1522			0,00023	0,00023	0,023	0,00023
Penconazole	1762			0,1	3,5	6	0,1
Pentachlorobenzène	1888	0,007					0,007
Pentachlorophénol	1235	0,4	1				0,4
Perchloroéthylène(tétrachloroéthylène)	1272	10	sans objet				10
Phosphate de tributyle	1847	82				82	82
Phoxime	1665			0,001	0,001	0,008	0,001
Plomb	1382	1,20(1)	14				1,2
Procymidone	1664			0,1	0,981	6,89	0,1
Propanil	1532			0,1	0,2	2	0,1
Propyzamide	1414			8	8	Non calculée	8
Pyrazone (Chloridazone)	1133			0,1	10	60	0,1
Pyriméthanal	1432			0,1	2	180	0,1
Quinoxifen	2028	0,15	2,7				0,15
Rimsulfuron	1892			0,009	0,009	4,8	0,009
Sélénium	1385			0,95	0,95	Non calculée	0,95
Simazine	1263	1	4				1
Somme DDT	3268	sans objet	0,025				0,025
Sulcotrione	1662			0,1	5,1	350	0,1
Tébuconazole	1694			0,1	1	1,44	0,1
Terbutylazine	1268			0,06	0,06	0,032	0,032
Terbutryne	1269	0,065	0,34				0,065
Tétrabutylétain	1936			0,045	0,045	Non calculée	0,045
Tétrachlorure de carbone	1276	12	sans objet				12
Tétraconazole	1660			0,1	0,579	4,1	0,1
Thallium	2555			0,2	0,2	Non calculée	0,2
Titane	1373			2	2	Non calculée	2
Triazophos	1657			0,03	0,03	Non calculée	0,03
tributylétain	1820	0,0002	0,0015				0,0002
Trichlorfon	1287			0,0006	0,0006	0,018	0,0006
Trichlorobenzène	1630	0,4	sans objet				0,4
Trichloroéthylène	1286	10	sans objet				10
Trichlorométhane (chloroforme)	1135	2,5	sans objet				2,5
Triclopyr	1288			0,1	700	4200	0,1
Trifluraline	1289	0,03	sans objet				0,03
Uranium	1361			0,3	0,3	Non calculée	0,3
Vanadium	1384			2,5	2,5	Non calculée	2,5
Zinc	1383	7,8 (1)					0
	1461	1,3	sans objet				1,3

(1) : ces NQE se rapportent aux concentrations biodisponibles des substances.

- Les seuils de qualité définis par le système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau dans sa 2ème version (SEQ-Eau V2) ont été utilisés ici pour les paramètres physico-chimiques de base ne figurant pas dans l'arrêté du 25 janvier 2015 ainsi que pour les sédiments et les bryophytes.

L'outil **SEQ-Eau** permet d'obtenir, pour chaque station ayant fait l'objet de prélèvements, deux types d'information :

- un niveau d'aptitude à la fonction « potentialité biologique » ou aux « usages » par « altération ».
- une classe de qualité par « altération ».

L'« altération » est définie par le SEQ-Eau comme étant un groupe de paramètres de même nature ou de même effet sur le milieu. On distingue ainsi l'altération Matières Organiques et Oxydables (qui regroupe O₂, DBO₅, DCO, NH₄...), l'altération Matières Azotées (qui regroupe NH₄, NO₂...), l'altération Nitrates, etc.

La fonction « potentialité biologique » exprime l'aptitude de l'eau à permettre les équilibres biologiques. Pour chaque altération, 5 classes d'aptitude à cette fonction ont été définies qui traduisent une simplification progressive de l'édifice biologique ; elles correspondent pour chaque paramètre de l'altération à 5 seuils de concentrations.

Les « usages » introduits dans le SEQ-Eau sont au nombre de 5 : la production d'eau potable, les loisirs et sports aquatiques, l'irrigation, l'abreuvement et l'aquaculture. Pour une altération donnée, les 5 niveaux d'aptitude à ces usages correspondent à des seuils de concentrations issus la plupart du temps de travaux scientifiques ou de réglementations.

Une « classe de qualité d'une altération » est définie par une série de seuils de concentration (quatre par paramètre de l'altération). Ces seuils ont été choisis en référence aux aptitudes à la biologie ou aux usages telles que définies précédemment. Pour chaque altération, 5 classes ont été délimitées : bleue, verte, jaune, orange et rouge. Une eau de classe bleue permet la vie, la production d'eau potable par simple désinfection ainsi que les loisirs, tandis qu'une eau de classe rouge ne permet plus de satisfaire au moins un de ces deux usages ou de maintenir les équilibres biologiques. Les classes vertes, jaune et orange sont des classes intermédiaires.

L'annexe 4 présente les classes de qualité par altération.

- Concernant les diatomées, cinq classes de qualité associées à cinq couleurs ont été définies pour l'indice IBD par la norme NF T 90-354 :

Tableau : classes de qualité hydrobiologique suivant la valeur de l'IBD selon la norme

IBD/IPS	≥17	17<IBD≤13	13<IBD≤9	9<IBD ≤5	5<IBD
Qualité	excellente	bonne	passable	mauvaise	très mauvaise
Couleur	bleu	vert	jaune	orange	rouge

Dans l'arrêté du 25 janvier 2010 les seuils des classes de qualité de l'état écologique dépendent des hydro-écorégions (HER) concernées et des catégories de tailles des cours d'eau. Dans notre zone d'étude (HER 1 Cévennes pour les stations 1 et 3 de l'amont, et HER 1 méditerranéens pour les autres stations aval), les seuils sont les suivants :

Tableau : classes de qualité hydrobiologique suivant la valeur de l'IBD selon la DCE

IBD/IPS	≥18	18<IBD≤16	16<IBD≤13	13<IBD ≤9,5	9,5<IBD
Qualité	excellente	bonne	passable	mauvaise	très mauvaise
Couleur	bleu	vert	jaune	orange	rouge

En complément des notes indicielles, nous utilisons également les données écologiques apportées par la classification de Van Dam (1994) sur la sensibilité des diatomées vis-à-vis du pH, de la salinité, de la charge en matières organiques (niveau de saprobie) et minérales (niveau de trophie), de leur capacité d'hétérotrophie et leur exigence en oxygène dissous.

Le tableau suivant présente, groupe de paramètres par groupe de paramètres, le système d'évaluation de qualité pris en considération.

Tableau : système d'évaluation de la qualité utilisé

Groupe de paramètre	Paramètre(s)	Code couleur
GP1 in situ	T°, pH, O ₂ dans l'eau	DCE Stations 1 et 3 : HER1 n°8, T° prise en compte par la DCE Autres stations : HER1 n°6 : T° non prise en compte
GP1	DBO ₅ , COD, NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , PO ₄ , Ptotal dans l'eau	DCE
GP1	Conductivité, MES, Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na, TAC, Dureté, Cha, Phéopigment dans l'eau	SEQ-Eau V2
GP2	Bactériologie dans l'eau	SEQ-Eau V2
GP3	Métaux dans l'eau	Les valeurs sont en gris si elles sont > au minimum entre la NQE et la VGE Elles restent en blanc si pas de NQE ou de VGE ou si elles sont inférieures au seuil de quantification du laboratoire. Cas particulier de : As, Cd, Cr, Cu, Sn, Hg, Ni, Pb, Zn La station porte, en plus, la couleur du SEQ-Eau V2
GP4 et GP5	Pesticides et micropolluants dans l'eau	Les valeurs sont en gris si elles sont > au minimum entre la NQE et la VGE Elles restent en blanc si pas de NQE ou de VGE ou si ils sont inférieures au seuil de quantification du laboratoire. Les stations portent la couleur du SEQ-Eau V2 pour les molécules y figurant
GP6	EDTA sur eau	SEQ-Eau V2
GP7	Eau interstitielle et phase solide des sédiments	Les valeurs les plus élevées ont été grisées
GP8, GP9 et GP10	Métaux, pesticides et micropolluants dans les sédiments	SEQ Eau V2 pour les molécules y figurant Pour les autres molécules, les valeurs les plus élevées ont été grisées
GP11	EDTA dans les sédiments	Les valeurs les plus élevées ont été grisées
GP12	Métaux dans les bryophytes	Couleur fonction du facteur de concentration par rapport au témoin (bryophytes du Lez)
IBD		DCE
IOBS		Voir annexe 14

3. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Un liste des principaux documents et sources d'informations consultés figure en annexe 16 (dernière annexe du rapport).

3.1. PRESENTATION GENERALE DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant de l'Avène appartient à celui du Gardon.

Le **Gardon** prend sa source dans le département de la Lozère, au niveau des crêtes des Cévennes sur la ligne de partage des eaux atlantiques et méditerranéennes, traverse le Gard et conflue avec le Rhône au niveau de Beaucaire après un parcours de 144 km. Il draine ainsi un bassin versant de 2014 km².

Il comporte deux sous-bassins versant majeurs, celui du Gardon d'Anduze (631 km²) et celui du Gardon d'Alès (445 km²) auquel appartient l'**Avène**.

L'Avène et son principal affluent de rive droite appartiennent à la masse d'eau superficielle naturelle (MEN) n° FRDR11390.

Sa partie amont (stations de suivi 1 et 3) appartient à l'hydroécocorégion de rang 1 dite des « Cévennes » (HER 8) et sa partie aval (autres stations) à l'hydroécocorégion de rang 1 dite « Méditerranée » (HER6).

3.2. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Le régime hydraulique de l'Avène, de type méditerranéen, conduit à une forte variabilité temporelle des débits.

Dès le printemps, en condition climatiques normales, ces débits diminuent pour atteindre leur minimum en été. A cette période la plupart des affluents sont à sec (Arias compris) et certains tronçons de l'Avène présentent des écoulements nuls (sur la commune de Rousson en aval du bassin des boues rouges de Séguissac notamment) ou sont totalement à sec (aval des mines de Mercoirol).

Les orages de fin d'été ou les pluies d'automne et d'hiver permettent la remise en eau du cours d'eau, mais la forte intensité de ces pluies et le temps concentration relativement court du bassin versant sont souvent à l'origine de crues rapides et importantes.

Aucune station hydrométrique n'étant implantée sur le bassin versant, les débits caractéristiques de ce régime hydrologique particulier ne sont pas connus avec précision.

L'ordre de grandeur du débit moyen annuel et des débits d'étiage peut être approché dans un premier temps à partir des données de la station hydrométrique implantée sur le Gardon d'Alès à Alès en appliquant à ces données un coefficient multiplicateur égal au ratio des surfaces drainées par l'Avène (57 km²) et par le Gardon d'Alès (315 km²).

Ainsi, on évalue :

- le module annuel de l'Avène à environ 1,3 m³/s,
- le débit moyen mensuel minimal annuel de période de retour 2 ans (QMNA2) à 160 l/s,
- le débit moyen mensuel minimal annuel de période de retour 5 ans (QMNA5) à 100 l/s.

L'état des lieux de mars 2014 du SAGE des Gardons, reprenant le Plan de Gestion Concertée de la Ressource en eau du bassin versant des Gardons (BRLi – 2011), fournit une appréciation du module, du QMNA2 et du QMNA5 du Gardon à deux niveaux : en amont du Gardon à la confluence avec le Galeizon (S = 182 km²) et à Saint-Hilaire-de-Brethmas (S = 328 km²). Deux nouveaux calculs des débits de référence de l'Avène sont donc possibles sur le même principe que précédemment.

Ils donnent :

- module annuel de l'Avène : environ 1,2 à 1,3 m³/s,
- débit moyen mensuel minimal annuel de période de retour 2 ans (QMNA2) : 85 l/s,
- débit moyen mensuel minimal annuel de période de retour 5 ans (QMNA5) : 50 à 54 l/s.

Les débits de crues ont été calculés au moyen de formules empiriques ou de modèles mathématiques à l'occasion de diverses études. Même si ces résultats divergent d'une étude à l'autre, ils situent la crue biennale au plusieurs dizaines de m³/s et la crue centennale à une ou deux centaines de m³/s.

3.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Nous empruntons au rapport « Etude globale du bassin versant de l'Avène – Phase 1 – Etat des lieux diagnostic - SMAGE – Octobre 2005 » les éléments suivants.

L'Avène prend naissance sur la bordure cévenole, couverture sédimentaire affectée d'un réseau dense de plis et failles résultant de la tectonique alpine. Elle s'est déposée du Trias au Crétacé et repose par transgression sur les formations des Cévennes cristallines ou schisteuses. Par ailleurs, des systèmes karstiques concernent parfois les strates du Lias et du Jurassique.

Dès que la rivière atteint la commune de Rousson et jusqu'à la confluence avec le Gardon d'Alès, l'Avène traverse des affleurements appartenant à la plaine d'Alès. Cette dernière correspond à un fossé d'effondrement étendu d'orientation NE-SW et de largeur d'environ six kilomètres. Elle est délimitée à l'Ouest par la faille des Cévennes et à l'Est par la faille de Barjac. Cette formation se comble d'importants dépôts marneux ou conglomératiques à l'Oligocène moyen et supérieur.

Le bassin-versant de l'Avène fait apparaître une multitude de faciès géologiques d'âges variés qui, des plus récents aux plus anciens, sont :

Terrains sédimentaires :

- **Fz** : alluvions holocènes : elles occupent le fond des vallées des principales rivières à savoir : le Gardon d'Alès, le Galeizon et l'Avène. La composition des matériaux est variable et diffère selon leur origine.

Ere tertiaire :

- **g1-3** : série de marnes jaunâtres ou rougeâtres et de grès à ciment calcaire surmontée ou entrecoupée de niveaux particuliers (Stampien et Oligocène supérieur). Cette série occupe la majeure partie du bassin versant située en aval de Rousson.

Ere secondaire :

- **n3b** : calcaires compacts beiges ou marnes noduleuses (Hauterivien supérieur), localisés entre Alès et Rousson.
- **n3a** : calcaires argileux grisâtres avec interlits de marnes feuilletées d'une épaisseur de 100 à 150 m (Hauterivien inférieur).
- **n3** : série marno-calcaire gris beige et marnes noduleuses (Hauterivien indifférencié).

Cette série, qui regroupe les séries précédentes, s'observe sous formes d'îlots et complète avec les alluvions (Fz) et les marnes gréseuses de l'ère tertiaire (g1-3) la couverture de la partie du bassin versant de l'Avène située en aval de Rousson.

- **n2** : marnes grises à intercalations de calcaires bioclastiques, d'épaisseur comprise entre 100 et 1000 m (Valanginien).
- **n1** : calcaire argileux noduleux d'épaisseur 30 m (Berriasien).

Ces 2 dernières formations occupent la partie médiane de l'Arias et un court tronçon de l'Avène vers Pont d'Avène.

- **j7** : calcaires argileux lités d'une puissance comprise entre 40 et 50 m (Kimméridien inférieur).
- **j6** : calcaires bruns (Oxfordien supérieur).
- **j5** : calcaires grumeleux à fines intercalations de marnes, de 20 à 30 m d'épaisseur (Oxfordien moyen).

Pour l'essentiel, ces 3 dernières formations occupent la partie amont du bassin de l'Arias.

- **i8-j1a** : série monotone de marnes et de calcaires gréseux, d'épaisseur variable, et présentant de fréquents changements de faciès (Toarcien supérieur à Bajocien inférieur).
- **i5** : calcaires gris-bleu bien lités d'épaisseur variant entre 10 et 40 m (Pliensbachien inférieur).
- **i4** : calcaire gris bleu à chailles (sinémurien).
- **i3** : calcaire argileux noduleux gris-bleu de 30 à 60 m d'épaisseur (Sinémurien inférieur).
- **i2** : dolomie de l'Hettangien supérieur dont la puissance est très variable mais généralement importante (80 à 100 m).
- **i1** : calcaires argileux gris clair de faible épaisseur (10 à 15 m, Hettangien inférieur).

Ces 6 dernières formations couvrent la partie des gorges de l'Avène situées en aval de Mercoirol.

Ere primaire :

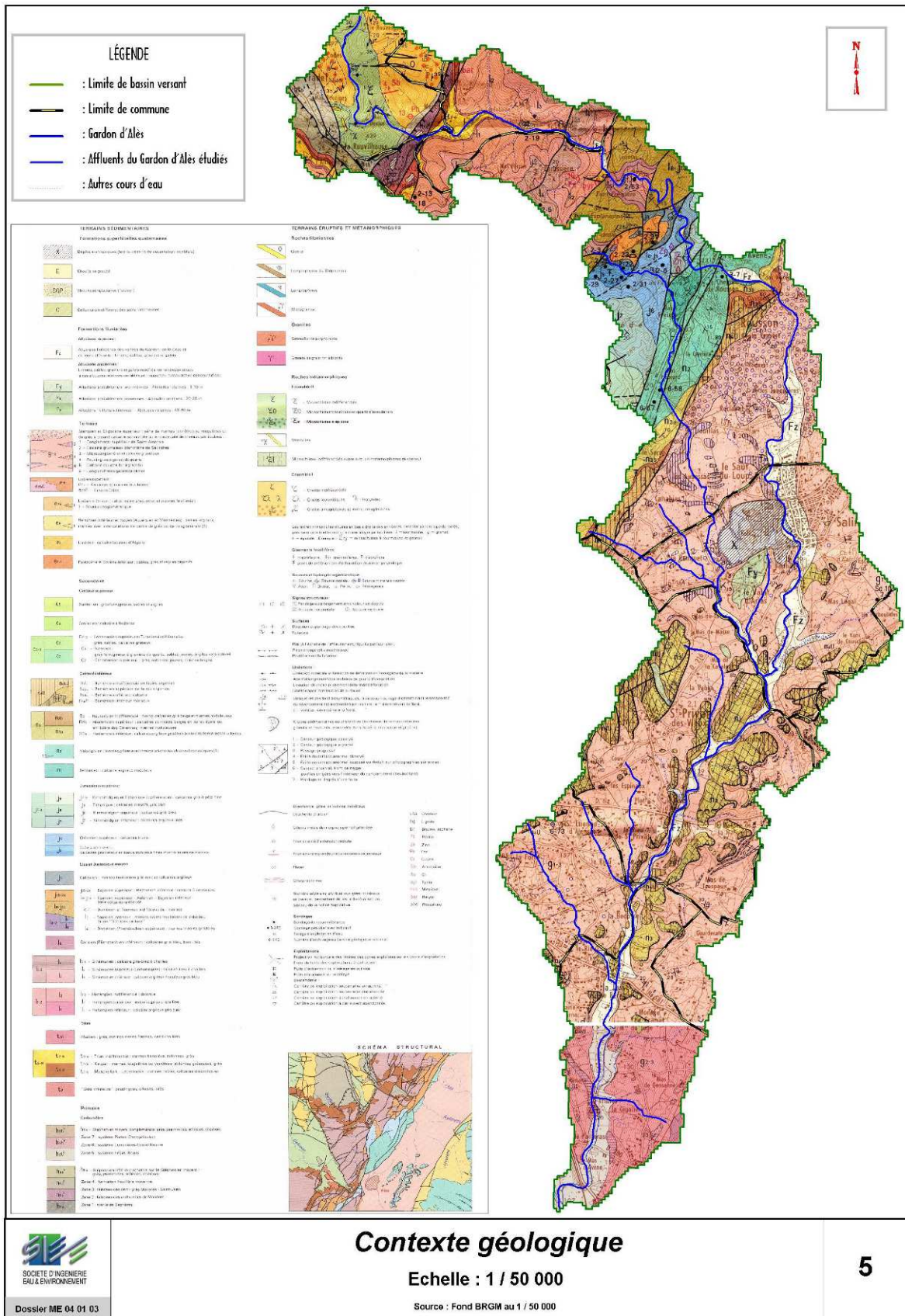
- **h5b** : conglomérats, grés, psammites, schistes, charbon (Carbonifère, Stéphanien moyen).
- **h5a** : grés, psammites, schistes, charbon (Carbonifère, Stéphanien inférieur), série à laquelle appartient la série h5a₂ dite du faisceau des anthracites de Molières exploité par la mine découverte de Mercoirol.

Terrains éruptifs et métamorphiques :

Ces terrains de nature variée constituent la partie du bassin versant de l'Avène en amont de Mercoirol. On y trouve notamment :

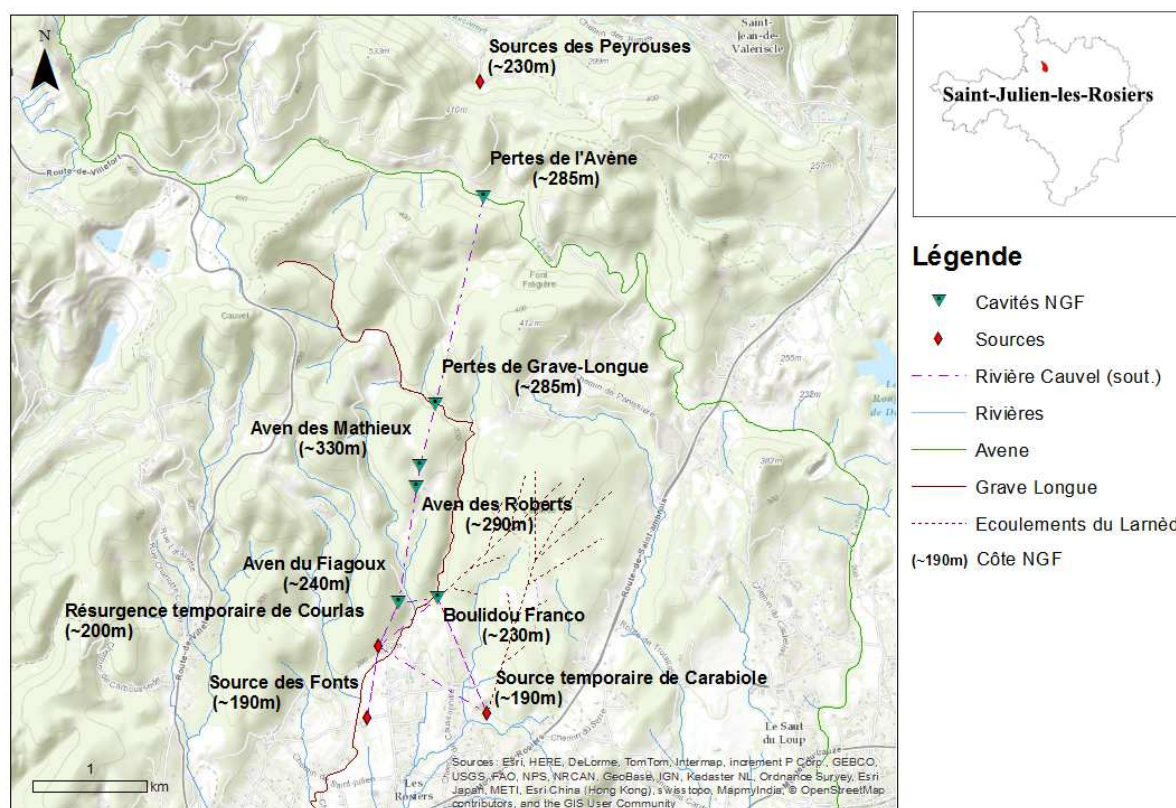
- des micaschistes (ξ),
- des quartzites (X),
- des gneiss (ζ),
- des granites (γ).

Carte : contexte géologique – Source : Etude globale du bassin versant de l'Avène – Phase 1 – Etat des lieux diagnostic
 - SMAGE – Octobre 2005



Dans son article sur le karst du compartiment oriental de la basse Cévenne carbonatée paru dans la revue Karstologia (1988), Philippe Martin signale que, dans la traversée des gorges en aval de la station 3, l'Avène subit de très forts prélèvements karstiques. Des expériences de coloration ont en effet montré des infiltrations dans le lit du cours d'eau et un drainage dans deux directions opposées : la première Sud – Nord dirige les eaux vers la source des Peyrouses dans le bassin versant de l'Auzonnet, la seconde Nord – Sud, les amènent vers les avens des Roberts, du Fiagoux et la source des Fonts à proximité de Saint-Julien-de-Rosiers dans le bassin versant du Grabieux.

Ceci a été repris par l'Ecole des Mines d'Alès et le CNRS qui nous ont fourni la carte de suivante :



3.4. QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES

3.4.1. Préambule

Le chapitre qui suit n'a pas pour objectif de présenter les résultats des campagnes de mesures effectuées dans le cadre de cette étude mais de dresser un bilan général de la qualité des eaux de l'Avène sur la base des données disponibles.

L'intérêt de la démarche est de :

- présenter les réseaux de mesure existants en termes de stations et de paramètres analysés de manière à justifier les investigations de terrain engagées ici,
- de présenter les données historiques auxquelles seront confrontés nos résultats d'analyses,
- d'identifier les premiers problèmes de qualité et d'en mesurer leur importance.

3.4.2. L'Avène à Saint-Hilaire-de-Brethmas

Deux stations de suivi y ont fait l'objet de prélèvements réguliers pour analyses d'eau :

- la station 06127900 de l'Avène à Saint-Privat-des-Vieux qui appartient au Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) et qui a été échantillonnée en 1991, 1994, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2008, 2012 à 2016. Cette station correspond à la station n° 15 de la présente étude ;
- la station 06127980 de l'Avène à Saint-Hilaire-de-Brethmas qui appartient au Réseau Complémentaire Départemental (RCD) et qui a été échantillonnées en 1994, 2002, 2005, 2008, 2011, 2015 et 2016 par le Conseil Général du Gard. Cette station correspond à la station n° 17 de la présente étude.

Les résultats d'analyses obtenus par le Conseil Général du Gard à Saint-Hilaire-de-Brethmas sont présentés dans les tableaux suivants. On peut les résumer ainsi :

- le bilan en oxygène montre une très faible charge en matières organiques des eaux mais des **sursaturations en O₂** pouvant laisser présager une forte activité photosynthétique (171 % en juin 2015);
- la charge en nutriments (azote et phosphore) est également faible au regard des résultats des 4 dernières campagnes et détermine une qualité des eaux assez bonne ;
- en revanche, la **conductivité** élevée des eaux, notamment en période de faible hydraulité (2500 µS/cm en octobre 2011 par exemple), et la présence épisodique de **germes témoins de contamination fécale** (15 840 *E. coli* en octobre 2016) attestent d'apports anthropiques ;
- La contamination métallique des bryophytes (ou mousses aquatiques) est évolutive. Entre 2011 et 2016, les paramètres les plus fortement déclassants sont **l'antimoine**, le **bore**, le **cadmium**, le **nickel** et le **sélénium**.
- **arsenic**, **plomb** et **zinc** se retrouvent dans les sédiments de 2011 (pas d'analyse disponible en 2015 et 2016) ;
- les peuplements **d'invertébrés benthiques** de 2008 à 2016 (IBG) confirment que la qualité chimique des eaux et la qualité physique des habitats est globalement moyenne.

Tableau : qualité de l'Avène à Saint-Hilaire-de-Brethmas – Code Agence : 06127980 – Station étude n°17

		CAMPAGNES 2002					CAMPAGNE 2005					CAMPAGNE 2008				
Date du prélèvement		29/05/2002	10/07/2002	30/10/2002		11/05/2005	29/06/2005	21/09/2005	16/11/2005	29/04/2008	24/06/2008	22/07/2008	07/10/2008			
Heure du prélèvement		9:00	12:10	13:10		10:45	9:35	9:40	10:00	11:40	14:00	12:55	11:55			
Température (°C) de l'air		20,2	26,8	19,3		23,5	26,5	16,1	12,7	19	36,7	24,5	14,8			
Pression atmosphérique en hPa		1009	1000	1010		1002	998	1005	1002	1000	1010	1012	1011			
				Etat agrégé paramètre		Etat agrégé élément de qualité				Etat agrégé paramètre		Etat agrégé élément de qualité				
Bilan de l'oxygène																
Oxygène dissous	mg O ₂ /l	8,45	8,9	9,2		15,48	4,55	9,8	10,45	10,74	9,1	11,1	9,4			
Taux de saturation en O2 dissous	%					156	55	99,7	97,5	105,9	112,1	129,6	92,7			
DBO5	mg O ₂ /l	5,8	6	0,8		<0,5	3,5	1,3	0,6	<3	<3	5	<3			
COD	mg C/l	4,58	3,21	2,83		5,36	4,83	3,38	3,35	4,5	3	6,3	2,8			
Température MP 6																
Température	°C	17,2	24	13,8		18,5	24,2	15,7	12,1	13,6	24,4	22,4	14,2			
Nutriments																
Orthophosphates	mg/l de PO ₄ ³⁻	0,84	0,74	0,36		0,410	0,110	0,110	0,230	0,410	0,300	0,050	<0,05			
Phosphore Total	mg/l de P	2,6	0,3	0,2		0,250	0,230	<0,05	0,08	0,170	<0,05	0,050	<0,05			
Ammonium	mg/l de NH ₄	2,01	0,74	0,24		0,340	0,140	0,020	0,110	0,280	0,130	<0,05	<0,05			
Nitrites	mg/l de NO ₂	0,87	0,24	0,19		0,430	<0,03	0,200	0,210	0,300	0,150	0,030	<0,02			
Nitrates	mg/l de NO ₃	16	4	15		4,000	3,000	19,000	16,000	6,400	7,700	<1	3,300			
Acidification																
pH	upH	7,6	8	7,85		7,97	6,5	8,05	8,03	8,16	8,2	8,46	7,92			
Salinité et conductivité																
Salinité	‰	1,4	0	0		1,3	2,3	0,5	0,2	0,53	0,55	1,03	1,98			
conductivité	µS/cm	301	399	1349		2840	4490	1431	882	1068	1114	2015	3760			
CAMPAGNE 2011																
Date du prélèvement		08/03/2011	17/05/2011	23/08/2011	18/10/2011											
Heure du prélèvement		10:55	11:45	12:02	11:30											
Température (°C) de l'air		12	28	30	18											
Pression atmosphérique en hPa		1020	1020	1011	1015											
				Etat agrégé paramètre		Etat agrégé élément de qualité				Etat agrégé paramètre		Etat agrégé élément de qualité				
Bilan de l'oxygène																
Oxygène dissous	mg O ₂ /l	10	9,5	8,8	10,71											
Taux de saturation en O2 dissous	%	90	110	110	106,2											
DBO5	mg O ₂ /l	<3	<3	<3	<3											
COD	mg C/l	2,6	3,9	4,2	2,6											
Température MP 6																
Température	°C	9,1	20,3	23,8	14,7											
Nutriments																
Orthophosphates	mg/l de PO ₄ ³⁻	0,090	0,100	0,110	<0,05											
Phosphore Total	mg/l de P	0,050	0,090	<0,05	<0,05											
Ammonium	mg/l de NH ₄	0,070	0,060	0,160	<0,05											
Nitrites	mg/l de NO ₂	0,170	0,110	0,060	<0,02											
Nitrates	mg/l de NO ₃	8,300	1,800	<1	1,400											
Acidification																
pH	upH	8,3	8,21	8,12	8,32											
Salinité et conductivité																
Salinité	‰	0,6	0,8	0,86	1,29											
conductivité	µS/cm	1205	1583	1699	2500											
				Etat agrégé paramètre		Etat agrégé élément de qualité				Etat agrégé paramètre		Etat agrégé élément de qualité				



Tableau : qualité de l'Avène à Saint-Hilaire-de-Brethmas – Code Agence : 06127980 – Station-étude n°17

		CAMPAGNE 2005			CAMPAGNE 2008			CAMPAGNE 2011			CAMPAGNE 2015			CAMPAGNE 2016		
métaux lourds sur BRYOPHYTES (µg/g de poids sec) selon la méthode du Facteur de Concentration (FC)																
Date du prélèvement		analyse labo 29/06/2005	Témoïn 10/06/2005 Coudoulous	FC [éch]/[tém]	analyse labo 21/08/2008	Témoïn 07/07/2008 Dourbie VID1 annulé	FC [éch]/[tém]	analyse labo 21/06/2011	Témoïn 03/05/2011 VID1	FC [éch]/[tém]	analyse labo 23/06/2015	Témoïn n°1 10/04/2015 Coulègne à Cognac	FC [éch]/[tém]	analyse labo 09/06/2016	Témoïn n°1 21/03/2016 SAL 1 : 06128750 La Salindrenque à Thoiras	FC [éch]/[tém]
Antimoine total	µg/g							9	<0,50	18,00	0,8	0,7	1,14	0,42	0,23	1,83
Arsenic total	µg/g	84,00	2,5	33,60	42,75	13,77	3,10	51	10	5,10	12	4,19	2,86	7,67	6,46	1,19
Barium total	µg/g							180	44	4,09	67	123	0,54	57,85	99,4	0,58
Bore total	µg/g							80	42	1,90	92	21	4,38	142	13	10,92
Cadmium total	µg/g	1,68	4,03	0,42	3	6,48	0,46	1,3	0,75	1,73	0,9	0,28	3,21	0,7	0,09	7,78
Chrome total	µg/g	8,43	8,12	1,04	15,5	11,34	1,37	7,4	7,4	1,00	5,5	3,91	1,41	3,76	13,02	0,29
Cuivre total	µg/g	51,50	8,7	5,92	67,5	8,1	8,33	53	22	2,41	19,5	10,34	1,89	22,91	7,1	3,23
Cyanures libres	µg/g							<1	22	0,05						
Étain total	µg/g							3,5	<1	3,50	0,25	0,7	0,36	0,23	1,56	0,15
Fer total											3923	2734	1,43	2911	3678	0,79
Manganèse total											981	612	1,60	560	307	1,82
Mercuré total	µg/g	0,19	0,1	1,90	0,1	0,24	0,42	0,14	0,17	0,82	0,075	0,14	0,54	0,088	0,046	1,91
Nickel total	µg/g	59,00	7,49	7,88	27	<1	27,00	59	4,5	13,11	13	3,49	3,72	7,76	3,71	2,09
Plomb total	µg/g	27,20	73,6	0,37	63,75	71,28	0,89	37	7,8	4,74	14	5,31	2,64	9,71	8,89	1,09
Sélénium total	µg/g							<0,50	<0,50	1,00	3,05	4,33	0,70	4,04	0,6	6,73
Zinc total	µg/g	427,00	192	2,22	247,5	380,7	0,65	400	94	4,26	135,2	86,6	1,56	136,62	22,91	5,96

métaux lourds sur SEDIMENTS (µg/g) selon SEQ eau 2		
Date du prélèvement	21/08/2008	23/08/2011
Antimoine	2,24	3,20
Arsenic	31,04	63,00
Baryum	54,40	43,00
Bore	9,92	5,90
Cadmium	0,96	0,83
Chrome total	4,48	7,70
Cuivre	16,32	27,00
Cyanures libres	<1	<1
Étain	<1	2,90
Mercuré	<0,05	0,04
Nickel	6,40	8,50
Plomb	32,00	65,00
Sélénium	<1	<0,030
Zinc	230,40	340,00

Date du prélèvement	CAMPAGNE 2002			CAMPAGNE 2005				CAMPAGNE 2008				CAMPAGNE 2011				CAMPAGNE 2015				CAMPAGNE 2016				
	29/05/2002	10/07/2002	30/10/2002	29/06/2005	21/09/2005	16/11/2005	29/04/2008	24/06/2008	22/07/2008	07/10/2008	08/03/2011	17/05/2011	23/08/2011	18/10/2011	24/03/2015	23/06/2015	08/09/2015	05/11/2015	22/03/2016	09/06/2016	25/08/2016	20/10/2016		
EPRV - Effet des proliférations végétales																								
Chlorophyllie a	µg/l	25	114	7	86,20	21,80	5,70	1,00	5,80	1,00	22,00	43,00	10,00	2,00	20,00	49,00	3	24	14	3	3	1	6	
Phéopigments	µg/l								4,80	1,00	5,00	5,00	6,00	6,00	17,00	6,00	3	28	18	1	1	0,5	7	
PM10 - Particules en suspension	mg/l																							
MES	mg/l	6,6	10	3	30	20	2<2	5	3	22	12	<0	7	21	22	2,4	24	11	8,2	6,8	2	13	5,8	
BACT - Micro-organismes																								
Escherichia coli / 100 ml (MS)	n/100ml								15000	710	230	410	94	140	15	61	38	163	119	15 000	117	77	119	15840
Enterocoques fécaux / 100 ml (MS)	n/100ml	11300	130	667	115	30	2023	818	1500	77	110	94	<15	49	<15	45	38	38	119	4277	38	38	38	2942

IBOLOGIQUE GLOBAL
: IBGNAB - DCE (Afnor XP T90-333 de septembre 2009)ENTRE 2011 ET 2013 : IBGNABC (phases A, B et C /Afnor XP T90-333 de septembre 2009)AVANT 2011 : IBGNH (IBGN historique /Afnor T90-350 de mars 2004)

	CAMPAGNE 2002	CAMPAGNE 2005	CAMPAGNE 2008	CAMPAGNE 2011	CAMPAGNE 2015	CAMPAGNE 2016
Date du prélèvement	06/08/2002	26/07/2005	21/07/2008	21/07/2011	10/07/2015	06/07/2016
Note IBGN classique (sur 20)	8	4	4	4	12	12
Groupe indicateur	7	2	5	5	5	5
Nombre de taxons IBGN	6	8	35	31	28	28
Qualité hydrobiologique	Mauvaise	Très mauvaise	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne

IBOLOGIQUE DIATOMÉE
: IBD DCE / Afnor NF T90-354 de décembre 2007

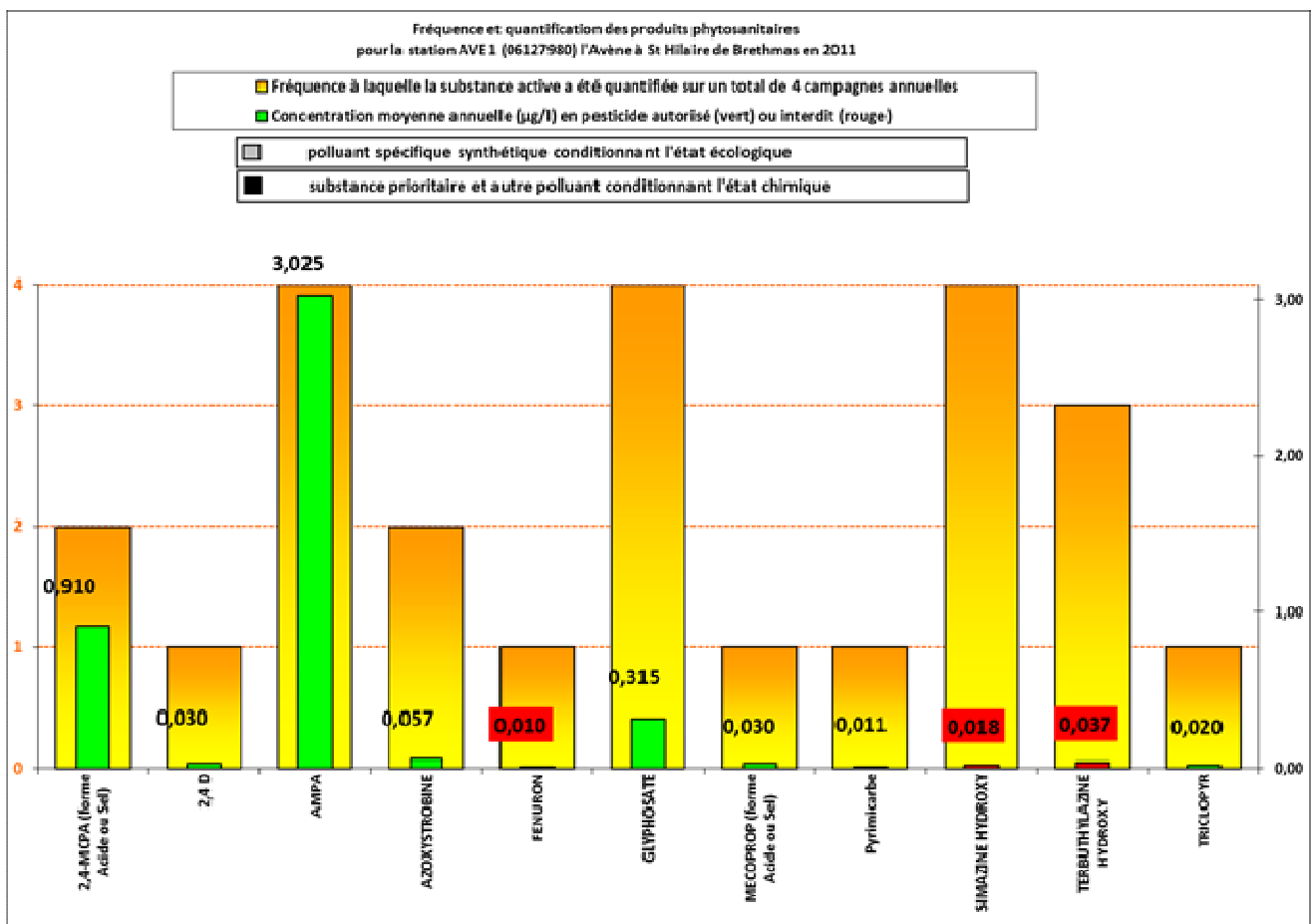
	CAMPAGNE 2015	CAMPAGNE 2016
Date du prélèvement	09/07/2015	06/07/2016
Note IBD protocole DCE (sur 20)	11,2	15
Nombre de taxons IBD	25	31
Qualité IBD	Moyenne	Bon

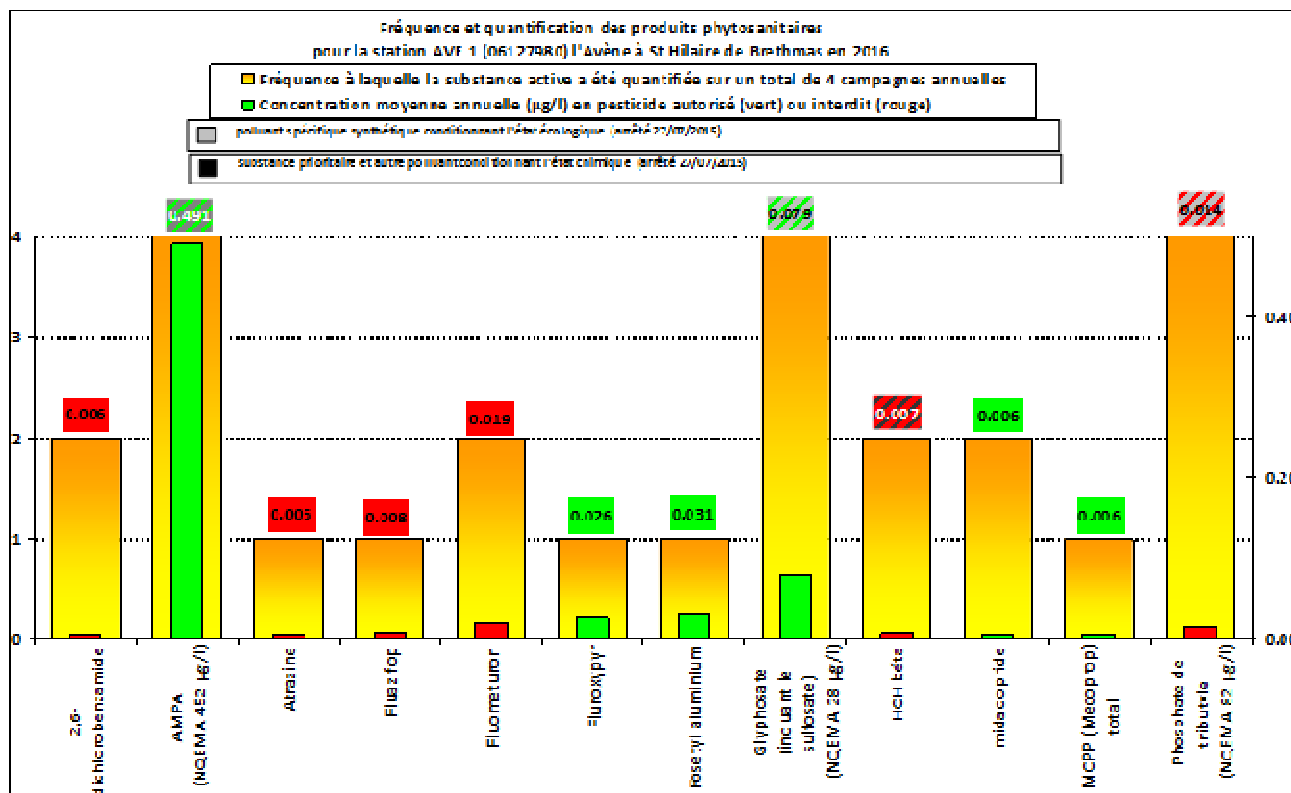
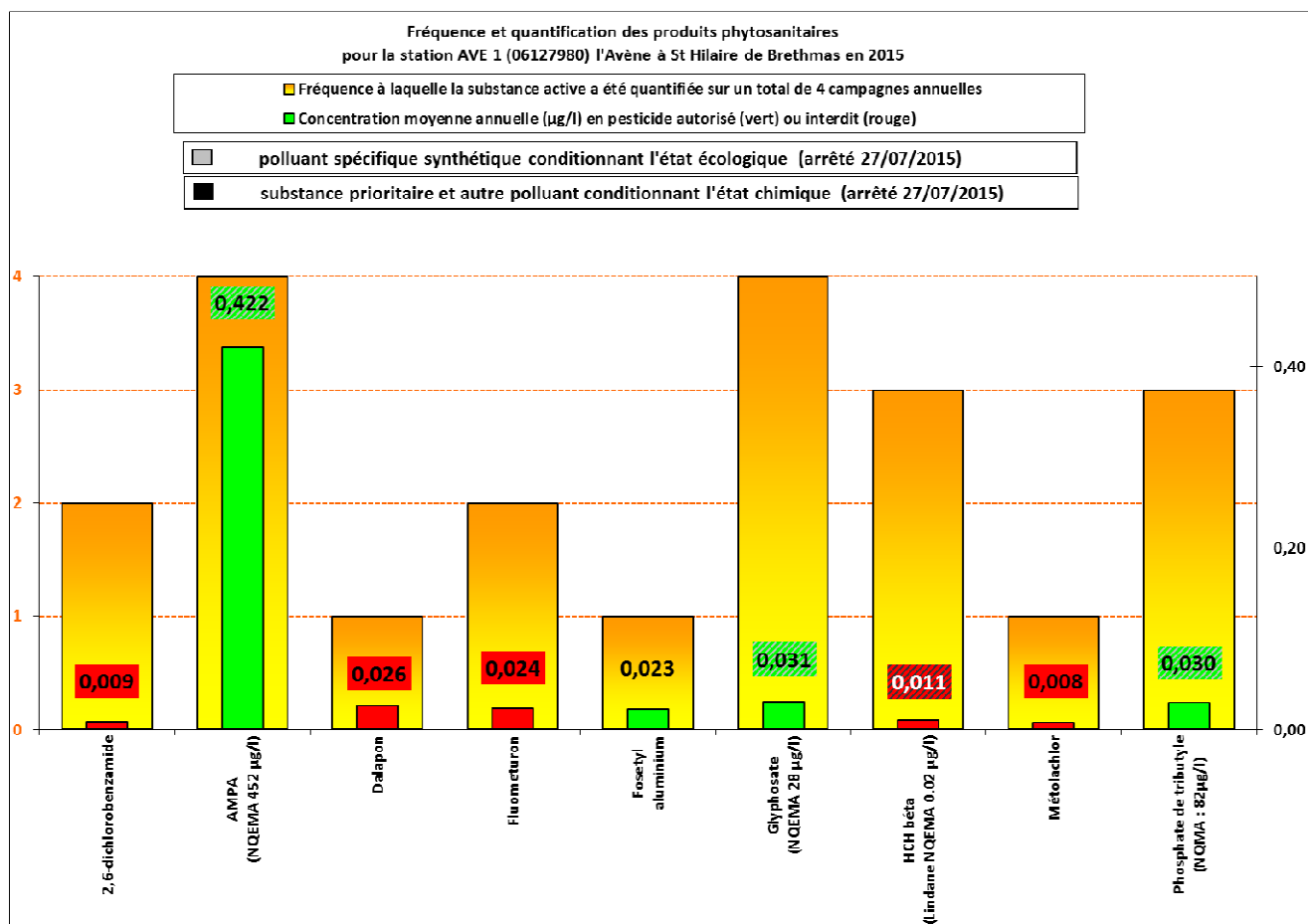
Les graphiques ci-après élaborés par le CD30 présentent les molécules de pesticides dont la concentration a dépassé le seuil de quantification du laboratoire d'analyse en 2011, 2015 et 2016.

Sur l'ensemble des 2 années, **22 molécules différentes de pesticides** ont été quantifiées. Seules 2 sont communes aux trois années : le Glyphosate et son produit de dégradation l'AMPA. Ce sont aussi celles qui apparaissent le plus fréquemment.

Un herbicide utilisé par les professionnels et les particuliers pour le désherbage des céréales, fruitiers, gazons, jardins, riz, triticale, prairie permanente dépasse la NQE-MA (0,5 µg/l) en 2011 : le **2,4 MCPA**.

10 substances, indiquées en rouge sur les graphiques, sont actuellement interdites d'utilisation : Fénuuron, Simazine hydroxy, terbuthylazine hydroxy, 2-6 dichlorobenzamide, dalapon, fluométuron, lindane, métolachlor, atrazine, fluazifop.





3.4.3. L'Avène à Saint-Privat-des-Vieux

L'état des eaux à Saint-Privat-des-Vieux est présenté par la fiche synthétique suivante extraite du Système d'Information sur l'Eau.

- Depuis 2013, l'état écologique (au sens de la DCE) de ce cours d'eau est « moyen » à « médiocre ». En cause :
 - le bilan en oxygène en raison des teneurs en **oxygène** et **carbone organique dissous**,
 - les teneurs élevées en **ammonium** et **nitrites**,
 - les teneurs en **arsenic** et **zinc**, polluants spécifiques de l'état écologique,
 - la qualité du peuplement d'**invertébrés benthiques** et de **diatomées** révèlent un état écologique seulement « moyen ».

- Depuis 2013, l'état chimique est « mauvais ». En cause :
 - les teneurs en **cadmium**, **nickel** et **hexachlorocyclohexane** (insecticide dont fait partie le lindane actuellement interdit en France).

En outre, l'examen détaillé des analyses pratiquées en 2015 à cette station révèle la présence de 37 micropolluants à des concentrations supérieures au seuil de quantification de laboratoire.

Parmi ceux-ci :

- arsenic, baryum, bore, cadmium, cobalt, cuivre, molybdène, nickel, thallium, uranium, vanadium, zinc et HCH bêta, sont présents à des teneurs supérieures aux NQE ou VGE,
- 11 sont des composés phytosanitaires.

Fiche état des eaux : AVENE A ST-PRIVAT-DES-VIEUX (code station : 06127900)

État des eaux de la station
 Évaluation de l'état des eaux douces de surface
 Informations disponibles pour la station

Attention les résultats présentés sont obtenus conformément à l'arrêté du 27 juillet 2015
 (méthode appliquée sur l'ensemble des données disponibles, y compris antérieures à 2015)

État des eaux de la station

État des eaux de la station

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées					ÉTAT ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			N	P										
			2016	MOY										
2015	MAUV	Ind	MED	BE	BE	MAUV	MOY	MED					MED	MAUV
2014	MAUV	Ind	MED	BE	BE	BE	MOY	MOY					MOY	MAUV
2013	MAUV	Ind	MED	BE	BE		MOY	MED					MED	BE
2011	TBE		MAUV	BE		BE							Ind	MAUV
2010	TBE		MAUV	BE		BE							Ind	MAUV
2009	MOY	Ind	MAUV	BE	BE	BE	MOY	MED					MED	MAUV
2008	MOY	Ind	MAUV	BE	BE		MOY	MED					MED	

État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
Ind	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
NC	Non Concerné
	Absence de données

État chimique

BE	Bon état
MAUV	Non atteinte du bon état
Ind	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence de données

3.5. QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

Trois masses d'eau souterraines sont recoupées par le bassin versant de l'Avène :

- la masse d'eau FR DO 507 dite des formations sédimentaires variées de la bordure Cévenole (Ardèche, Gard) et alluvions de la Cèze à Saint-Ambroix qui couvre ici la quasi –totalité du bassin versant de l'Avène,
- la masse d'eau FR DO 607 qui recoupe une toute petite partie du bassin de l'Avène dans son extrémité amont,
- la masse d'eau FR DO 322 des alluvions du Gardon d'Alès à l'extrémité aval et dont la qualité est avant tout sous la dépendance de celle du Gardon.

Caractéristiques de la masse d'eau FR_DO_507 : formations sédimentaires variées de la bordure cévenole (Ardèche, Gard) et alluvions de la Cèze à St Ambroix :

Cette masse d'eau est de type imperméable, localement aquifère. Elle s'étend sur environ 1790 km² et est majoritairement libre mais présente des secteurs captifs.

Le réservoir principal est constitué des dolomies de l'Hettangien, localement associé aux calcaires du Sinémurien. On trouve des réservoirs secondaires dans les niveaux gréseux, calcaires ou dolomitiques du trias. La très grande majorité des affleurements est recouverte de formations marneuses globalement imperméables.

La recharge de l'aquifère se fait par les pluies sur les zones d'affleurement ainsi que par des pertes des cours d'eau (notamment pertes du Gardon d'Alès à la Grand Combe). La karstification de l'aquifère peut être importante et donne naissance à des sources, dont par exemple la source de la Tour participant à l'alimentation d'Alès en eau potable. Le type d'écoulement prépondérant est karstique.

L'épaisseur de la zone non saturée de l'aquifère est importante ; sa perméabilité est variable. La vulnérabilité de la zone non saturée est variable : elle est très forte dans les zones karstiques à l'affleurement (par exemple les zones de pertes), et plus faible lorsque l'aquifère est sous couverture.

La masse d'eau est en liaison avec les cours d'eau qui la drainent ou l'alimentent selon leur importance.

La masse d'eau est intéressante sur le plan écologique au vu de la grande diversité des milieux auxquels elle est associée, et dans une moindre mesure pour réalimenter le Gardon à l'étiage. Sur le plan économique, elle présente un intérêt majeur pour l'alimentation en eau potable (elle est notamment sollicitée pour des prélèvements AEP de plus de 10m³/j).

Les principales pressions qu'elle subit sont liées aux cultures viticoles (importantes en zone de plaine mais en recul) et aux activités industrielles (secteur d'Alès, de Salindres et anciennes exploitations houillères).

Les eaux présentent un faciès bicarbonaté calcique.

A l'échelle de la masse d'eau dans son ensemble, on reporte de fortes teneurs en **sulfates** et en **chlorures** ainsi qu'une turbidité importante. Des problèmes d'**antimoine** et d'**arsenic** sont également signalés dans le Trias (par exemple secteur Alès – la Grand Combe). La présence de ces substances serait liée en premier lieu au fond géochimique naturel. La présence de sulfates pourrait être associée à une surexploitation de la ressource à l'étiage, provoquant une sur-minéralisation de l'eau.

Localement à l'échelle du bassin versant de l'Avène, la qualité des eaux de la masse d'eau souterraine DG507 est connue au travers du Système d'Information sur l'Eau et plus particulièrement :

- de la banque de données ADES du portail national eaux souterraines qui fournit des données de qualité sur la période 1994 – 2005 au niveau des puits suivants situés à proximité du site du GIE de Salindres :
 - 09127X0020/P22,
 - 09127X0019/P26,
 - 09127X0018/P21,
 - 09127X0017/P25,
 - 09127X0016/P28,
 - 09127X0015/P23,
 - 09127X0014/P27,
 - 09127X0013/P24 ;
- de la bande de données de l'Agence de l'Eau qui fournit l'état qualitatif DCE sur la période 2006 – 2012 au niveau des sources de la Tour aux Salles-du-Gardon – point 09126X0101S.

Les données les plus récentes (2004-2005) recueillies dans la banque ADES sont présentées de façon synthétiques dans le tableau suivant.

On constate que le puits P21 présente généralement une eau chargée en **calcium, sodium, chlorures, sulfates** ; l'eau du P24 est chargée en sulfates et le puits P23 a subi une pollution par l'**aluminium** et la **DCO**.

Toutefois, ces indications sont d'un intérêt limité dans la mesure où les données sont anciennes (10 ans), ne couvrent qu'un nombre limité de molécules, et sont relatives à un niveau aquifère non connu. En outre, pour des raisons de sécurité nationale, le positionnement exact des stations relatives à la qualité des eaux souterraines (qualitomètres) n'est pas accessible sous ADES et ne s'affiche pas pour une échelle d'affichage supérieure à 1/100 000 en mode de consultation « classique ».

Aux sources de la Tour, l'état des eaux au regard des pesticides, nitrates, solvants chlorés et métaux est bon depuis 2006, mais ces sources étant très éloignées du bassin versant de l'Avène, les informations fournies sont d'un intérêt limité pour l'étude.

Etude des pressions polluantes de l'Avène
Résultats des analyses pratiquées sur les eaux souterraines
Source : banque de données ADES

Remarque : seules les valeurs supérieures au seuil de détection analytique ont été prises en compte

Code national BSS	Date de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Valeur	Unité
09127X0018/P21	25/07/05	Aluminium	1370	0	µg/l
09127X0013/P24	23/02/05	Aluminium	1370	0,05	µg/l
09127X0013/P24	25/07/05	Aluminium	1370	0,05	µg/l
09127X0020/P22	23/02/05	Aluminium	1370	0,05	µg/l
09127X0018/P21	30/05/05	Aluminium	1370	0,06	µg/l
09127X0018/P21	01/06/04	Aluminium	1370	0,07	µg/l
09127X0020/P22	01/06/04	Aluminium	1370	0,07	µg/l
09127X0013/P24	30/05/05	Aluminium	1370	0,08	µg/l
09127X0020/P22	30/01/04	Aluminium	1370	0,08	µg/l
09127X0020/P22	30/05/05	Aluminium	1370	0,08	µg/l
09127X0018/P21	30/01/04	Aluminium	1370	0,1	µg/l
09127X0013/P24	30/01/04	Aluminium	1370	0,11	µg/l
09127X0018/P21	23/02/05	Aluminium	1370	0,14	µg/l
09127X0013/P24	01/06/04	Aluminium	1370	0,21	µg/l
09127X0020/P22	25/07/05	Aluminium	1370	0,31	µg/l
09127X0015/P23	23/02/05	Aluminium	1370	0,75	µg/l
09127X0015/P23	25/07/05	Aluminium	1370	15,8	µg/l
09127X0020/P22	30/01/04	Calcium	1374	72	mg/l
09127X0020/P22	01/06/04	Calcium	1374	86	mg/l
09127X0020/P22	25/07/05	Calcium	1374	140	mg/l
09127X0020/P22	23/02/05	Calcium	1374	152	mg/l
09127X0020/P22	30/05/05	Calcium	1374	166	mg/l
09127X0015/P23	23/02/05	Calcium	1374	190	mg/l
09127X0013/P24	30/01/04	Calcium	1374	310	mg/l
09127X0013/P24	30/05/05	Calcium	1374	350	mg/l
09127X0013/P24	23/02/05	Calcium	1374	355	mg/l
09127X0013/P24	01/06/04	Calcium	1374	360	mg/l
09127X0015/P23	25/07/05	Calcium	1374	530	mg/l
09127X0018/P21	30/01/04	Calcium	1374	590	mg/l
09127X0018/P21	01/06/04	Calcium	1374	590	mg/l
09127X0013/P24	25/07/05	Calcium	1374	630	mg/l
09127X0018/P21	25/07/05	Calcium	1374	640	mg/l
09127X0018/P21	23/02/05	Calcium	1374	650	mg/l
09127X0018/P21	30/05/05	Calcium	1374	660	mg/l
09127X0013/P24	30/01/04	Chlorures	1337	60	mg/l
09127X0013/P24	01/06/04	Chlorures	1337	70	mg/l
09127X0020/P22	30/01/04	Chlorures	1337	70	mg/l
09127X0013/P24	23/02/05	Chlorures	1337	90	mg/l
09127X0018/P21	30/01/04	Chlorures	1337	100	mg/l
09127X0020/P22	01/06/04	Chlorures	1337	100	mg/l
09127X0020/P22	23/02/05	Chlorures	1337	150	mg/l
09127X0018/P21	01/06/04	Chlorures	1337	220	mg/l
09127X0018/P21	23/02/05	Chlorures	1337	240	mg/l

Code national BSS	Date de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Valeur	Unité
09127X0013/P24	01/06/04	DCO	1314	16	mg O2/l
09127X0020/P22	30/05/05	DCO	1314	20	mg O2/l
09127X0020/P22	01/06/04	DCO	1314	23	mg O2/l
09127X0020/P22	23/02/05	DCO	1314	23	mg O2/l
09127X0013/P24	25/07/05	DCO	1314	24	mg O2/l
09127X0020/P22	25/07/05	DCO	1314	24	mg O2/l
09127X0020/P22	30/01/04	DCO	1314	25	mg O2/l
09127X0013/P24	30/01/04	DCO	1314	26	mg O2/l
09127X0013/P24	23/02/05	DCO	1314	28	mg O2/l
09127X0013/P24	30/05/05	DCO	1314	29	mg O2/l
09127X0015/P23	25/07/05	DCO	1314	63	mg O2/l
09127X0015/P23	23/02/05	DCO	1314	177	mg O2/l
09127X0020/P22	30/01/04	Sodium	1375	20	mg/l
09127X0020/P22	01/06/04	Sodium	1375	24	mg/l
09127X0013/P24	30/01/04	Sodium	1375	56	mg/l
09127X0013/P24	30/05/05	Sodium	1375	58	mg/l
09127X0013/P24	23/02/05	Sodium	1375	62	mg/l
09127X0020/P22	23/02/05	Sodium	1375	62	mg/l
09127X0013/P24	01/06/04	Sodium	1375	78	mg/l
09127X0020/P22	30/05/05	Sodium	1375	78	mg/l
09127X0015/P23	25/07/05	Sodium	1375	110	mg/l
09127X0015/P23	23/02/05	Sodium	1375	126	mg/l
09127X0018/P21	30/01/04	Sodium	1375	770	mg/l
09127X0018/P21	01/06/04	Sodium	1375	790	mg/l
09127X0018/P21	30/05/05	Sodium	1375	830	mg/l
09127X0018/P21	25/07/05	Sodium	1375	850	mg/l
09127X0018/P21	23/02/05	Sodium	1375	860	mg/l
09127X0020/P22	30/01/04	Sulfates	1338	20	mg/l
09127X0020/P22	01/06/04	Sulfates	1338	30	mg/l
09127X0020/P22	23/02/05	Sulfates	1338	40	mg/l
09127X0015/P23	23/02/05	Sulfates	1338	170	mg/l
09127X0018/P21	30/01/04	Sulfates	1338	410	mg/l
09127X0013/P24	30/01/04	Sulfates	1338	560	mg/l
09127X0018/P21	01/06/04	Sulfates	1338	700	mg/l
09127X0013/P24	30/05/05	Sulfates	1338	719	mg/l
09127X0018/P21	23/02/05	Sulfates	1338	780	mg/l
09127X0013/P24	23/02/05	Sulfates	1338	880	mg/l
09127X0013/P24	01/06/04	Sulfates	1338	1060	mg/l

Fiche état des eaux : SOURCES DE LA TOUR
(code station : 09126X0101S)

Années	Nitrates	Pesticides	Métaux	Solvants chlorés	Autres	État chimique
2012	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2011	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2010	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2007	BE	BE	BE	BE	BE	BE
2006	BE	BE	BE	BE	BE	BE

3.6. OBJECTIFS DE QUALITE

Masse d'eau superficielle naturelle (MEN) n° FRDR11390, l'Avène est un cours d'eau dont l'état écologique, au sens de la DCE, est « moyen » et l'état chimique « mauvais ». Le Risque de Non Atteinte du Bon état Ecologique (risque NABE) est fort.

L'atteinte du bon état écologique est à échéance de 2027 aux termes du SDAGE 2016-2021 (paramètres en cause : substances dangereuses, matières organiques et oxydables, pesticides, morphologie).

L'atteinte du bon état chimique a lui aussi été repoussé à 2027 (paramètres en cause : cadmium et ses composés).

Concernant les masses d'eau souterraines du bassin versant de l'Avène, l'objectif de bon état qualitatif et quantitatif était à atteindre en 2015 pour l'unité 507 (formations sédimentaires variées de la bordure Cévenole - FRDG532) qui n'est que localement aquifère.

L'objectif de bon état quantitatif de l'unité 322 (alluvions du Gardon d'Alès - FRDG322) est reculé à 2021 en raison d'un déséquilibre prélèvements/ressource et de l'impact des eaux de surface, tandis que l'objectif de bon état qualitatif est repoussé à 2027 à cause de la présence de pesticides.

3.7. SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

3.7.1. Assainissement communal

Le portail d'information sur l'assainissement communal et la banque de donnée de l'Agence de l'Eau ont permis d'établir les tableaux suivants qui présentent les caractéristiques des stations d'épuration collectives du bassin versant et leurs performances.

Etude des pressions polluantes de l'Avène
Inventaire des stations d'épuration communales du bassin versant

Nom et code de la STEP	Année de mise en service	Type de traitement	Capacité nominale en équivalents-habitants	Point de rejet
Laval Pradel 060930142001	2005	Filtre à sable drainé	250	Rau de la Combe de Guerre amont station 1
Rousson Pont-d'Avène 060930223001	2013	Filtres plantés de roseaux	700	Avène station 5
Rousson Saut-du-Loup 060930223002	1988	Boue activée faible charge + filtration à bande	3500	Avène station 9
Salindres 060930305001	1973	Boue activée faible charge + filtration à bande	5000	Avène station 13
Saint-Privat-des-Vieux 060930294001	1989	Boue activée faible charge + filtration à bande	3000	Avène station 16

Etude des pressions polluantes de l'Avène
Flux des stations d'épuration communales

STEP Nom et code	Flux en entrée en kg/j				Flux en sortie en kg/j				Rendement calculé en %			
	Source Agence de l'Eau - 2014				Source Agence de l'Eau - 2014				2014			
	DBO5	DCO	MES	NGL	DBO5	DCO	MES	NGL	DBO5	DCO	MES	NGL
Rousson Pont-d'Avène 060930223001	16,7	42,4	14,4	3,9	0,72	4,0	0,4	2,6	96	91	97	33
Rousson Saut-du-Loup 060930223002	93,7	246,8	112,5	35,2	6,3	26,3	11,6	12,3	93	89	90	65
Salindres 060930305001	92,2	292,0	126,9	23,5	4,4	18,1	6,1	8,6	95	94	95	63
Saint-Privat-des-Vieux 060930294001	130,9	322,0	134,2	27,2	5,5	26,2	9,1	10,2	96	92	93	63

Au regard des chiffres ci-dessus, les performances de ces stations d'épuration semblent satisfaisantes, toutefois :

- la STEP de Laval-Pradel n'atteignait pas les seuils de performance escomptés en 2015,
- la STEP de Saint-Privat-des-Vieux est sous-dimensionnée et était non conforme en 2015 en termes d'équipement et de performance,
- la STEP de Rousson Saut-du-Loup est également sous-dimensionnée,
- la STEP de Salindres reçoit des rejets blanchâtres de l'usine CTI qui fabrique des céramiques industrielles et utilise notamment du molybdène, du titane et du zinc.

Des travaux sont prévus sur la STEP de Saint-Privat-des-Vieux qui devraient en améliorer les performances épuratoires.

La station de Rousson Pont d'Avène est récente et un suivi de ses rejets permettra de juger de la stabilité de ses performances.

Les graphiques de la page suivante présentent l'historique depuis 2009 des flux moyen journaliers rejetés.

Leur intérêt est de montrer la **forte variabilité des apports** au cours d'eau, et notamment des apports de matière organique et de MES à la station de Saint-Privat-des-Vieux, d'azote à Rousson-Saut-du-Loup et Salindres.

Si l'on s'en tient aux résultats de l'année 2014, les apports des STEP au milieu naturel en DCO, MES et azote sont de l'ordre du double des apports du GIE de Salindres pour ces mêmes paramètres (voir chapitre 3.7.4)

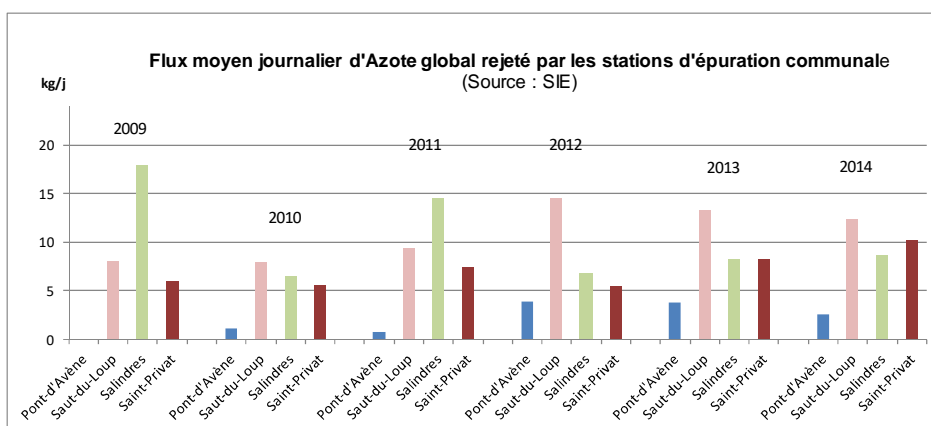
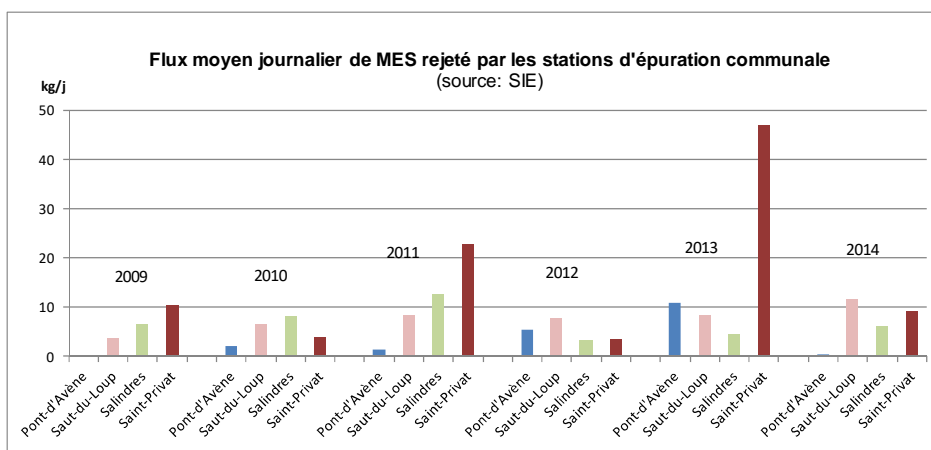
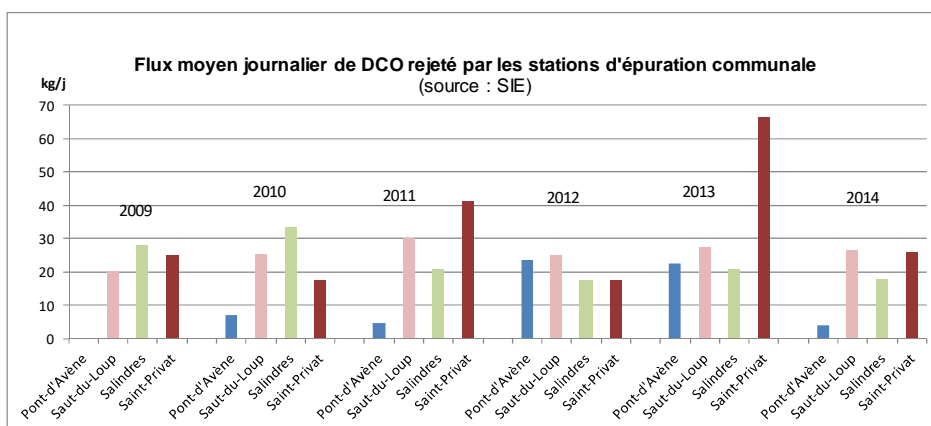
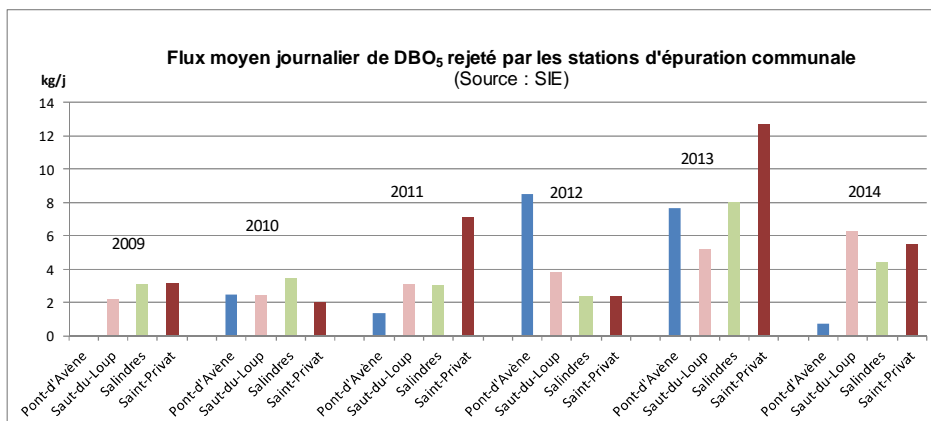
Etude des pressions polluantes de l'Avène
Flux émis par les stations d'épuration communales
Source : Système d'Information sur l'Eau - Résultats des mesures d'autosurveillance

Total des 4 STEP communales	DB05 (kg/j)	DCO (kg/j)	MES (kg/j)	NGL (kg/j)
	17	75	27	34

Remarque 1 : les communes raccordées à ces stations disposent d'un réseau séparatif qui ne présente pas de rejet de temps sec.

Remarque 2 : l'Agence de l'Eau n'identifie aucun industriel raccordé aux stations d'épuration de Laval-Pradel, Rousson Pont-d'Avène, Rousson Saut-du-Loup.

La STEP de Salindres reçoit les effluents de la société CIT, fabricant de céramiques industrielles.



Le récent rapport ONEMA / INERIS de mars 2016 concernant « les substances dangereuses pour le milieu aquatique dans les rejets des stations de traitement des eaux usées urbaines » permet de dresser une liste des substances les plus fréquemment rencontrées à l'exutoire des stations d'épuration de plus de 10 000 équivalents-habitants (EH) du territoire national.

Dans l'extrait qui suit de ce rapport, la fréquence de quantification pour une substance a été définie comme le rapport entre le nombre de stations ayant quantifié la substance au moins une fois et le nombre total de stations l'ayant recherchée.

La NQE est la norme de qualité environnementale.

Le flux GERE est le flux déclenchant l'obligation de rapportage des flux émis dans GERE pour les stations $\geq 100\ 000$ EH. Seuils de rejets dans l'eau, en kg/an définis dans l'Annexe 2 de l'arrêté du 31 janvier 2008 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et de transferts de polluants et des déchets.

Extrait :

« L'interrogation des critères de la surveillance pérenne fait ressortir de façon singulière et pour l'ensemble des STEU, une substance : le **zinc** :

- 99% de quantification ;
- 87% des stations dépassent le critère 10xNQE.

D'une manière générale, les métaux représentent la famille la plus quantifiée. Pour l'ensemble des stations, 18,5% d'entre elles dépassent le critère 10xNQE pour le **cuiivre** quantifié à 72%.

Pour les stations de plus de 100 000 EH, 45 et 37% des stations dépassent le critère en flux annuel respectivement pour le **manganèse** et **fer**, très fortement quantifiés (à 94 et 95 %).

12 et 9% des stations dépassent le critère en flux annuel respectivement pour l'**aluminium** et le **titane**, quantifiés à 19 et 81 %.

L'analyse détaillée a montré que, pour l'ensemble des stations, avec des quantifications respectives à 6, 20 et 35%, le **mercure**, l'**arsenic** et le **plomb** font très peu l'objet de surveillance pérenne sur la base du critère concentration $\geq 10xNQE$ (0,3 et 2,4% des stations).

Enfin le **chrome hexavalent** est quantifié sur 3 stations pour 84 l'ayant recherché, mais celles-ci dépassent le critère flux GERE dans les 3 cas.

Concernant les paramètres indiciaires recherchés sur les stations de plus de 100 000 EH, entre 25 et 50% des stations dépassent le critère de surveillance pérenne pour les **chlorures** et les **AOX**, entre 10 et 25% des stations dépassent le critère pour les **sulfates**, les **fluorures** et l'**indice phénol**.

Concernant les pesticides, pour l'ensemble des stations, bien que quantifiés respectivement à 34, 42 et 45% le **2,4 D**, l'**oxadiazon** et le **diuron** font très peu l'objet de surveillance pérenne sur la base du critère concentration $\geq 10xNQE$ (entre 0,13 et 1,3%).

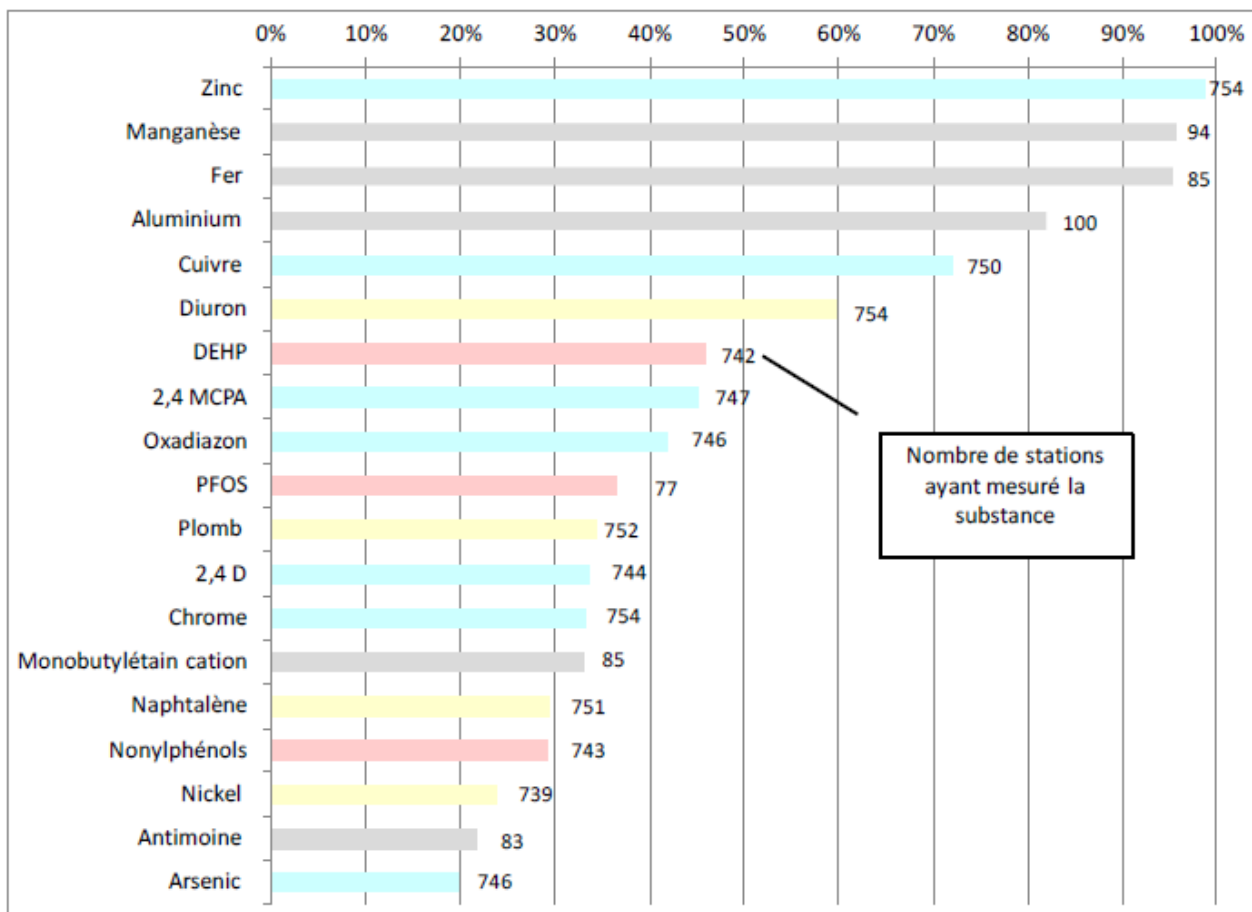
Le **2,4 MCPA** quantifié à 60%, fait l'objet de surveillance pérenne pour 4% des stations.

Le **PFOS** (Sulfonate de perfluorooctane) recherché uniquement sur les stations de plus de 100 000 EH est quantifié à 36 % et voit le critère flux GERE dépassé par 36% des stations qui l'ont mesuré, du fait d'un flux GERE à 0.

Pour l'ensemble des stations, le **DEHP** (Di(2-éthylhexyl)phtalate) quantifié à 46%, voit le critère 10xNQE dépassé par seulement 3,5% des stations. »

Graphique : fréquence de quantification de substances polluantes dans les rejets des STEP
 (rapport entre le nombre de stations ayant quantifié la substance au moins une fois et le nombre total de stations l'ayant recherchée)

Source ONEMA/INERIS 2016



3.7.2. Assainissement non collectif

Nous disposons de peu d'informations sur l'état et le fonctionnement des dispositifs d'assainissement non collectif.

Selon l'Etude globale du bassin versant de l'Avène – Phase 1 – Etat des lieux diagnostic - SMAGE – Octobre 2005, toutes les communes du bassin-versant possèdent quelques hameaux ou écarts non raccordés au réseau collectif de collecte.

Au total, 7% de la population de la zone d'étude fonctionne en assainissement autonome. Cependant, selon les communes, le taux de population non raccordé au réseau est très disparate :

- Saint-Florent-sur-Auzonnet : 26,6 %
- Rousson : 19,7%
- Salindres : 10,5%
- Saint-Privat-des-Vieux : 1,5%
- Alès : 2,4%
- Saint-Hilaire-de-Brethmas : 32,4%.

Seules, deux communes ont signalé des problèmes vis-à-vis de l'assainissement autonome de certaines habitations. De manière générale, la connaissance de l'état de l'assainissement autonome sur le secteur d'étude est parcellaire.

3.7.3. Fond géochimique et activités minières

3.7.3.1. Fond géochimique naturel

Bien qu'elle ne soit pas assimilable à une pollution d'origine anthropique, la contamination des eaux superficielles et souterraines par les composés métalliques issus du lessivage des minéraux constitutifs du sous-sol contribue à élever le niveau de leur toxicité et à diminuer l'aptitude de l'eau à satisfaire aux différents usages tels que l'alimentation en eau potable ou la vie aquatique.

Le BRGM a réalisé une étude en trois phases permettant d'évaluer la part et les variations du fond géochimique naturel dans les teneurs en certains éléments traces des eaux souterraines et superficielles du bassin Rhône-Méditerranée et Corse.

La phase 2, dont le rapport a été publié en 2006, porte sur la délimitation des secteurs à risque de fond géochimique élevé. Les éléments traces concernés par la démarche sont :

- l'arsenic (As),
- le baryum (Ba),
- le bore (B),
- le fluor (F),
- le cadmium (Cd) (identifié comme une substance prioritaire par la DCE),
- le chrome (Cr),
- le mercure (Hg) (identifié comme une substance prioritaire par la DCE),
- le cuivre (Cu),
- le nickel (Ni) (identifié comme une substance prioritaire par la DCE),
- le plomb (Pb) (identifié comme une substance prioritaire par la DCE),
- le zinc (Zn),
- l'antimoine (Sb),
- le sélénium (Se),
- l'aluminium (Al),
- l'argent (Ag),
- le fer (Fe),
- le manganèse (Mg).

Les secteurs à risque de fond géochimique élevé sont caractérisés par un niveau de confiance faible, moyen, ou élevé selon les données disponibles. L'intensité du risque, et notamment son étendue spatiale, varient aussi selon que les éléments sont disséminés dans les sols (présents dans la lithologie du site) ou localisés dans des filons ou des strates minéralisés. Aussi, au sein d'une zone identifiée comme pouvant présenter des teneurs naturellement élevées en certains éléments, le profil de ces teneurs peut être très hétérogène.

Sur le bassin des Gardons, on peut ainsi identifier sur la carte suivante des zones susceptibles de présenter :

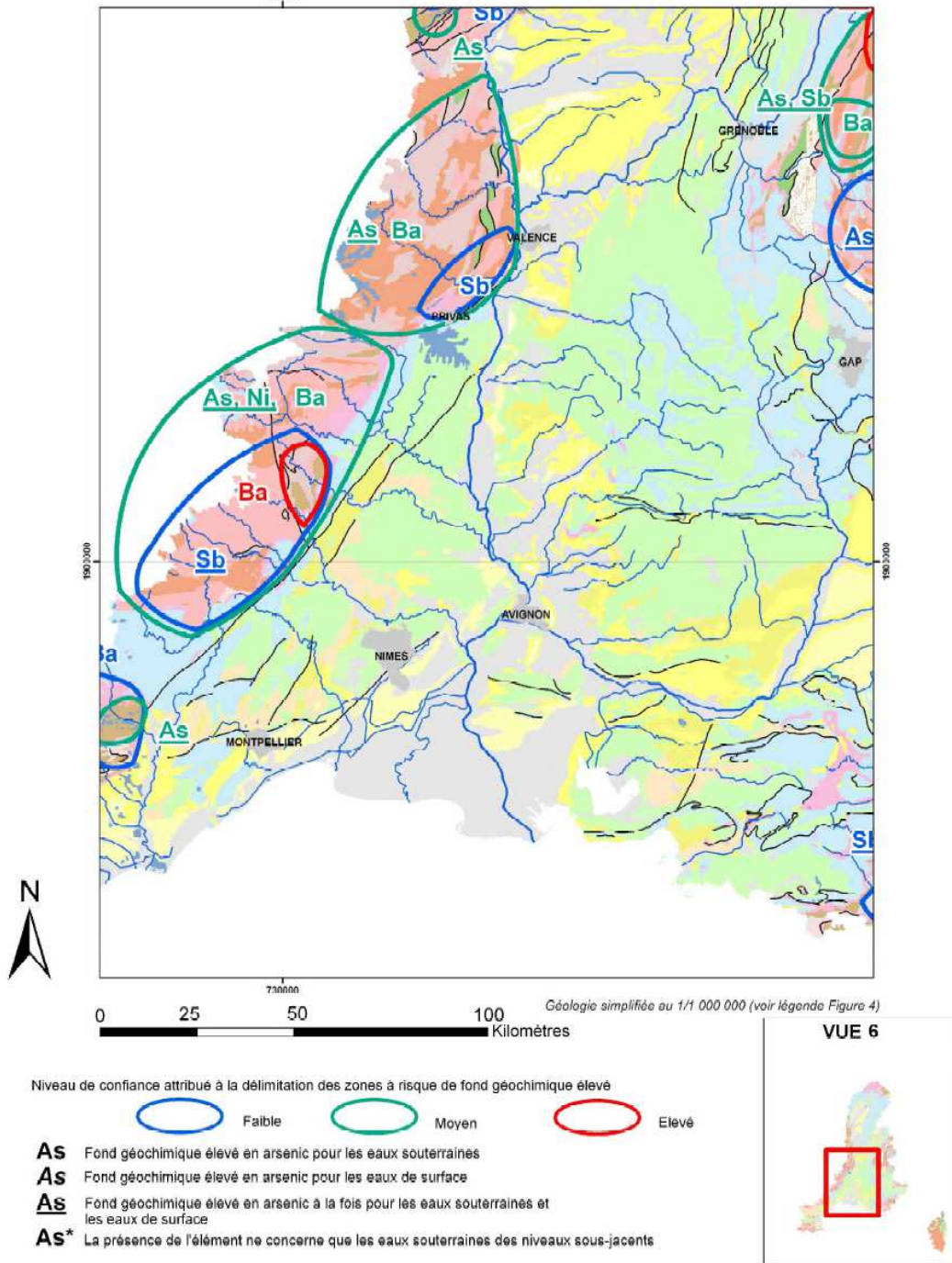
- avec un niveau de confiance élevé (zone rouge) : un fond géochimique élevé en **baryum** (Ba) pour les eaux souterraines (masse d'eau FR_D0_507), sur un secteur peu étendu, au Nord-Est au niveau de la Grand-Combe ;
- avec un niveau de confiance moyen (zone verte) : un fond géochimique élevé :
 - en **arsenic** (As) et en **nickel** (Ni) pour les eaux souterraines et superficielles, sur la partie cévenole du bassin ;
 - en **baryum** (Ba) pour les eaux souterraines sur la même zone ;
- avec un niveau de confiance faible (zone bleue) : un fond géochimique élevé en antimoine (Sb) pour les eaux souterraines et superficielles sur la partie cévenole du bassin.

Ces zones empiètent toutes sur la partie du bassin versant de l'Avène située en amont de Pont d'Avène, donc englobent les stations 1 et 3 de notre suivi.

Le BRGM précise qu'outre l'antimoine, l'arsenic, le baryum et le nickel mentionnés sur la carte, l'argent, le fer le plomb et le zinc font également partie des éléments trace des sols susceptibles d'être mis en solution dans les eaux dans le secteur de la Grand Combe.



VUE 6
Délimitation des zones à risque de fond géochimique élevé
en éléments traces sur le bassin RM&C



Avertissement : La lecture de cette carte ne doit pas être dissociée des interprétations détaillées dans le rapport correspondant.

3.7.3.2. Activités minières

Dans un contexte minier comme celui où se trouve l'Avène, le fond géochimique naturel est susceptible d'être rehaussé par des apports métalliques supplémentaires résultant de l'infiltration des eaux dans les zones fracturées par les travaux miniers et de la circulation de ces eaux dans les galeries souterraines ayant permis l'exploitation du minerai. En effet, au contact des eaux météoriques, les terrains riches en sulfures métalliques situés en surface ou en sous-sol, s'oxydent, et relarguent sulfates et métaux. Parallèlement, l'eau s'acidifie, se charge en métaux et en particules en suspension. Dans certaines conditions de pH et d'écoulement, des phénomènes de précipitation et de redéposition peuvent avoir lieu dans le cours d'eau recevant ces eaux d'émergence ou d'exhaure.

Dans le cas d'exploitations de charbon, les eaux d'émergences minières se caractérisent en général par une charge minérale élevée (forte conductivité, fort résidu sec). Ceci se matérialise par de fortes teneurs en calcium, magnésium, bicarbonates, sulfates, fer et manganèse. Les sulfates et le fer résultent du lessivage de la pyrite (FeS_2), minéral souvent associé aux terrains houillers. Le manganèse provient de minéralisations secondaires. Les métaux lourds ainsi que les matières organiques sont généralement en faible quantité.

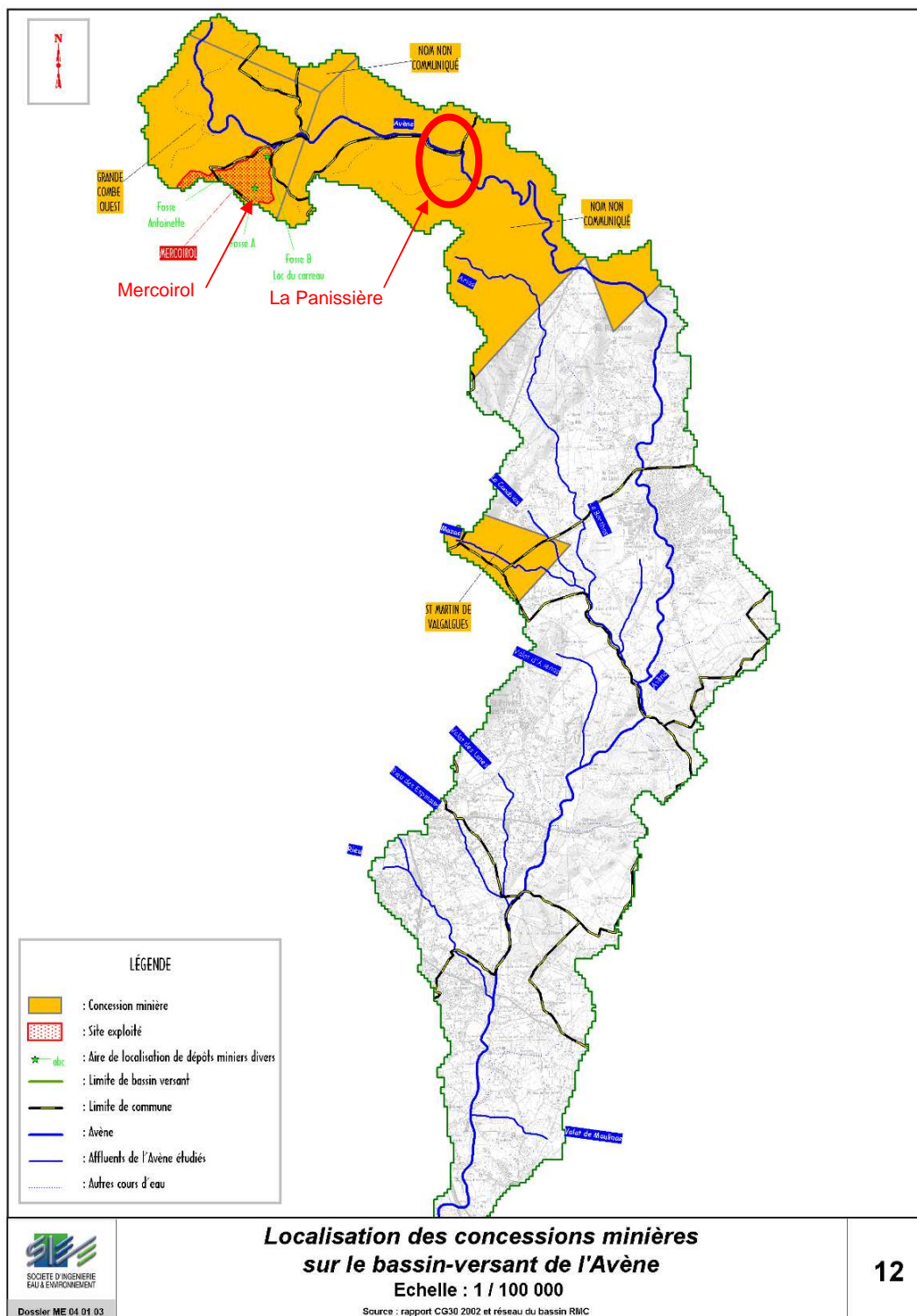
Il convenait donc de s'intéresser ici aux activités minières ayant eu lieu dans ou à proximité immédiate du bassin.

La partie nord du bassin versant de l'Avène appartient au bassin houiller des Cévennes et, à ce titre, a fait l'objet de travaux d'exploitation du charbon au cours du 20ème siècle.

De ce passé minier subsistent deux sites d'exploitation aujourd'hui fermés :

- le site souterrain de Panissières,
- la mine découverte de Mercoirol.

Carte : concessions minières – Source : Etude globale du bassin versant de l'Avène – Phase 1 – Etat des lieux diagnostic - SMAGE – Octobre 2005



La zone de Panissières est représentée sur la figure jointe. Elle appartient à la concession C6 des HBCM (Houillères de Bassin Centre et du Midi) dite de la Grand Combe Est et exploitait jusqu'en 1974 les niveaux houillers situés entre 170 et 350 m NGF.

Les eaux d'infiltration de cette zone de travaux sont captées par les anciennes galeries maintenant noyées et rejoignent en souterrain celles des exploitations de Molières – Saint-Jean – Saint-Florent et Combe-Ferral qui émergent dans la Cèze au niveau de Molières-sur-Cèze via les galeries de Silhol et Chalmeton.

Quelques mètres-cubes par heure sont ainsi soutirés au bassin de l'Avène pour soutenir les étiages de la Cèze. En dehors de cet impact hydrologique, cette ancienne exploitation ne peut avoir, a priori, d'impact sur la qualité des eaux de l'Avène. A titre indicatif, les mesures de PCB, d'arsenic, de cadmium, de nickel, de plomb et de zinc réalisées sur les émergences des galeries de Silhol et Chalmeton en 2001 se sont révélées inférieures au seuil de quantification du laboratoire. Concernant les PCB, on précisera toutefois que ces composés sont hydrophobes et qu'il n'est donc pas surprenant de ne pas les détecter en l'absence de pollution extrême.

La mine de Mercoirol appartenait quant à elle au site de la Grand Combe Ouest. De 1978 à 1993, les HBCM y ont extrait 2 millions de tonnes de charbon dans le niveau stratigraphique dit des anthracites de Molières (série stratigraphique h5a₂).

Ce site de 250 ha a été réhabilité entre 2001 et 2004 et présente actuellement 5 plans d'eau de loisir alimentés à la fois par les eaux de nappe, les eaux de ruissellement et les eaux météoriques. Les eaux de percolation s'évacuent pour partie dans l'Avène au Nord-Est entre les stations 1 et 3 de notre étude, et pour partie dans le Gardon d'Alès au Sud-Ouest.



L'impact visuel du rejet dans l'Avène se manifeste par une épaisse couche de limon sur quelques mètres linéaires du lit mais aucune couleur ou odeur anormales ne sont apparus lors de notre visite.

Des informations complémentaires sur l'impact de l'exploitation de la Grand Combe Ouest sont disponibles dans l'étude réalisée par la société CESAME en 2003 et 2004 dans le cadre de l'élaboration du dossier de demande d'arrêt des travaux. Elles sont reprises par Envilys et Ginger dans leur étude sur la qualité des eaux du bassin des Gardons.

En 2003, le suivi de la présence de métaux dans le Gardon, l'Avène et leurs affluents drainant le site met en évidence la présence d'**arsenic**, **nickel**, **plomb**, et **cadmium** sur bryophytes ainsi que celle d'arsenic, de cadmium, de plomb et de **mercure** dans les chairs de poissons. Le bureau d'études CESAME qualifie les concentrations mesurées de « moyennes, sauf pour le plomb à l'amont du bassin ».

D'après l'étude CESAME, les impacts de l'exploitation houillère sur la qualité des eaux de l'Avène seraient relativement limités pour la micropollution métallique. La nature des sols, riches en métaux, a nécessairement des conséquences qui peuvent ou non être amplifiées par les travaux miniers. Le secteur a également été exploité pour des substances métalliques : ces autres exploitations participent certainement (mais pour quelle part ?) aux niveaux de micropolluants mesurés. Par ailleurs, le dossier de demande d'arrêt des travaux miniers de la concession de la Grand Combe précise qu'en 1975 et en 1984, les sites de Mercoirol et Laval-Pradel ont accueilli des dépôts d'**hydrocarbures**.

Les autres résultats disponibles (RCB, CG 30, SMAGE) portent sur les sédiments et les bryophytes. Les métaux détectés à des taux problématiques sont l'**arsenic**, le **zinc** (« médiocre » chaque année où ils sont mesurés sur sédiments), puis le **nickel**, le **plomb** et le **cadmium** (plusieurs déclassements dont un en qualité médiocre), et enfin le **mercure** et le **cuivre** (moyen). Il y a donc globalement une bonne cohérence avec les mesures de CESAME.

Enfin, le rapport de stage de Justine Nitecki et Quentin Reschi intitulé « Mission R&D - Etude d'impact sur la qualité des eaux de surface en vue de la réhabilitation de l'ancien site minier de Mercoirol », pour le compte du SMAGE des Gardons et du CNRS, confirme une augmentation des concentrations en **sulfates** dans l'Avène entre l'amont et l'aval des rejets du site (26 mg SO₄/l en amont contre 580 mg SO₄/l en aval le 19/03/2014). Cette augmentation est concomitante avec une augmentation de la conductivité (191 µS/cm en amont contre 1052 µS/cm en aval).

3.7.4. Activités industrielles

3.7.4.1. Sources d'information

Différentes sources de données sont exploitables pour dresser un premier inventaire des sources potentielles de pollution industrielles et de leurs caractéristiques :

- la banque de données du SIE (Système d'Information sur l'Eau) alimentée par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse qui fournit un état des industries redevables, mais plus les assiettes de redevance des établissements depuis 2008 ;
- le registre français des émissions polluantes, ou IREP, qui recense les établissements soumis à autorisation préfectorale ;
- l'inventaire historique des sites industriels et activités de services, en activité ou non figurant dans la base de données BASIAS ;
- l'inventaire BASOL des sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif ;
- la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI), base de données sur les accidents technologiques qui ont ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement ;
- la base de données SINOE de l'ADEME sur la gestion des déchets ménagers et assimilés ;
- la liste des établissements soumis à redevance suivis par la DREAL ;
- des campagnes de recherche et de réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau (RSDE) réalisées à la demande de la DREAL ;
- le registre des émissions polluantes qui présente les flux annuels de polluants émis et les déchets produits par les installations classées soumises à autorisation préfectorale. Il couvre 100 polluants pour les émissions dans l'eau, 50 pour les émissions dans l'air (notamment des substances toxiques et cancérigènes) et 400 catégories de déchets dangereux.

3.7.4.2. Inventaire des industriels

Les industries mentionnées dans les bases de données SIE, IREP et BASIAS sont présentées dans le tableau suivant et localisées sur la carte jointe.

Un code étude a été affecté à chaque site pour faciliter son identification dans le tableau et la carte.

Lorsqu'un site figurait dans plusieurs bases de données avec des coordonnées géographiques différentes, un seul code d'étude lui a été attribué.

La majeure partie des sites industriels en activité se situent sur le territoire de la commune de Salindres.

On y trouve en particulier le site historique de Péchiney qui est actuellement occupée par les sociétés Rhodia et Axens et le GIE Chimie.

- **Les usines d'Axens** fabriquent des catalyseurs et des absorbants pour l'industrie pétrochimique,
- **Les usines de Rhodia** (filiale de Solvay) spécialisées dans la fabrication de produits fluorés organiques pour la parapharmacie et de produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, ...),
- **Le GIE**, groupement d'intérêt économique, fournit en énergie les deux sociétés, traite les effluents liquides de la plate-forme chimique et réalise la gestion des services généraux.

Selon la quantité et la nature des substances dangereuses qui peuvent s'y trouver un site industriel pourra être soumis à la directive européenne dite « SEVESO » qui distingue les établissements à haut risque, potentiellement très dangereux (seuil haut : AS) et les établissements moyennement dangereux (seuil bas : SB). Cette plate-forme chimique est une installation classée selon la direction européenne SEVESO, seuil haut (c'est-à-dire avec servitudes).

Les effluents de la plate-forme subissent divers traitements de neutralisation, floculation et décantation avant rejet dans l'Arias en amont immédiat de la station 2 de cette étude.

Jusqu'en juillet 2015, ce système traitait également les eaux qui percolaient au travers de la digue de retenue du bassin de Ségoussac sur la commune de Rousson, bassin dans lequel ont été stockées des boues rouges issues du traitement sodique de la bauxite par le procédé Bayer. Un système de traitement en circuit fermé de ces eaux a été mis en service en juillet 2015 qui supprime les apports au site de Salindres.

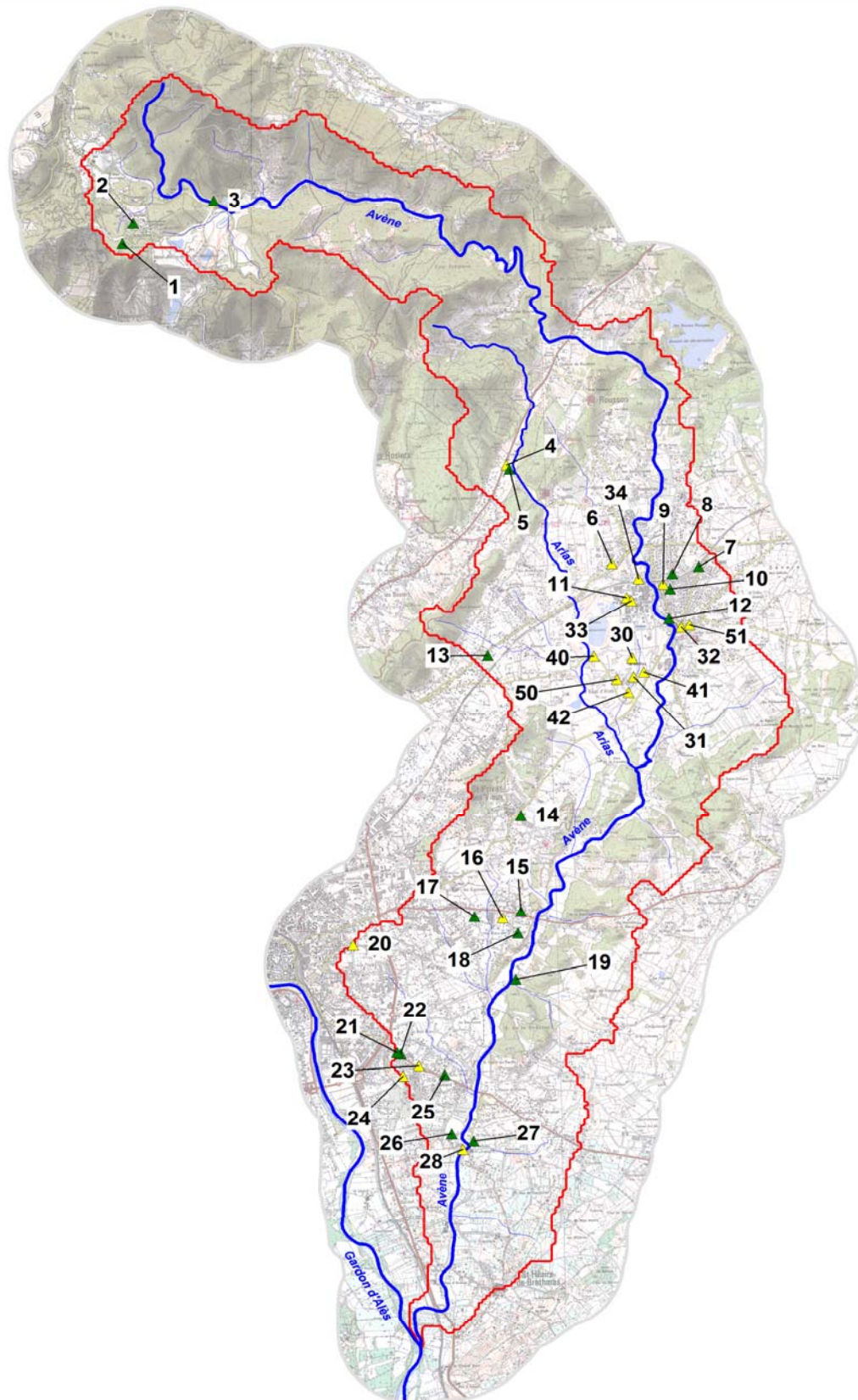
Reste que les eaux de surverse du plan d'eau de Ségoussac rejoignent entre septembre et mars (mois de plus forte hydraulicité) l'Avène au niveau du Pas de Cannet sur la commune de Rousson en amont de la station de mesure 8 de la présente étude.

Les eaux usées sanitaires du site sont orientées par un réseau séparatif vers des fosses septiques (14 sur le site AXENS, 4 sur le site RHODIA partagées avec le GIE et 3 dédiées au GIE CHIMIE).

Les entreprises Axens et Rhodia ont récemment investi dans de nouvelles installations d'épuration de leurs effluents industriels qui ont été mises en service en décembre 2015.

Signalons également que la plate-forme a fait l'objet de remblaiements et de terrassements importants durant toute la période industrielle. Les matériaux déposés (essentiellement des boues de bauxite et de sulfate de calcium) occuperaient un volume proche de 10 millions de mètres-cubes et atteindraient une épaisseur voisine de 35 m par endroit.

Dans ses matériaux s'est développée une nappe souterraine libre présentant un dôme piézométrique centré sur le site et des écoulements radiants en direction de l'Arias et secondairement vers l'Avène. Une partie des eaux de cette nappe parviendraient à rejoindre une nappe semi-captive plus profonde positionnée dans les terrains marno-calcaires naturels.



Sources : données Aquascop 2016, SMAGE, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

Site industriel

▲ En activité

▲ Activité terminée

28 Etablissement industriel (numéro cité dans le rapport)

— Limites du bassin versant de l'Avène



Etude des pressions polluantes de l'Avène
Sites d'activité industrielle du bassin versant

Code étude	Raison sociale ou activité	Adresse	Commune	Code activité	Etat d'occupation du site	X L93 (m)	Y L93 (m)	Source	Identifiant	LIBELLE ACTIVITE	COMMENTAIRE ACTIVITE
1	HOUILLERES BASSIN CENTRE MIDI	Puits des Cabasses	LAVAL-PRADEL	v89.04z	Activité terminée	785094	6347268	BASIAS	LRO3002377	Terrils et/ ou crassier de mines	Puits de mines de charbons. 540000 m3. Schistes et pierres de mine. Cendres de Centrale.
2	STÉ LÉON CANONGE	106 Route nationale Le Pradel	LAVAL-PRADEL	v89.03z	Activité terminée	785246	6347567	BASIAS	LRO3000719	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Dépôt souterrain (22000 + 40000).
3	MINE DU MOULIN OU MINE DE MERCOIROL	Route de Mercoirol	LAVAL-PRADEL	b07.29z	Activité terminée	786349	6347888	BASIAS	LRO3000061	Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux	Extraction antimoine et de plomb
4	CARROSSERIE BOYER EX STE CAPARROS	904 D	ROUSSON	g45.21b, e38.31z	En activité	790329	6343979	BASIAS	LRO3000852	Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...), Carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, plastiques (toutes pièces de carénage, internes ou externes, pour véhicules...)	dépôt de ferraille puis carrosserie
5	HOUILLERES BASSIN CENTRE MIDI	Saint-Julien des Rosiers	ROUSSON	v89.04z	Activité terminée	790369	6343918	BASIAS	LRO3002380	Terrils et/ ou crassier de mines	Terril 3 000 000 m3
6	STÉ GUY BOURRET (station service)	16 Le Saut du Loup - CD	SALINDRES	g45.40z, g47.30z	En activité	791759	6342518	BASIAS	LRO3000696	Commerce et réparation de motocycles et de bicyclettes, Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station service de toute capacité de stockage)	Station service, 3 dépôts souterrains. Extension station essence dépôt mixte. Réparation 2 roues.
7	STÉ DUMAS J B	Quartier de L'Ausselet	SALINDRES	g45.40z	Activité terminée	792948	6342459	BASIAS	LRO3001091	Commerce et réparation de motocycles et de bicyclettes	Entretien et réparation de cycles
8	STÉ ROUX FRÈRES	33 Gare Quartier de la de Marchandise - Parcelle N° la Ville	SALINDRES	v89.03z	Activité terminée	792587	6342362	BASIAS	LRO3000577	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Remplacement de la citerne de 4 m3 par un réservoir aérien de 15 m3 de fuel-oil
9	GARAGE ROUQUETTE		SALINDRES	g45.21a	En activité	792456	6342213	BASIAS	LRO3002339	Garages, ateliers, mécanique et soudure	Réparation automobile
10	STÉ CAUVIN Y	Rue Adrien Badin	SALINDRES	g47.30z	Activité terminée	792556	6342137	BASIAS	LRO3001071	Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station service de toute capacité de stockage)	Extension de 11 et 9 M3
11 (ou 40)	RHONE POULENC CHIMIE	Quartier vraie	SALINDRES	v89.03z, c27.20z, c20.1, v89.01z, c24.47z, c20.11z, c20.14z, c20.30z, g45.21b, d35.2, c20.80z	En activité	791955	6342017	BASIAS	LRO3000004	Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique, Fabrication de gaz industriels, Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base, Fabrication et/ou stockage (sans application) de peintures, vernis, encres et mastics ou solvants, Fabrication de produits chimiques à usage industriel, Utilisation de sources radioactives et stockage de substances radioactives (solides, liquides ou gazeuses) , Fabrication, réparation et recharge de piles et d'accumulateurs électriques, Production et distribution de combustibles gazeux (pour usine à gaz, générateur d'acétylène), mais pour les autres gaz industriels voir C20.11Z, Carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, plastiques (toutes pièces de carénage, internes ou externes, pour véhicules...), Stockage de produits chimiques (minéraux, organiques, notamment ceux qui ne sont pas associés à leur fabrication, ...), Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Fabrication et Stockage d'anhydrides sulfureux et acide sulfurique. Charge d'accumulateurs. Atelier de peinture. Utilisation de substances radioactives. Fabrication d'Hexafluorures de Soufre. Alcool polyvinylique et Peroxyde de lauroyle. Stockage de fuel, d'alcool, d'acide chlorhydrique, et de soude.
12	MAIRIE		SALINDRES	v89.01z	Activité terminée	792533	6341702	BASIAS	LRO3002173	Stockage de produits chimiques (minéraux, organiques, notamment ceux qui ne sont pas associés à leur fabrication, ...)	150 K Explosifs et 600 G détonateurs
13	STÉ CARON LÉON	Route d' Alès	SALINDRES		Activité terminée	790049	6341181	BASIAS	LRO3002290		Ferronnerie d'art
14	STÉ ROUX ANDRÉ	1 Chemin Pouzotte (),	SAINT-PRIVAT-DES-VIEUX	c25.22z, c25.71z	Activité terminée	790481	6338827	BASIAS	LRO3002267	Chaudronnerie, tonnellerie, Fabrication de coutellerie	Atelier de chaudronnerie, serrurerie
15	STÉ LAURENT FARUYA	Route Bagnols (de) - Draille des Espinaux	SAINT-PRIVAT-DES-VIEUX	c16.10b	Activité terminée	790471	6337427	BASIAS	LRO3000783	Imprégnation du bois ou application de peintures et vernis...	vernissage du bois
16	STÉ C.T.I.C. CHAUDRONNERIE TUYAUTERIE INDUSTRIELLE	Route de Bagnols	SAINT-PRIVAT-DES-VIEUX	c24.20z, c25.22z, c20.30z	En activité	790220	6337329	BASIAS	LRO3001079	Fabrication et/ou stockage (sans application) de peintures, vernis, encres et mastics ou solvants, Fabrication de tubes, tuyaux, profilés creux et accessoires correspondants en acier, Chaudronnerie, tonnellerie	Tuyauterie industrielle et chaudronnerie, application de peintures. Entrepôt
17	STÉ BLANC JACKY SEVERAN ALAIN	14 Impasse Escale (de l),	SAINT-PRIVAT-DES-VIEUX	c25.71z	Activité terminée	789835	6337357	BASIAS	LRO3002247	Fabrication de coutellerie	Atelier de serrurerie
18	STÉ KOWALSKI JEAN	24 Chemin Saint-Hilaire (de)	SAINT-PRIVAT-DES-VIEUX	e38.31z	Activité terminée	790428	6337103	BASIAS	LRO3000199	Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...)	Dépôt de ferrailles
19	?	Chemin de la Bedosse	SAINT-PRIVAT-DES-VIEUX	e38.42z	Activité terminée	790393	6336428	BASIAS	LRO3001084	Dépôt d'immondices, dépotoir à vidanges (ancienne appellation des déchets ménagers avant 1945)	Viscères en provenance d'abattoirs
20	STÉ PALLIER	331 Avenue Maladreries (des),	ALES	g45.21b	En activité	788167	6336945	BASIAS	LRO3000320	Carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, plastiques (toutes pièces de carénage, internes ou externes, pour véhicules...)	Carrosserie
21	SA PAPETERIE MARCY	1262 Route Uzès (d'),	ALES	c18.11z	Activité terminée	788755	6335360	BASIAS	LRO3002314	Imprimerie de journaux, de livres et revues	Imprimerie. Papeterie.
22	SOMATRAP	Quartier ZI du GARDONNET	ALES		Activité terminée	788805	6335340	BASIAS	LRO3000686		Garage
23	ETS PAUL GUIRAUD - PEUGEOT	1165 Route Uzès (d'),	ALES	v89.03z	En activité	789054	6335163	BASIAS	LRO3000698	Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Dépôt (10000 l)
24	VERRERIE PELADANS	965 Chemin Gas Gardonnet (),	ALES	a01.4, c23.1	En activité	788832	6335020	BASIAS	LRO3000022	Production animale, Fabrication de verre et d'articles en verre et atelier d'argenterie (miroir, cristal, fibre de verre, laine de roche)	Verrerie. Ferme et mûriers, transformation de la halle en bâtiment agricole (écurie et pailler)
25	STÉ LAPOINTE CLAUDE	Jasse de Bernard	SAINT-HILAIRE-DE-BRETHMAS	c28.30z	Activité terminée	789403	6335035	BASIAS	LRO3002244	Fabrication de machines agricoles et forestières (tracteurs...) et réparation	Atelier de réparation de motoculture de plaisance
26	STÉ EMILE GAYTON	La Jasse de Bernard	SAINT-HILAIRE-DE-BRETHMAS	e38.31z	Activité terminée	789496	6334160	BASIAS	LRO3000784	Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...)	Ferrailleur
27	STÉ MAURICE GAY		SAINT-HILAIRE-DE-BRETHMAS		Activité terminée	789795	6334052	BASIAS	LRO3002292		Chaudronnerie
28	STÉ FAVANT JACQUES		SAINT-HILAIRE-DE-BRETHMAS	c28.30z, g45.21a	En activité	789644	6333933	BASIAS	LRO3000336	Fabrication de machines agricoles et forestières (tracteurs...) et réparation, Garages, ateliers, mécanique et soudure	Réparation mécanique d'automobiles et de matériel agricole
30	VEOLIA EAU centre de compostage	ZI du Synerpôle route de Saint-Privat BP40	SALINDRES		En activité	792028	6341129	IREP	181.00078		
31	IRIS	1126 A Avenue du Moulinas	SALINDRES		En activité	792044	6340857	IREP	066.00760	Usine de formulation d'engrais	
32	BIOS DEVELOPPEMENT (ex Société de Nouvelle Fertilisation)		SALINDRES		En activité	792703	6341574	IREP	066.00761		
40	PLATE-FORME CHIMIQUE DE SALINDRES		SALINDRES	Industrie chimique	En activité	791502	6341157	SIE	730 305 100	Industrie chimique	
41	CENTRALES BÉTON		SALINDRES	Industrie chimique	En activité	792182	6340928	SIE	730 305 105	Verre, Chaux et Ciment, Matériaux de construction, Travaux publics, Bâtiment	
42	FABRIQUE DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES DE JARDINAGE		SALINDRES	Industrie chimique	En activité	791973	6340635	SIE	730 305 104	Industrie chimique	
50	SITA Sud	630 route de Mazac	SALINDRES		En activité	791813	6340825	SINOE		Unité de tri mécano-biologique de Salindres	
51	Céramique Technique Industrielle (CTI)	362 Avenue du Moulinas	SALINDRES		En activité	792817	6341607	DREAL		Concepteur et fabricant de céramiques techniques	Concepteur et fabricant de céramiques techniques pour : filtration, séparation ou traitement de gaz, liquides et particules, catalyse de procédés de transformation biologiques ou chimiques et de production d'énergie renouvelable

Le site industriel de Salindres regroupe également :

- le bassin de stockage de déchets industriels (bassin B2) ;
- la zone industrielle Synerpôle, plus récente, composée des activités industrielles suivantes :
 - **Bios Développement** : une usine de fabrication d'engrais organo-minéraux solides ou liquides pour les sols, de produits d'hygiène ainsi que de stimulants digestifs pour l'élevage ;
 - **Veolia eau** (anciennement société Soureil) : un centre de compostage, de valorisation et de traitement des boues issues de station d'épuration des eaux usées ;
 - **Sita Sud, Suez** : une usine de traitement de déchets ménagers par tri mécano-biologique (TMB) ;
 - **Iris Solupack** : un atelier de conditionnement de produits phytosanitaires, classé SEVESO, seuil bas (c'est-à-dire sans servitude) ;
 - **CTI, Céramiques techniques industrielles** : une usine de fabrication de céramiques techniques à haute valeur ajoutée pour l'industrie ;
 - **Lafarge Bétons Sud-Est** : une usine de fabrication de béton prêt à l'emploi.

Dans le bassin versant de l'Avène, la base de données BASOL ne répertorie que les 100 hectares du site du GIE de Salindres. Elle mentionne comme polluants présents dans les nappes : l'**aluminium**, le **baryum**, **chlorures** et **sulfates**.

3.7.4.3. Données concernant les rejets et leur impact sur le milieu

● GIE de Salindres

Nous extrayons de l'étude d'impact du GIE de Salindres (APAVE – 2012), la **liste des substances susceptibles de parvenir au milieu naturel** via les rejets aqueux du GIE-Chimie de Salindres.

Tableau : substances pouvant être contenues dans les rejets aqueux du GIE-Chimie de Salindres (source : étude d'impact du GIE de Salindres – 2012)

TYPE D'AGENTS DANGEREUX	NATURE	FORME D'EMISSION	ETAPE DE MISE EN ŒUVRE	OBSERVATIONS
Substances chimiques ou substances assimilées	<i>Sulfates, Fluorures, Chlorures, TFA, Nickel, AOX</i>	Rejet liquide	Effluents générés par les installations de fabrication de RHODIA (hormis pour le nickel, associé à la corrosion des équipements)	Traitement par station d'épuration GIE collective
	<i>Alumine, pollution azotée, éléments métalliques (Ni, Mo, Co, Ti, Cu, Fe, Pb, Sn, Au, Ag, Pd, Pt)</i>	Rejet liquide	Effluents générés par certains ateliers d'AXENS (ATEX, CATA 3/5, KAT1, RG 1/2 et OD2 pour certains équipements)	Traitement par station d'épuration GIE collective
	<i>Arsenic</i>	Rejet liquide	Effluents générés par le bassin de Ségoussac (RIO TINTO)	Traitement par station d'épuration GIE collective
	<i>MES, DBO₅, DCO</i>	Rejet liquide	Eaux usées sanitaires, évacuées vers les fosses septiques du site	Rejets traités par dispositifs d'assainissement autonome
	<i>Produits anti-tartre et biocides</i>	Rejet liquide	Eaux usées des purges des tours aéroréfrigérantes	Traitement par station d'épuration GIE collective Produits présents à l'état de traces, rapidement dégradés, ayant des durées de demi-vie courtes de l'ordre de quelques heures
Micro-organismes	<i>Bactéries Legionella</i>	<i>Aérosols / Tours aéroréfrigérantes</i>	Néant en fonctionnement normal et transitoire	Traitement et recyclage des effluents (pas de rejet direct dans le milieu)

Le rapport intitulé « Plate-forme chimique de Salindres - Interprétation de l'état des milieux – Golder Associates – 2012 » fait état des éléments produits ou utilisés historiquement sur le site de Salindres et fournit les résultats analytiques de deux campagnes de mesures menées sur l'Arias et l'Avène en périphérie du site durant les mois d'août 2011 et janvier 2012 au cours desquels **l'activité industrielle était à l'arrêt** (cf. annexe 5).

Ces analyses permettent de juger de l'impact passif du site sur la qualité des cours d'eau via les nappes superficielles alimentant à l'Ouest l'Arias et à l'Est l'Avène.

Le tableau suivant dresse la liste des paramètres pour lesquels une augmentation de concentration est observable entre l'amont et l'aval du site sur chacun des cours d'eau, ce qui fournit une première analyse des **impacts potentiels passifs du site** :

Tableau : paramètre affichant une différence positive de concentration entre l'aval et l'amont du GIE de Salindres (source – IEM Salindres – 2012)

Paramètre	Cours d'eau Arias	Cours d'eau Avène
Arsenic	X	X
Baryum		X
Béryllium	X	
Bore	X	X
Cadmium	X	
Chlorure de vinyle	X	
Chlorures	X	X
Cis 1-2 dichloroéthylène	X	
Cobalt	X	
Cuivre		X
Diméthylformamide	X	
Fluorures	X	X
HAP	X	
HCH (alpha, gamma, delta, epsilon)	X	
Manganèse	X	X
Molybdène	X	X
Nickel	X	
Pyrène	X	
Sulfates	X	
Tétrachloroéthylène	X	X
Thallium	X	X
Trans 1-2 dichloroéthylène	X	
Trichloroéthylène	X	
Trichlorométhane	X	X
Trifluoroacétate	X	X
Vanadium		X
Zinc	X	

Des analyses pratiquées dans des puits et piézomètres dans et en bordure extérieure de la plate-forme lors de l'Interprétation de l'état des milieux (Golder Associates – 2012) ont montré un dépassement des seuils de potabilité de l'eau pour les paramètres suivants dont la plupart figurent déjà dans la liste précédente (cf. annexe 5) : **aluminium, arsenic, chlorures, bore, fluorures, manganèse, plomb, sélénium, sulfates, thallium**. Notons toutefois que la nappe souterraine aux abords du site n'est pas vouée à l'alimentation en eau potable.

En 2014, les **analyses** effectuées dans le cadre du RSDE sur les rejets du GIE, ont montré un dépassement des NQE MA en sortie du dispositif de traitement pour les paramètres suivants :

Tableau : paramètres mesurés en concentration supérieure à la NQE MA en sortie du GIE de Salindres (source – RSDE – 2014)

Arsenic
Chlorure de méthylène (dichlorométhane)
Chloroforme
Cuivre
Mercure (dépassement / NQE CMA)
Nickel
Zinc

Rappelons toutefois que le dépassement d'une NQE ne signifie pas qu'il y ait non-conformité du rejet au regard de l'arrêté d'autorisation d'exploitation de l'établissement industriel. Les NQE n'étant prises en considération ici que pour établir un lien avec la qualité du milieu récepteur du rejet, à savoir l'Arias puis l'Avène.

Le rapport intitulé « GIE Chimie Salindres – campagne RSDE – IRH - 2011 » visant à définir la liste des molécules à quantifier dans le cadre du RSDE fournit les résultats de mesures **sur les rejets globaux du site en période d'activité industrielle normale** (cf. annexe 6). Il ressort de ces résultats que les éléments suivant ont, en 2011, dépassé les NQE :

Tableau : paramètres mesurés en concentration supérieure à la NQE MA en sortie du GIE de Salindres (source – RSDE – 2011)

Arsenic
Benzo (g,h,i) pérylène
Chloroalcanes
Chloroforme
Chlorure de méthylène (dichlorométhane)
Chrome
Cuivre
Indéno (1,2,3 cd) pyrène
Lindane
Mercure (dépassement / NQE CMA)
Nickel
Pentachlorobenzène
Zinc

Les mesures effectuées le 21 avril 2004 sur le rejet du GIE dans l'Arias, toujours dans le cadre du RSDE, fournissaient les résultats suivants :

Tableau : paramètres mesurés en concentration supérieure à la NQE MA en sortie du GIE de Salindres (source – RSDE – 2004)

Cadmium
Chloroforme
Cuivre
Chlorure de méthylène (dichlorométhane)
Nickel
Octylphénols
Plomb
Zinc

Cuivre, nickel et zinc dépassaient déjà largement la NQE MA et on constate, que parmi les molécules prises en compte par la DCE, le chloroforme se présentait en quantité notable (230 µg/l), ainsi que le dichlorométhane ou chlorure de méthylène (3200 µg/l).

On remarquera donc que 4 métaux apparaissent fréquemment à la fois **en et hors période d'activité du site** : il s'agit de l'**arsenic**, du **cuivre**, du **nickel** et du **zinc**.

Chloroforme et chlorure de méthylène (ou dichlorométhane) dépassent fréquemment les NQE MA.

Le tableau suivant présente par ailleurs une synthèse des résultats des mesures journalières effectuées en 2014 par le GIE sur les rejets avant qu'ils n'atteignent l'Arias. Ceux-ci sont exprimés en concentration et en flux.

Données issues des contrôles d'autosurveillance effectués en 2014 sur les rejets du GIE de Salindres
Source : Solvay

Paramètre	Unité	Minimum	Moyenne	Maximum
débit	m3/h	10	148	476
débit	l/s	3	41	132
pH		6,3	7,8	8,4
T	°C	0,0	18,5	29,0
Cond	mS/cm	2,0	3,8	7,8

Paramètre	Unité	Concentrations			Flux			
		1	12	56	kg/j	2,0	45	303
MES	mg/l	1	12	56	kg/j	2,0	45	303
DCO	mg/l	2	29	92	kg/j	5,1	95	368
SO4	mg/l	5	1048	2219	kg/j	29,5	3826	16193
Cl	mg/l	12	689	1987	kg/j	67,8	1880	10817
F	mg/l	5	9	23	kg/j	2,0	33	98
Ca	mg/l	36	426	1270	kg/j	60,4	1378	3549
Na	mg/l	21	429	1006	kg/j	95,6	1455	5842
N tot	mg/l	2	19	551	kg/j	1,4	61	1619
As	µg/l	0	21	82	kg/j	0,0	0,1	0,5
Cu	µg/l	0	28	50	kg/j	0,0	0,1	0,1
Co	µg/l	0	53	160				
Mo	µg/l	0	2248	18000	kg/j	0,0	6,3	49,0
Ni	µg/l	0	107	780	kg/j	0,0	0,3	2,7
Zn	µg/l	0	352	1500	kg/j	0,0	1,6	8,6
AOX	µg/l	9	206	1100	kg/j	0,0	0,7	4,4
Phénol	µg/l	0	95	150	kg/j	0,0	0,4	1,0
TFA	mg/l	0	32	177	kg/j	0,2	93,4	1196
DMF	mg/l	<20	<20	<20				

Ici encore, arsenic, cuivre, nickel, zinc sont déclassants. Et il est à noter les très fortes concentrations en **molybdène, chlorures et sulfates**.

Enfin, l'analyse des impacts des effluents de l'Arias sur l'Avène a été abordée dans le cadre de l'étude d'impact du GIE de Salindres (APAVE – 2012). Les mesures effectuées en février, octobre et décembre 2011 (cf. annexe 7) montrent que :

- les concentrations en **nickel, zinc, chlorures, sulfates, calcium, sodium, chloroalcanes**, et **dichlorométhane** augmentent dans l'Avène entre l'amont et la confluence avec l'Arias,
- la concentration en arsenic diminue entre l'amont et l'aval de la confluence.

Les analyses pratiquées sur sédiment dans le cadre de cette étude confirment un impact négatif de l'Arias sur la qualité de l'Avène au regard des paramètres : **nickel, zinc, cadmium**, et dans une moindre mesure au regard de l'**aluminium** et de l'**arsenic**.

Tableau : analyses sur sédiments de l'Avène (source : étude d'impact du GIE de Salindres – 2012)

PARAMETRES	AMONT DU REJET PLATE-FORME (POINT 3)	AVAL DU REJET PLATE-FORME (POINT 4)	
	OCTOBRE 2011	OCTOBRE 2011	DECEMBRE 2011
Aluminium (mg(Al)/kg)	22 000	24 000	12 804
Arsenic (mg(As)/kg)	52	61	88,3
Cadmium (mg(Cd)/kg)	3,2	4,7	2,6
Cuivre (mg(Cu)/kg)	120	91	36,1
Fer (mg(Fe)/kg)	19 000	15 000	32 114
Nickel (mg(Ni)/kg)	18	120	41,3
Plomb (mg(Pb)/kg)	88	62	122,4
Zinc (mg(Zn)/kg)	630	840	499,8

Parallèlement, la note **IBGN** de l'Avène passe de 12 à 10/20 entre l'amont et l'aval de l'Arias, suivi par la note **IBD** qui passe de 15,3 à 8,8/20 en octobre 2011, ce qui permet de mesurer l'effet de la pollution sur les communautés benthiques.

Ces résultats sont en partie confirmés par l'étude d'impact d'Axens dont nous reproduisons les principaux résultats en annexe 8. En effet la campagne de mesure effectuée en février 2012 montre une augmentation des teneurs en **aluminium, cobalt, fer, molybdène, nickel** et **zinc**.

L'indice biologique **IBD** perd plus de 2 points, passant de 14,9/20 à 12,6/20.

● Bassin de Ségoussac

Nous présentons ici les résultats moyens des 6 campagnes de suivi trimestrielles de la qualité des eaux du bassin de Ségoussac effectuées entre 2012-2013 dans le cadre de l'arrêté préfectoral n°2007-29 du 3 août 2007 autorisant l'exploitant (RIO TINTO) à rejeter les eaux du bassin de Ségoussac dans la rivière l'Avène.

La qualité des eaux du bassin reflète l'ensemble de la tranche d'eau, la qualité des eaux de surverse est établie à partir de la qualité des eaux du bassin mesurée en sub-surface et à 2 m de profondeur.

Paramètre	pH	MES	Na	As	Mo	Ni	Al	K	Cl-
Unité		mg/l	mg/l	(µg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Qualité des eaux du bassin (2012-2013)	8,61	2,24*	111,68	7,64	1,75	1,74	0,40	3,47	11,81
Qualité des eaux surversées (2012-2013)	8,66	2,02*	111,46	7,45	1,75	1,74	0,38	4,18	13,66

Paramètre	SO4--	NO3	CO3	Ca	F-	Fe	DCO	Cond	N
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µS/cm	mg/l
Qualité des eaux du bassin (2012-2013)	9,50	4,16	325,13	9,19	0,85	1,78	18,11	593	3,14
Qualité des eaux surversées (2012-2013)	9,87	3,99	327,56	9,00	0,89	1,78	26,60	537	2,86

*les teneurs anormalement élevées mesurées au 3^{ème} trimestre 2012, n'ont pas été prises en compte dans la moyenne

Paramètre	pH	MES	Na	As	Mo	Ni	Al	K	Cl-
Unité		mg/l	mg/l	(µg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Qualité des eaux du bassin 2012-2013	8,61	2,24*	111,68	7,64	<0,1	<0,1	0,40	3,47	11,81
Qualité des eaux surversées 2012-2013	8,66	2,02*	111,46	7,45	<0,1	<0,1	0,38	4,18	13,66
Qualité à 50 ans modélisée à la surverse	-	5,00	-	3,00	-	-	0,19	-	-

Paramètre	SO4--	NO3	CO3	Ca	F-	Fe	DCO	Cond	N total
Unité	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µS/cm	mg/l
Qualité des eaux du bassin 2012-2013	9,50	4,16	325,13	9,19	0,85	<0,1	18,11	593	3,14
Qualité des eaux surversées 2012-2013	9,87	3,99	327,56	9,00	0,89	<0,1	26,60	537	2,86
Qualité à 50 ans modélisée à la surverse	-	-	-	-	-	-	-	1000,00	-

* les teneurs anormalement élevées mesurées au T3 -2012 n'ont pas été prises en compte dans la moyenne

Ces résultats indiquent des eaux très alcalines, avec des teneurs marquées en :

- arsenic (valeur supérieure à la NQE MA de 0,83 µg/l, mais classe « bonne » du SEQ-Eau) ;
- aluminium (380 µg Al/l ; classe « moyenne » du SEQ-Eau) ;
- fluor (890 µg F/l) ;
- azote total (2,9 mg N/l ; classe « moyenne » du SEQ-Eau).

A noter que le suivi réglementaire 2015 de l'Avène en amont et en aval de la confluence avec le fossé collectant les eaux de surverse du bassin de Séguoussac n'a pas mis en évidence d'impact sur la qualité physico-chimique du milieu et notamment sur les 3 paramètres que sont l'aluminium, le fluor et l'arsenic.

3.7.5. Activités agricoles

L'**agriculture** est une activité minoritaire au niveau du bassin versant de l'Avène. Toutefois, la présence de produits phytosanitaires, de nitrates et de phosphore dans les eaux superficielles ne permet pas d'exclure a priori une pression chimique de cette activité sur les eaux.

D'après le CERPE, la charge phytosanitaire sur les cultures au niveau du Gardon d'Alès est de l'ordre de 1,08 kg/ha cultivé.

Deux **caves vinicoles particulières** ont été recensées dans le bassin versant de l'Avène. Elles sont situées à Saint-Privat-des-Vieux et à Saint-Hilaire-de-Brethmas et ne disposent pas de dispositif épuratoire propre. La cave de Saint-Privat-des-Vieux est raccordée à la station d'épuration de l'agglomération d'Alès dont le rejet s'effectue hors bassin versant de l'Avène.

4. QUALITE CHIMIQUE AU REGARD DES RESULTATS D'ANALYSES EFFECTUEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE

4.1. PREAMBULE

Au vu du nombre important d'analyses pratiquées, l'analyse systématique de la qualité des eaux paramètre par paramètre, station par station et saison par saison, aurait été d'une lecture fastidieuse, peu synthétique et certainement pas en rapport avec l'objectif premier qui est de mettre en évidence les anomalies physico-chimiques pour aider à identifier les causes de pollution et leurs origines.

*Parti a été donc pris de procéder à une analyse par **groupe de paramètres** en mettant l'accent uniquement sur les paramètres disqualifiant de chaque groupe. Pour chacun d'entre eux, l'analyse est conduite **d'amont en aval** de manière à identifier les rejets les plus impactants ou les secteurs présentant des anomalies. Les différences intersaisonniers ne sont mentionnées que dans la mesure où elles sont significatives.*

La plus-value de l'étude réside dans le fait **que l'analyse porte non seulement sur les concentrations, mais également sur les flux.**

Notons à ce propos que les flux dont il est question ici résultent de la multiplication d'un débit instantané mesuré au moment du prélèvement par une concentration, elle aussi instantanée.

Leur précision est donc toute relative et l'usage qui peut en être fait est limité. En effet, une évaluation rigoureuse du flux aurait nécessité un protocole de mesure plus élaboré impliquant notamment un échantillonnage multiple de la section en travers du cours d'eau. La comparaison amont aval des flux aurait quant à elle nécessité la prise en compte des temps de transfert entre station de mesure et des variations horaires des flux.

C'est donc sur les ordres de grandeur de ces flux que nous raisonnerons et non sur leur valeur absolue.

Des profils en long de concentration et de flux sont présentés au fil du texte à des fins d'illustration.

Les valeurs brutes à l'origine de ces graphiques sont reportées dans des tableaux en annexe où le lecteur trouvera également les classes de qualité associées aux concentrations.

Ces classes de qualité ont été définies en référence à la DCE et notamment à l'arrêté du 27 juillet 2015, ou en référence au SEQ-Eau version 2, comme explicité au chapitre 2.3 et synthétisé dans le tableau ci-dessous.

Nous signalons que bien que ces classes de qualité ne soient applicables qu'aux cours d'eau, elles ont également été attribuées aux rejets dans le seul but de mieux identifier ceux-ci au sein des tableaux de données.

Tableau : système d'évaluation de la qualité utilisé

Groupe de paramètre	Paramètre(s)	Code couleur
GP1 in situ	T°, pH, O ₂ dans l'eau	DCE Stations 1 et 3 : HER1 n°8, T° prise en compte par la DCE Autres stations : HER1 n°6 : T° non prise en compte
GP1	DBO ₅ , COD, NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , PO ₄ , Ptotal dans l'eau	DCE
GP1	Conductivité, MES, Cl, SO ₄ , Ca, Mg, Na, TAC, Dureté, Cha, Phéopigment dans l'eau	SEQ-Eau V2
GP2	Bactériologie dans l'eau	SEQ-Eau V2
GP3	As, Cd, Cr, Cu, Sn, Hg, Ni, Pb, Zn dans l'eau	SEQ-Eau V2 Niveau de dureté de l'eau pris en compte : faible pour la station 1, fort pour les autres
GP3	Autre métaux dans l'eau	Les valeurs sont en gris si elles sont > au minimum entre la NQE et la VGE Elles restent en blanc si pas de NQE ou de VGE ou si ils sont inférieures au seuil de quantification du laboratoire. Les stations portent la couleur du SEQ-Eau V2 pour les molécules y figurant
GP4 et GP5	Pesticides et micropolluants dans l'eau	Les valeurs sont en gris si elles sont > au minimum entre la NQE et la VGE Elles restent en blanc si pas de NQE ou de VGE ou si ils sont inférieures au seuil de quantification du laboratoire. Les stations portent la couleur du SEQ-Eau V2 pour les molécules y figurant
GP6	EDTA sur eau	SEQ-Eau V2
GP7	Eau interstitielle et phase solide des sédiments	Les valeurs les plus élevées ont été grisées
GP8, GP9 et GP10	Métaux, pesticides et micropolluants dans les sédiments	SEQ Eau V2 pour les molécules y figurant Pour les autres molécules, les valeurs les plus élevées ont été grisées
GP11	EDTA dans les sédiments	Les valeurs les plus élevées ont été grisées
GP12	Métaux dans les bryophytes	Couleur fonction du facteur de concentration par rapport au témoin (bryophytes du Lez)
IBD		DCE
IOBS		Voir annexe 14

Des cartes de synthèse, qui n'ont pas pour vocation d'être des cartes de qualité mais des cartes présentant les points impactant de pollution et les paramètres en cause, ont également été élaborées et insérées à la fin de chaque chapitre.

4.2. CONTEXTE HYDROLOGIQUE DES CAMPAGNES DE MESURES

Le graphique suivant présente les résultats des jaugeages effectués au cours des 8 campagnes de mesures.

On constate que le débit de la campagne d'août 2014 à l'exutoire du bassin versant (station 17 - 53 l/s) est de l'ordre de grandeur du QMNA 5 ans (50 à 54 l/s d'après les éléments du SAGE).

Le débit de la campagne de novembre 2014 est voisin de l'estimation que nous avons donné précédemment du module annuel (débit moyen annuel : 1300 l/s).

Celui de la campagne de mai 2015 (144 l/s) est proche du dixième du module.

Celui de février 2015 (420 l/s) représente 1/3 du module.

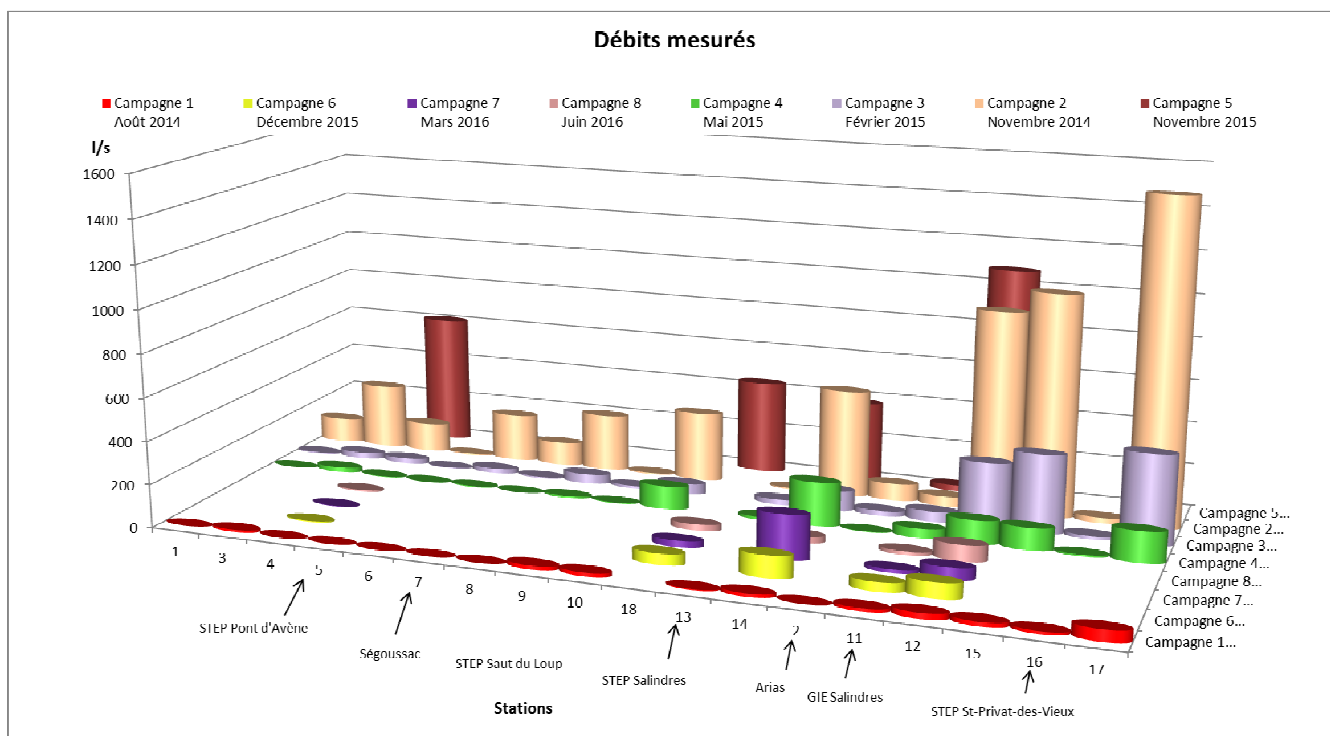
Ainsi, on peut en conclure, malgré les incertitudes sur les estimations des débits de référence, que la première année de suivi, a bénéficié de conditions hydrologiques variées et plutôt représentatives des bas débits de l'Avène (inférieurs au module).

Le positionnement de la seconde année de suivi par rapport aux débits de référence est plus délicat dans la mesure où seulement 5 stations ont été jaugées et où on ne dispose pas du débit en aval de l'Avène.

Néanmoins, au regard des débits mesurés au niveau de la station 12, c'est-à-dire en aval de l'Arias, les campagnes 6, 7, 8, c'est-à-dire celles de décembre, mars et juin 2016, se seraient déroulées dans des conditions de faible hydraulicité (entre le QMNA5 et le 1/10^{ème} du module).

En revanche, les débits de la campagne 5 de novembre 2015, réalisée 12 jours après d'importantes pluies, s'apparentent à ceux de novembre 2014.

Ainsi, la seconde année de suivi couvre une gamme de débit sensiblement identique à celle de la première année.



Etude des pressions polluantes de l'Avène
Résultats des jaugeages effectués au droit des stations d'analyse

Station			Débit en l/s							
Code provisoire AERMC	Code étude station	Ordre amont-aval	Campagne 1 Août 2014	Campagne 2 Novembre 2014	Campagne 3 Février 2015	Campagne 4 Mai 2015	Campagne 5 Novembre 2015	Campagne 6 Décembre 2015	Campagne 7 Mars 2016	Campagne 8 Juin 2016
06127905	1	1	0,0	116,0	5,6	0,2				
06127925	3	2	10,1	306,4	28,6	22,6				
06127935	4	3	0,1	136,9	23,1	2,5	611,7	4,5	2,2	6,2
06REJ005	5	4	0,5	5,2	2,6	0,6				
06127945	6	5	0,7	224,7	21,7	4,2				
06REJ007	7	6	0,0	110,0	5,9	0,1				
06127955	8	7	0,0	269,2	43,3	8,7				
06REJ009	9	8	18,0	6,0	11,7	3,3				
06127965	10	9	16,3	327,2	49,4	108,4				
06127970	18	9,5					436,8	51,5	29,8	28,6
06REJ013	13	10	4,1	5,8	23,2	12,5				
06127985	14	11	15,5	502,4	93,9	205,8	382,6	101,3	206,1	30,8
06127915	2	12	0,0	80,3	24,2	1,9				
06REJ011	11	13	13,8	45,8	48,1	43,1	27,3	42,1	15,9	16,5
06127975	12	14	25,6	937,9	301,9	110,5	1076,7	71,4	55,3	75,2
06127900	15	15	19,5	1038,9	366,5	103,2				
06REJ016	16	16	12,5	25,0	15,5	8,6				
06127980	17	17	52,7	1511,1	419,1	143,6				

à-sec

Cumul pluie sur les 5 jours précédents à Nîmes Courbessac	3,6 mm	25,6 mm	8 mm	1,4 mm	19,5 mm	2,4 mm	0,4 mm	1,4 mm
---	--------	---------	------	--------	---------	--------	--------	--------

4.3. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE BASE - GROUPE GP1

Les résultats des mesures in-situ et analyses pratiquées dans le cadre de cette étude sont présentés sous forme de graphiques au fil de ce chapitre. Sur un même graphique, on trouvera les 8 profils en long correspondants aux 8 campagnes réalisées. Les mesures en cours d'eau y sont représentées en orange, tandis que les mesures sur rejet y sont représentées en marron.

En annexe 10 figurent les valeurs numériques correspondantes et leur confrontation aux grilles de qualité comme explicité dans le tableau du chapitre 4.1.

Le tableau ci-contre précise le nombre de campagnes de mesures effectuées par station.

Nombre d'analyses de type GP1 effectuées			
Code station	Nom station	Année 1	Année 2
1	Amont du BV	3	
3	Aval mines	4	
4	Amont Pont d'Avène	4	4
5	STEU Rousson Pont d'Avène	4	
6	Aval Pont d'Avène	4	
7	Rejet Ségoussac	4	
8	Aval Ségoussac	4	
9	STEU Rousson Saut du Loup	4	
10	Aval Saut du Loup	4	
18	Amont STEU Salindres		4
13	STEU Salindres	4	
14	Aval Salindres	4	4
2	Arrias amont	3	
11	Rejet Plateforme chimie	4	4
12	Aval Arrias	4	4
15	Station 06127900	4	
16	STEU St Privat V	4	
17	Station 06127980	4	

4.3.1. Température

Les températures de l'eau, très dépendante de la saison, sont très élevées au mois d'août 2014 en raison du bon ensoleillement du cours d'eau mais également des faibles écoulements. Elles dépassent 30 °C à Pont d'Avène (station 4), 22 °C à Salindres (station 14) et 23 °C à Saint-Hilaire-de-Brethmas, ce qui est préjudiciable à la vie piscicole.

Bien que moins élevées les températures printanières du mois de mai 2015 sont également fortes (maximum 27,3 °C).

Les minima s'enregistrent en février, avec moins de 10 °C dans la plupart des stations.

Les rejets n'impactent que modérément ces températures, hormis en août 2014 lorsque les débits des rejets sont importants par rapport aux débits du cours d'eau.

Remarque : nous précisons que dans le tableau de l'annexe 10, seules les stations amont 1 et 3 ont fait l'objet d'un classement au sens de la DCE vis-à-vis du paramètre température. En effet, les autres stations appartenant à l'hydro-écocorégion de rang 6, ont des températures naturellement élevées et ne peuvent être qualifiées par la DCE.

4.3.2. Oxygène dissous

D'amont en aval et d'une saison à l'autre, les teneurs en oxygène dissous et le taux de saturation évoluent beaucoup.

Les rejets des stations d'épurations communales (stations 5, 9, 13, 16) sont la plupart du temps désoxygénés mais cela a peu d'incidence sur la teneur en oxygène des eaux de l'Avène qui dépend d'avantage de paramètres tels que la charge en matières organiques, l'activité photosynthétique ou la vitesse du courant. Une exception est à signaler au niveau de la STEP de Rousson Saut-du-Loup en août 2014. A cette date le débit de la STEP constituait l'essentiel du débit de la rivière au niveau de la station 10 (18 l/s). Sa forte désoxygénation explique celle du cours d'eau.

Jusqu'au niveau de la station 3 (aval Mercoirol), les concentrations et taux de saturation sont satisfaisants.

A partir de la station 4 (amont Pont d'Avène) et vers l'aval, on observe épisodiquement des pics d'oxygène avec dépassement du seuil optimal de 100 % de saturation. Ils ont lieu dans l'après-midi aux mois d'août et de mai.

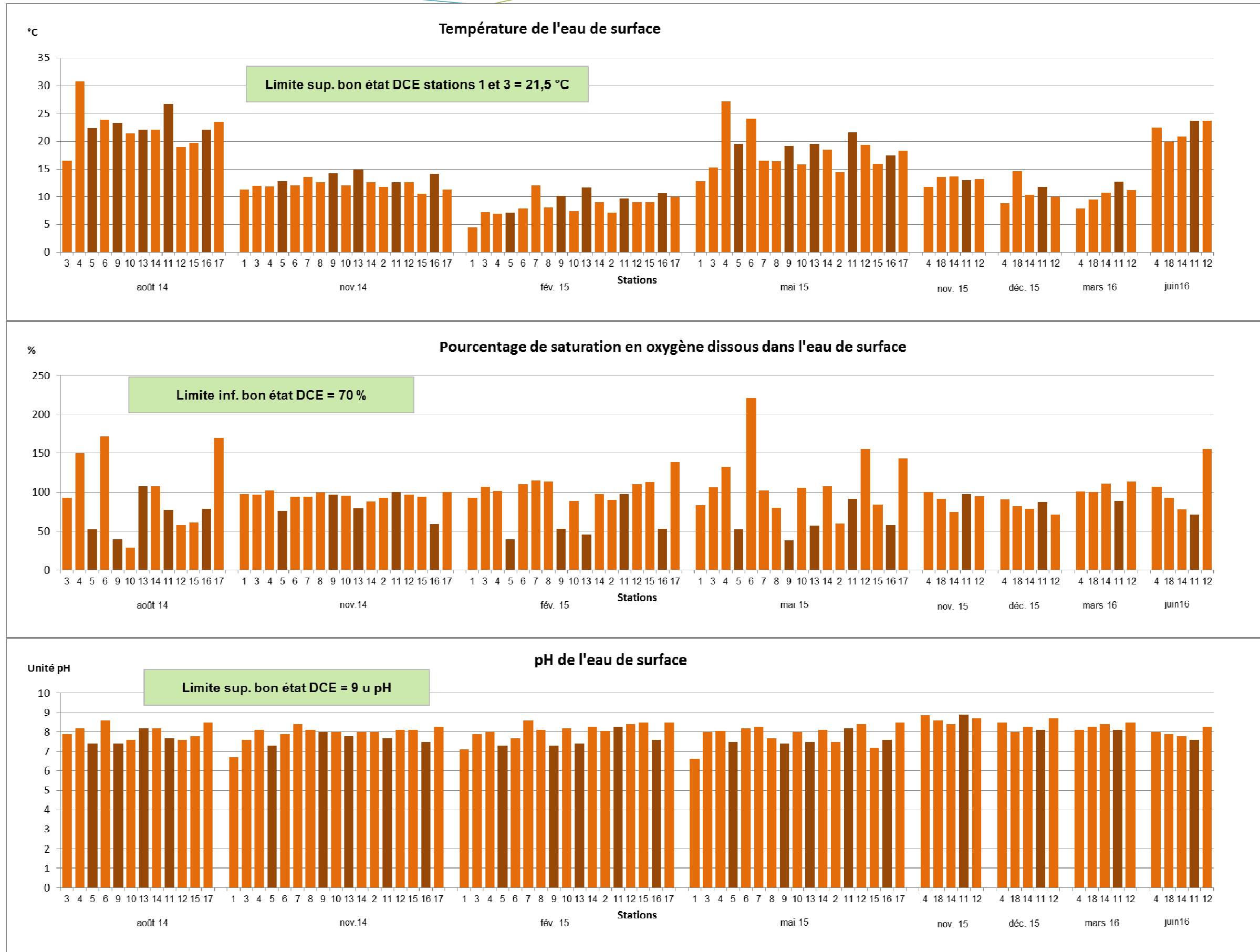
Des désoxygénations se produisent au cours de ces mêmes mois, mais le matin. La station 12 (aval de l'Arias) en fournit un exemple : 58 % à 9h50 le 20 août ; 156 % à 16h00 le 19 mai. Parallèlement le pH passe de 7,6 à 8,4 entre ces 2 prélèvements. Ceci est caractéristique des cours d'eau soumis à eutrophisation et souligne, de fait, la présence d'apports nutritifs (azote et phosphore notamment). Les secteurs les plus sensibles à ces phénomènes se situent entre les stations 4 et 6 (Pont d'Avène) d'une part et 12 et 17 (aval de l'Arias) d'autre part.

Les données historiques de la station de du RCO de l'Avène à Saint-Privat-des-Vieux (station n°15 de la présente étude) confirment ce propos : 20,8 mg O₂/ et 239 % de saturation le 24/06/2013.

4.3.3. Potentiel hydrogène

Il détermine une classe de qualité "très bonne" à "bonne" sur l'ensemble du linéaire de l'Avène et dans l'Arias.

Sa valeur dépend de la nature géologique des sols (terrains acides en amont de la station 1), des rejets et de l'activité photosynthétique (voir chapitre précédent). Il est plus faible et plus proche de la neutralité (pH = 7) dans les rejets qui demeurent peu impactant pour ce paramètre.



4.3.4. Conductivité

Elle est à peu près constante et satisfaisante sur tout le linéaire de l'Avène compris entre l'aval de Mercoirol (station 3) et la confluence avec l'Arias (station 14).

La faible minéralisation des terrains situés en amont de Mercoirol abaisse sa valeur dans la station 1, tandis que les apports du GIE via l'Arias impactent nettement l'Avène aval, notamment en août 2014, mai 2015, décembre 2015 et juin 2016, lorsque ses débits sont les plus faibles. Dans ce rejet, les conductivités évoluent entre 2 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 4 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et il n'y a pas de changement notable depuis la suppression des apports de Ségoussac au GIE.

A noter également, qu'en août 2014, pour des débits très faibles, le secteur Mercoirol (station 3) à Salindres (station 10) voit sa conductivité doubler par rapport à celle mesurée lors des autres campagnes.

Les 2 derniers graphiques de la page suivante établis à partir des enregistrements effectués par le CNRS au niveau de la station 17 de Saint-Hilaire-de-Brethmas donnent un aperçu de l'évolution de la conductivité avec le débit à l'exutoire du bassin versant de l'Avène.

On y voit que la conductivité est extrêmement variable dans le temps puisque, sur la période allant de juin 2012 à décembre 2014, elle fluctue entre 500 et 3 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les valeurs obtenues dans le cadre de cette étude se situent également dans cette fourchette. A titre d'exemple :

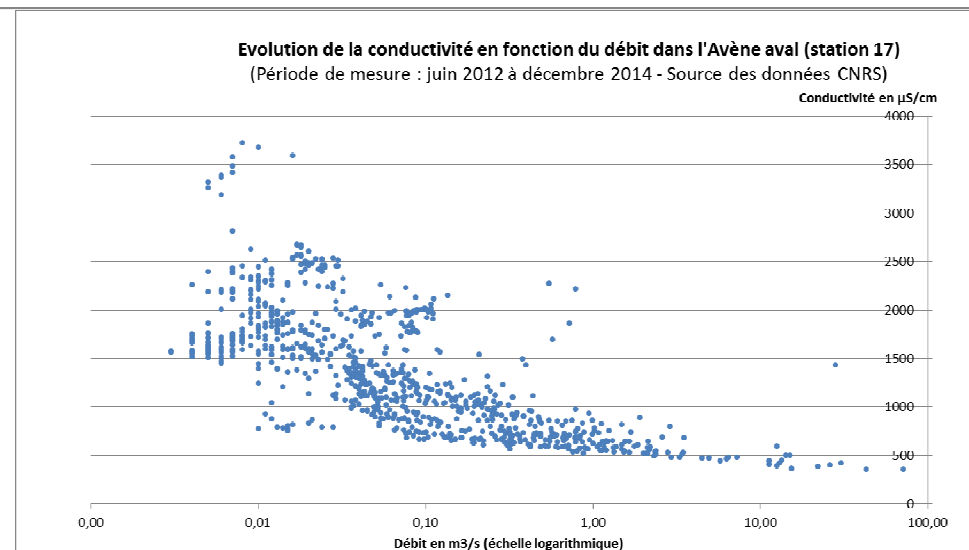
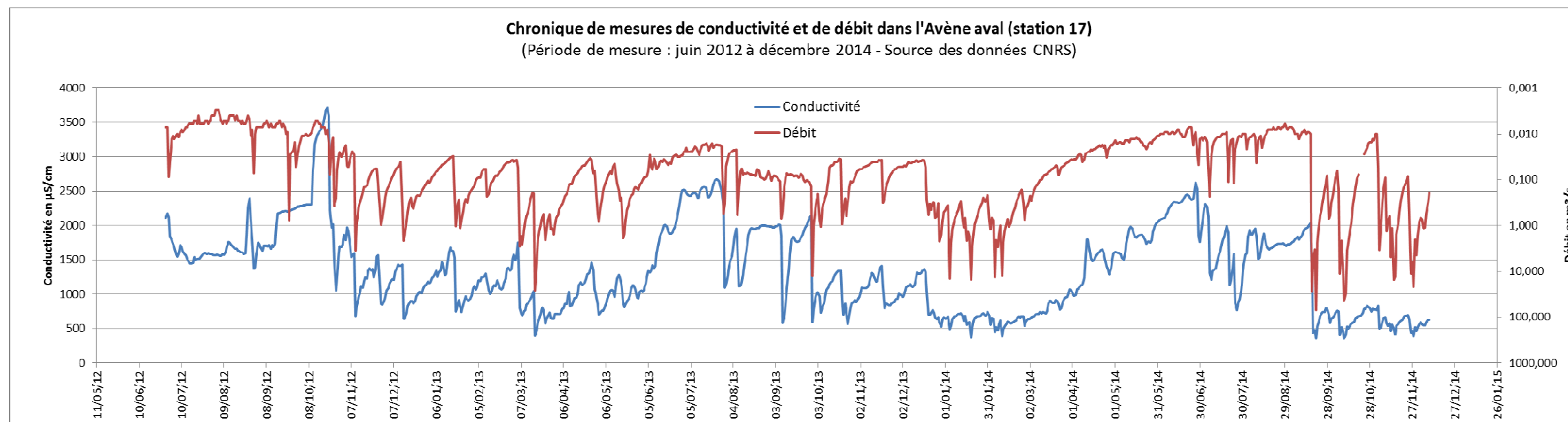
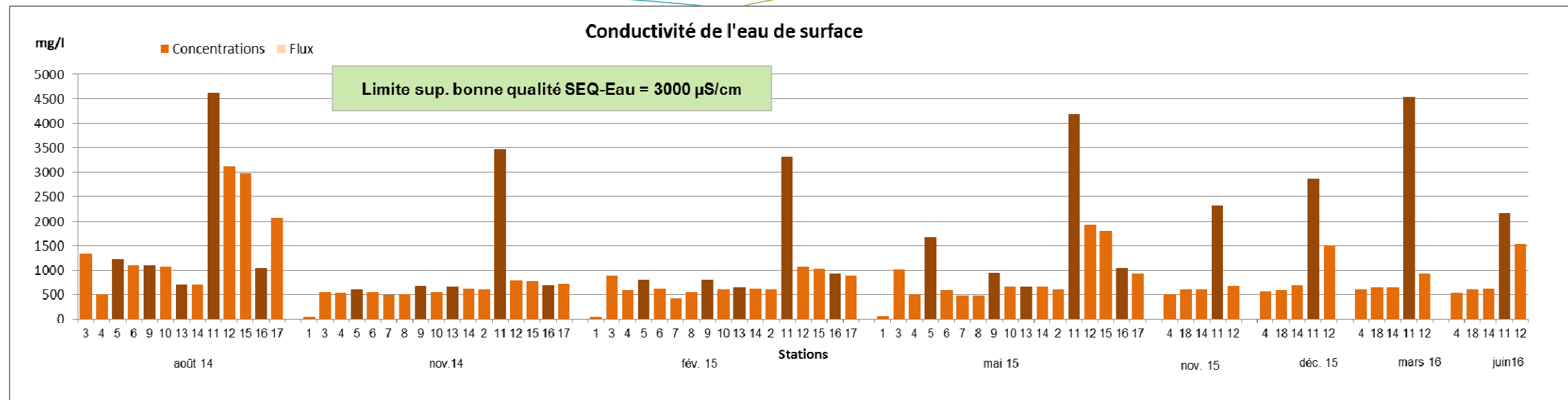
- 20 août 2014, nous avons enregistré 2071 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la station 17. La valeur fournie par le CNRS est de 1678 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- le 19 novembre 2014, nous avons enregistré 723 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la station 17. La valeur fournie par le CNRS est de 612 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En outre cette conductivité évolue en sens inverse des débits. Elle augmente quand les débits diminuent, notamment en période estivale et diminue quand les débits augmentent, en particulier en hiver et lors des pics de crue.

Ce phénomène observable sur la plupart des bassins versants est particulièrement prononcé dans le cas de l'Avène car le cours d'eau est soumis à des rejets continus fortement chargés en sels dissous.

Mais la variabilité de la conductivité de l'Avène n'est pas le simple fait du débit. Elle peut également résulter de la variabilité de la conductivité des rejets. A titre d'exemple, pour un débit de l'Avène de 30 l/s, la conductivité du cours d'eau était de 1 080 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le 05/04/2014 et de 2 510 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le 29/06/2013. La conductivité du rejet du GIE qui était de 4 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le 05/04/2014 et de 7 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le 29/6/2013 peut expliquer cet écart.

Des records de conductivité sont également enregistrés à la station RCO de Saint-Privat-des-Vieux (station n°15 de la présente étude) : 8350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le 07/09/1994 et 6193 $\mu\text{S}/\text{cm}$ le 09/08//2006.



4.3.5. Chlorures

La qualité des eaux de l'Avène est « très bonne » à « bonne » au regard de ce paramètre et au sens du SEQ-Eau jusqu'à la confluence avec l'Arias (station 14).

Les rejets fortement chlorurés du GIE (station 11), puis ceux un moins chargés de la STEP de St-Privat-des-Vieux (station 16), induisent une dégradation de la qualité de la partie aval de l'Avène, notamment en période de faible hydraulicité : déclassement en qualité "mauvaise" en août 2014, « médiocre » en mai 2015 et juin 2016.

Si les concentrations en aval de l'Arias diminuent, les flux, eux, semblent à peu près conservatifs, bien que les débits augmentent vers l'aval. Ce phénomène est classique en présence de rejets ponctuels.

Les flux mesurés dans le cadre de cette étude à la station 11 (minimum : 221 kg/j, maximum 1953 kg/j) sont cohérents avec ceux de l'autosurveillance du GIE (moyenne : 1880 kg/j en 2014).

On ne détecte pas d'évolution notable de la qualité au regard des chlorures depuis l'arrêt du transfert des eaux de Ségoussac vers le GIE.

4.3.6. Sulfates

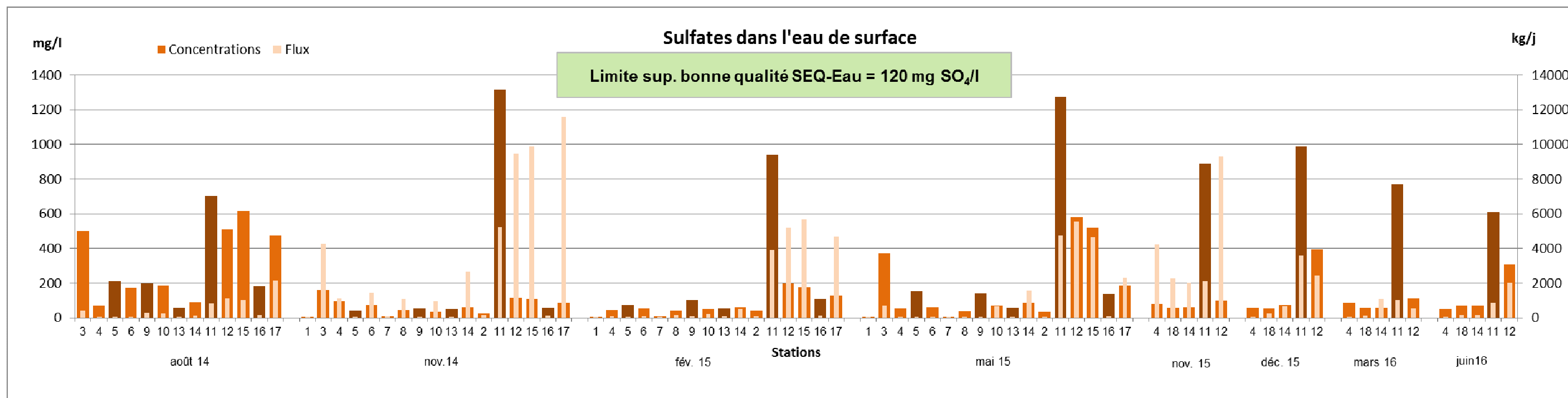
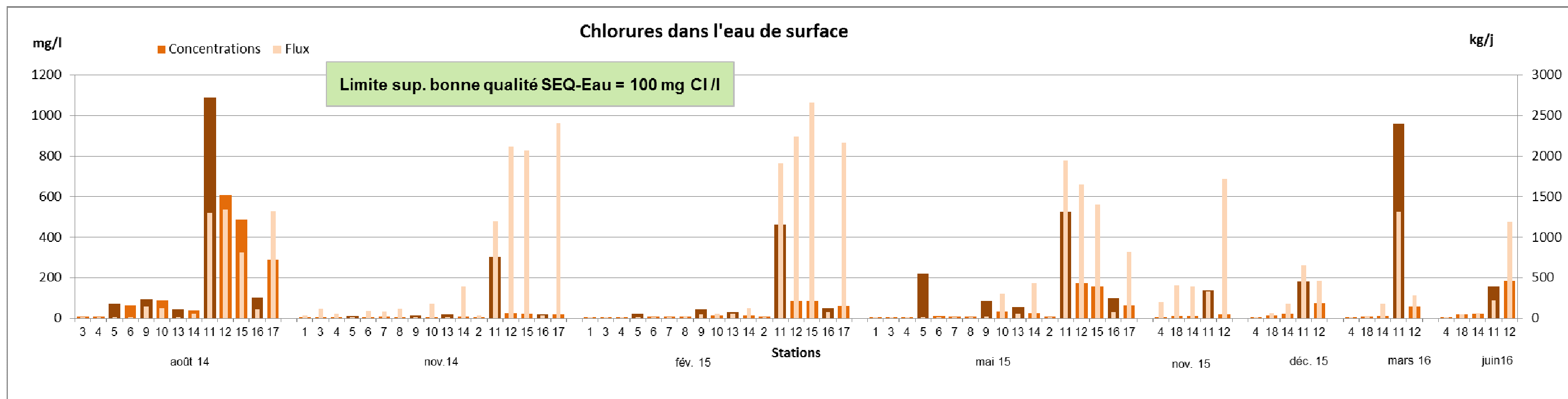
Beaucoup de sulfates apparaissent en aval de Mercoirol (station 3 - classe qualité "mauvaise" du SEQ-Eau) ce qui est cohérent avec le fond géochimique et les activités minières passées du secteur, mais ce qui sera aussi une situation difficile à maîtriser.

La situation s'améliore ensuite jusqu'à la confluence avec l'Arias (station 14) sous l'effet de la dilution.

Les flux de sulfates apportés par les rejets du GIE sont conséquents et le comportement des sulfates en aval de l'Arias ainsi que les niveaux de qualité atteints sont similaires à ceux des chlorures.

Ces flux dont le minimum s'établit à 838 kg/j et le maximum à 5217 kg/j, sont cohérents avec ceux de l'autosurveillance du GIE (moyenne : 3826 kg/j en 2014).

On ne note pas d'évolution significative depuis l'arrêt des apports de Ségoussac au GIE.



4.3.7. Calcium

Les teneurs naturelles en calcium de l'ordre de 100 mg/l dès la station 3 soulignent la forte dureté des eaux (cette dernière s'établit à environ 30 °F). Seules les stations 1 (Avène amont) et 7 (Ségoussac), captant des eaux géologiquement différentes, affichent une teneur en calcium très faible (inférieure à 4 mg Ca/l pour la première et inférieure à 23 mg Ca/l pour la seconde).

Le calcium ne présente toutefois pas de problème hormis au mois d'août 2014, en aval de l'Arias au niveau des stations 12 et 15 qui subissent l'impact des rejets du GIE (classe de qualité « passable » du SEQ-Eau avec plus de 260 mg Ca/l).

Les flux de calcium mesurés dans le cadre de cette étude à la station 11 (minimum : 99 kg/j, maximum 1953 kg/j) sont cohérents avec ceux de l'autosurveillance du GIE (moyenne : 1880 kg/j en 2014).

Le flux de calcium semble augmenter tout au long du linéaire de l'Avène, probablement sous l'effet d'apports d'origine naturelle (terrains sédimentaires), mais c'est à la confluence avec l'Arias, aux mois de novembre 2014 et 2015, lors des plus forts débits, que ces apports sont les plus importants.

Les flux du GIE ne représentent qu'une faible part de ces apports.

4.3.8. Sodium

La qualité des eaux de l'Avène au regard du paramètre sodium est globalement « très bonne ». On notera seulement une perturbation des stations 12 (aval Arias) et 15 (St-Privat-des-Vieux) en août 2014, ainsi que de la station 12 en mai 2015, probablement sous l'effet des rejets du GIE qui affichent en permanence les concentrations les plus élevées.

Les flux de sodium à la station 11 (minimum : 276 kg/j, maximum 2474 kg/j) sont également cohérents avec ceux de l'autosurveillance du GIE (moyenne : 1455 kg/j en 2014).

En résumé, l'Avène ne subit une perturbation par le sodium qu'en aval de l'Arias et en période de très faible débit. Cette perturbation est imputable aux rejets du GIE.

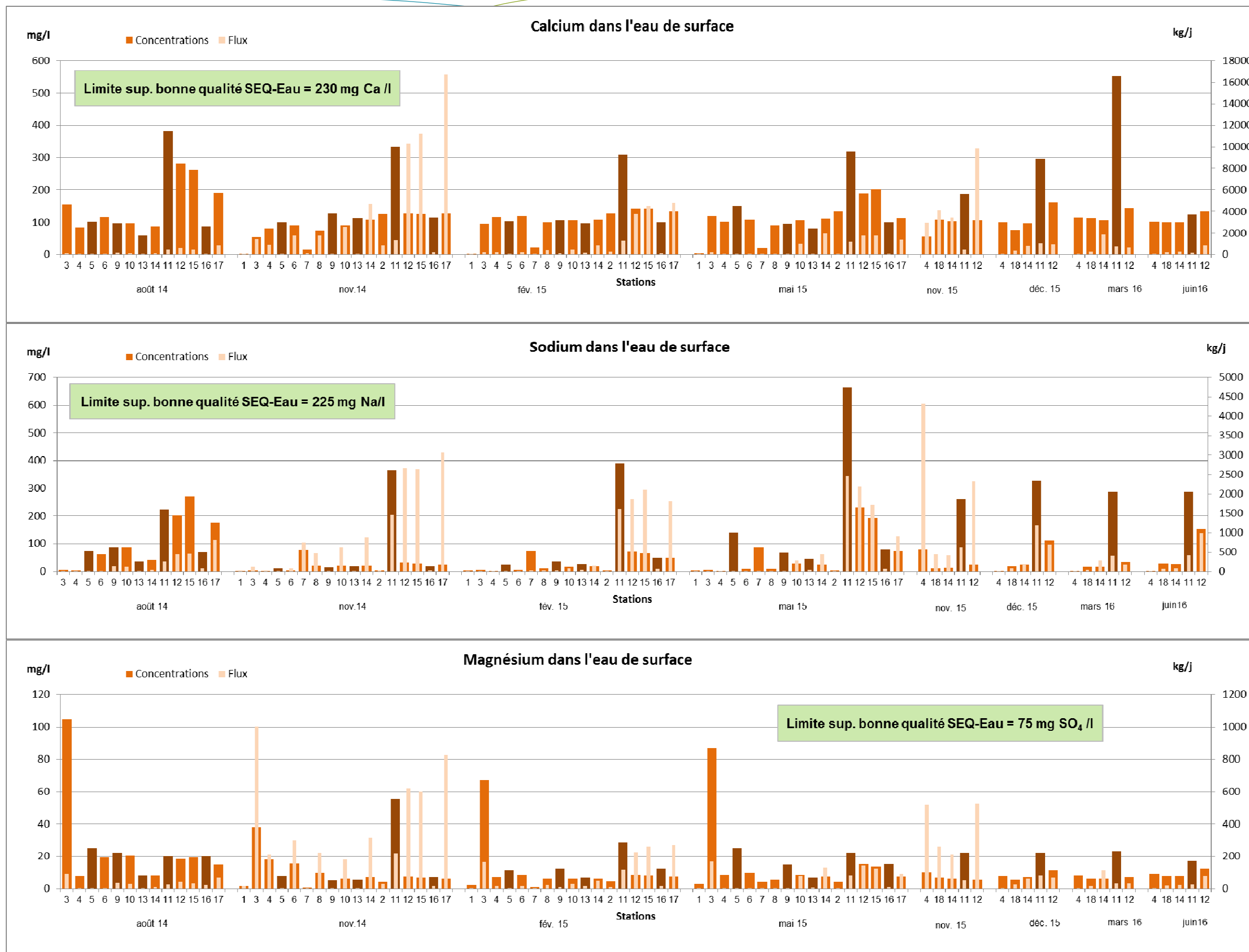
4.3.9. Magnésium

Avec moins de 21 mg Mg/l, la qualité de l'eau de l'Avène de Pont d'Avène au Gardon au regard de ce paramètre est très bonne (classe « bleue » du SEQ-Eau).

La station 3, située en aval de Mercoirol, présente les plus fortes concentrations (104 mg Mg/l en août 2014, 68 mg Mg/l en février 2015 et 87 mg Mg/l en mai 2015). Des apports naturels d'origine géochimique sont vraisemblablement en cause, amplifiés ou non par les exploitations des terrains miniers de Mercoirol.

A l'appui de ceci, on remarquera que les plus fortes concentrations s'observent lors des mois de plus forte hydraulicité : campagnes de novembre 2014 et 2015.

Les concentrations dans les rejets du GIE de Salindres sont plus élevées que celles de l'Avène en amont de la confluence avec l'Arias et que celles de l'Arias amont (17 à 55 mg Mg/l). Elles génèrent une augmentation des concentrations de l'Avène qui reste cependant très modérée. Il n'y a pas d'évolution notable de la qualité des rejets du GIE en 2015 au regard du paramètre magnésium.



4.3.10. Demande biochimique en oxygène

La DBO₅, qui mesure l'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader la matière organique, est aussi une mesure de la quantité de cette matière organique présente dans les eaux.

Les concentrations les plus élevées se rencontrent dans les rejets des stations d'épuration communales (stations 5, 9, 13, 16) et dans ceux du GIE (station 11), mais les flux les plus importants sont ceux du GIE.

Les flux de DBO₅ mesurés à l'exutoire des STEP sont de l'ordre de grandeur de ceux fournis par le SIE entre 2009 et 2014, sauf au niveau de St-Privat-des-Vieux où une valeur élevée de flux a été obtenue en mars 2015 (45 kg O₂/j).

Comparaison des flux de DBO₅ (en k/j) mesurés au cours de ce suivi avec ceux fournis par le SIE

STEP	Flux du SIE entre 2009 et 2014	Flux mesurés au cours de l'étude entre 2014 et 2015
Rousson Pont-d'Avène	0,7 à 8,6	1,6 à 17,0
Rousson Saut-du-Loup	2,2 à 6,3	1,8 à 4,0
Salindres	3,0 à 8,0	0,5 à 5,0
Saint-Privat-des-Vieux	2,1 à 12,7	2,2 à 45,0

On remarquera qu'entre la confluence avec l'Arias et la station 15 (Saint-Privat-des-Vieux), les concentrations en DBO₅ et les flux ont tendance à diminuer, ce qui s'explique en grande partie par les phénomènes d'autoépuration impliquant une oxydation bactériologique naturelle de la matière organique et une dénitrification.

Des apports de matière organique ont lieu au niveau de Rousson et de Salindres qui ne sont pas le seul fait des rejets de la STEP de Rousson Saut-du-Loup et de Salindres. Ils sont perceptibles surtout en novembre 2014 (au vu de l'augmentation des flux entre la station 6 et la station 10), en mai 2015 (au vu de l'augmentation des flux entre les stations 8 et 10) et décembre 2015 (au vu de l'augmentation des flux entre les stations 4 et 18). Des rejets directs (d'eau pluviale ou d'eau usées) sont suspectés.

Malgré cela l'état des eaux de l'Avène reste « bon » à « très bon » sur tout le linéaire au regard du paramètre DBO₅ (exception faite de la mesure de décembre 2018 à Salindres (station 18 – qualité « médiocre »).

4.3.11. Carbone organique dissous

Le COD caractérise la matière organique soluble.

Son profil en long de concentration est similaire à celui de la DBO₅.

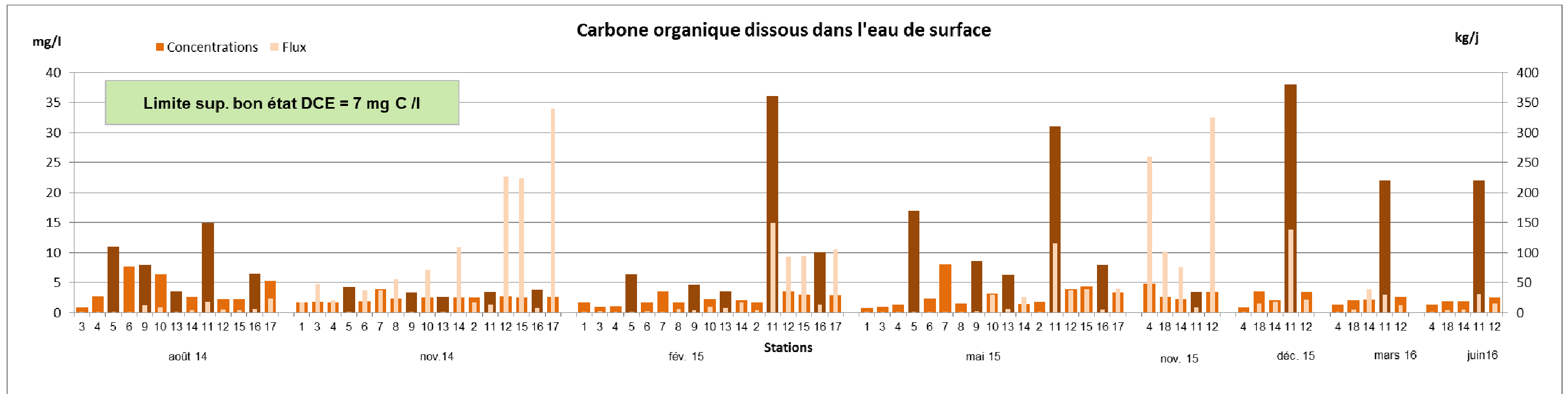
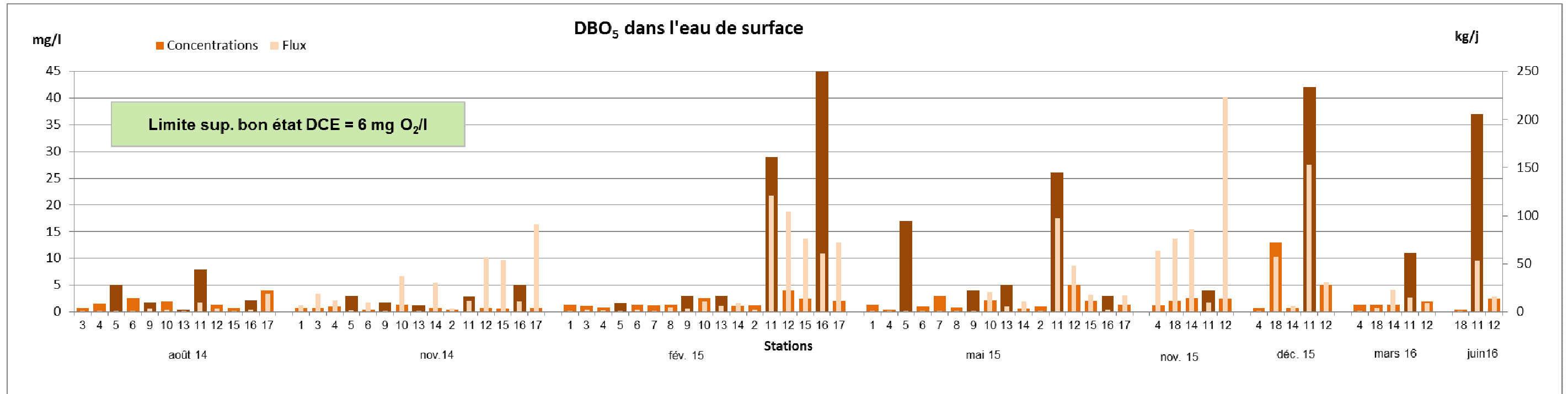
Les concentrations les plus élevées de COD se rencontrent dans les rejets du GIE puis dans les rejets des stations d'épurations de Rousson Pont d'Avène, Rousson Saut-du-Loup et Saint-Privat-des-Vieux.

L'impact du GIE sur les concentrations de l'Avène est surtout perceptible en février, mai, décembre 2015, et mars 2016. Celui de la STEP de Pont d'Avène (5), en août 2014. Celui de la STEP de Saut-du-Loup (9), en mai 2015 et celui de la STEP de Saint-Privat, en août 2014.

Une valeur de flux est surprenante : celle de la station 12 (aval Arias) en novembre 2014 (227 kg/j), mais elle est confirmée par les valeurs mesurées aux stations 15 et 17, plus en aval. De même, la valeur de novembre 2015 à la station 12 est importante (326 kg/j). Il semblerait donc que des apports de DCO se produisent en période de forte hydraulité entre la station 14 (aval Salindres) et la station (12 aval Arias) qui n'ont pas pour origine les rejets du GIE. Ces augmentations de flux sont également couplées à des augmentations (proportionnellement moins importantes) de DBO₅.

Une autre valeur est surprenante car élevée, mais n'a pas trouvé d'explication : celle du flux de la station 4 à l'amont de Pont-d'Avène.

Reste que la qualité de l'Avène au regard du COD est « bonne » à « très bonne » sauf en aval de la STEP de Pont d'Avène (station 6) en août 2014 (qualité « moyenne »).



4.3.12. Ammonium

Les concentrations les plus élevées sont enregistrées dans les rejets (stations 5, 9, 13, 11 et 16) et en particulier ceux du filtre planté de roseaux de la station de Rousson – Pont d'Avène (station 5), mais ces concentrations sont très variables dans le temps.

Les flux les plus importants sont apportés par le GIE (11) et la STEP de Saint-Privat-des-Vieux (16).

Le cours d'eau est modérément impacté. On dépasse la classe d'état « bon » de la DCE et atteint la classe "moyen", qu'aux stations 6, 10, 12 au mois d'août 2014, à la station 15 au mois de mai 2015, et à la station 18 au mois de décembre 2015, périodes de faible hydraulicité. Le plus fort déclassement a lieu au niveau de la station 12 au mois de décembre 2015 : classe d'état « médiocre » avec 2,7 mg NH₄/l.

4.3.13. Nitrites

Ces composés instables dans le milieu naturel sont généralement issus de l'assainissement domestique. Il n'est donc pas surprenant de rencontrer les plus fortes concentrations dans les rejets des STEP de Rousson – Pont d'Avène (station 5), Rousson – Saut du Loup (station 9) et de Saint-Privat-des-Vieux (station 16). Les concentrations du GIE ne sont élevées qu'aux mois de mai et de décembre 2015.

En termes de flux, la station de Pont-d'Avène est peu contributive de par son faible débit. En revanche les autres unités de traitement citées ci-dessus le sont.

Cela impacte directement les stations 6, 10 (classe de qualité « mauvaise » de la DCE, respectivement en août 2014 et février 2015), 12 (classe « mauvaise » en décembre et juin 2016) et 15 (classe « médiocre » en mai 2015).

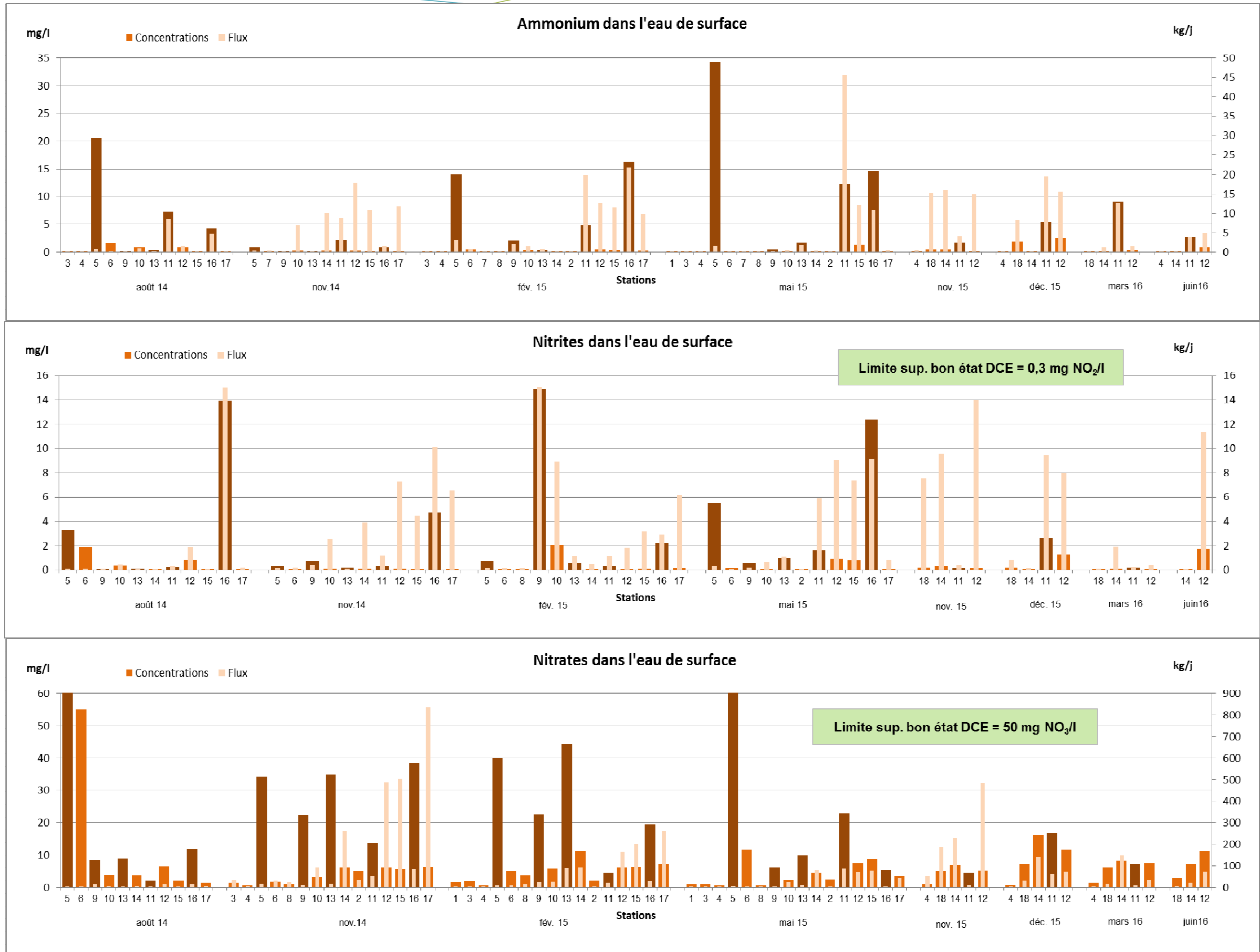
De façon surprenante, la station 17 en aval des rejets de la STEP de Saint-Privat-des-Vieux n'est pas impactée. La nitrification (oxydation des nitrites en nitrates) ne peut expliquer à elle seule ce phénomène car les variations de flux d'azote sous forme NO₂ entre les stations 15 et 16 d'une part et 17 d'autre part, ne correspondent pas aux variations de flux d'azote sous forme NO₃ entre ces deux séries de stations.

4.3.14. Nitrates

Les concentrations en nitrates dans le cours d'eau sont généralement modérées (moins de 16 mg/l – « bon » état DCE, qualité « moyenne » du SEQ-Eau), sauf à la station 6 fortement impactée par la STEP de Rousson - Pont d'Avène (5) avec 55 mg NO₃/l au mois d'août.

De façon simplifiée, jusqu'à la confluence avec l'Arias (station 14), les stations d'épuration sont les principales productrices de nitrates. A partir de la station 14 et jusqu'au Gardon (stations 12, 15 et 17), les flux augmentent anormalement et de façon simultanée avec les débits. Cette dernière portion du cours d'eau semble donc soumise à une pression d'origine agricole.

Une pression urbaine et/ou agricole peut être envisagée dans la traversée de Rousson et de Salindres, au vu des augmentations de flux aux stations 10 et 14 durant la campagne de novembre. Mais ceci mériterait d'être étayé par des mesures complémentaires en période de pluie.



4.3.15. Azote Kjeldahl

Ce paramètre noté NKJ regroupe l'azote ammoniacal et l'azote organique.

Comme pour le NH_4 , les apports de NKJ (en termes de flux) les plus conséquents sont ceux du GIE (station 11) et de la STEP de Saint-Privat-des-Vieux (station 16).

L'incidence sur la qualité de l'Avène est cependant faible dans la mesure où les concentrations y sont la plupart du temps inférieures au seuil de quantification du laboratoire (1 mg N/l).

Les points de moins bonne qualité sont les stations 6 au mois d'août 2014 (aval de la STEP de Rousson – Pont d'Avène – 2,8 mg N/l), la station 12 au mois de mai 2015 (aval Arias – 3,8 mg N/l) et la station 18 au mois de décembre (Salindres – 3,5 mg N/l) qui se voient attribuer une qualité seulement « moyenne » selon le SEQ-Eau.

Que ce soit pour l'azote Kjeldahl, l'ammonium, les nitrites ou les nitrates, il n'a pas été décelé de tendance d'évolution des flux ou des concentrations au niveau des rejets du GIE au cours du suivi.

4.3.16. Orthophosphates et phosphore total

Ces deux paramètres suivent sensiblement la même évolution amont-aval.

Ceci est dû au fait que la quasi-totalité du phosphore total des rejets des stations d'épuration est constitué de phosphore sous forme polyphosphates.

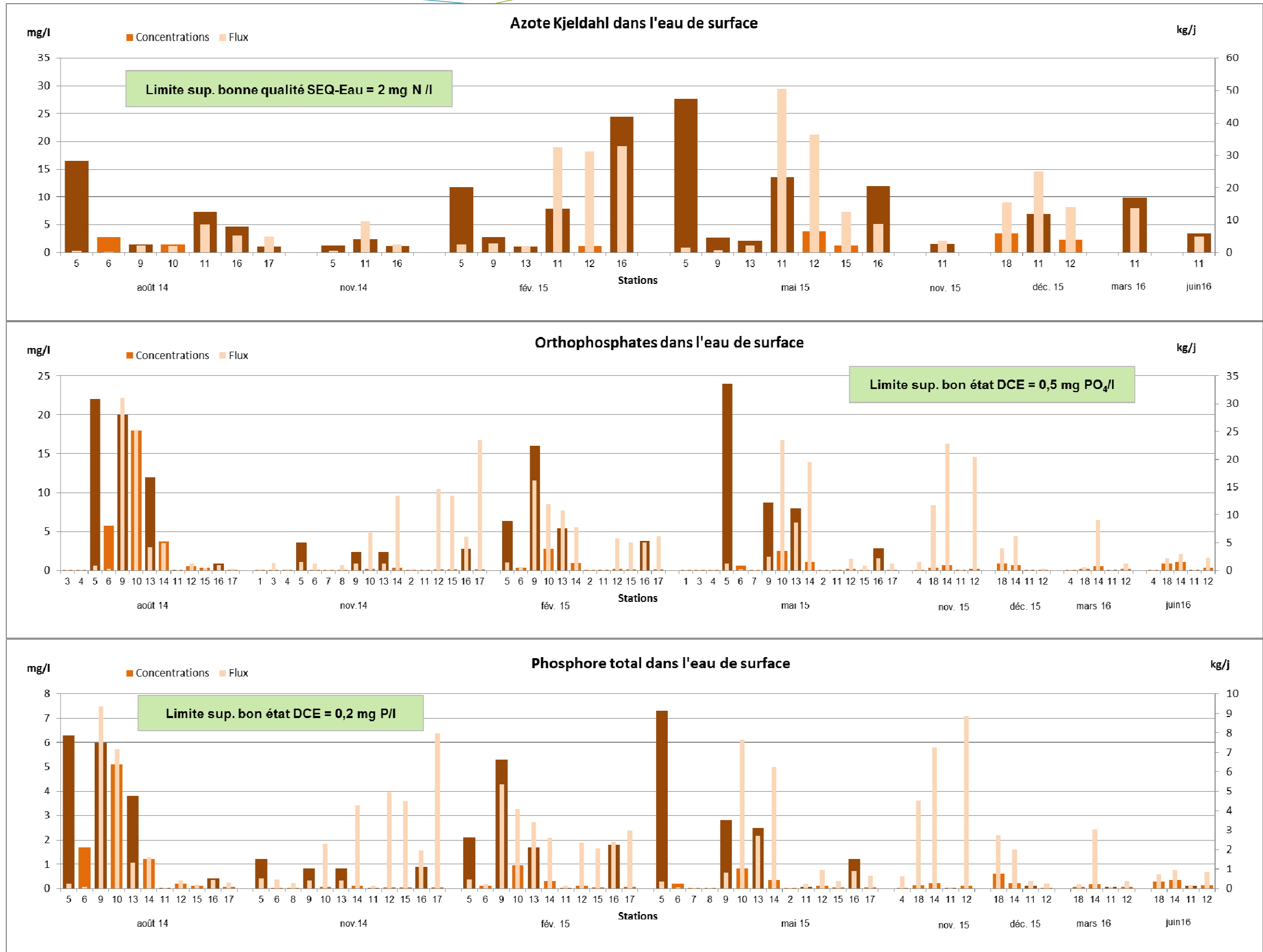
La proportion de polyphosphates dans les rejets du GIE (11) et de Ségoussac (7) est plus faible (environ 20 %), mais leur contribution à la charge en phosphore reçue par l'Avène est négligeable.

Les concentrations les plus élevées se rencontrent dans les rejets des stations d'épuration communales (stations 5, 9, 13 et 16).

L'impact sur le cours d'eau se fait sentir essentiellement en aval de la STEP de Pont d'Avène (station 6) et au niveau de Salindres (stations 10 et 14) où la classe d'état « mauvais » est atteinte au moins une fois (notamment en août 2014).

Ailleurs la classe de qualité est généralement "très bonne" ou "bonne".

Une réduction des charges et des concentrations s'observe dans le cours d'eau d'amont en aval sous l'effet de l'autoépuration.



4.3.17. Conclusion

Il est délicat de synthétiser la qualité des eaux de l'Avène tant ses variations spatiales et saisonnières sont importantes. Nous tenterons toutefois d'en donner un aperçu général en restant à l'échelle du cours d'eau et de l'année hydrologique et en faisant abstraction de quelques singularités locales.

La **température** de l'eau est très élevée en été où elle devient défavorable à la vie aquatique, notamment au niveau de pont d'Avène où elle dépasse 27 °C.

Des **désoxygénations** ou des suroxygénations révélatrices d'une forte activité photosynthétique ont été observées. Les secteurs les plus sensibles se situent entre les stations 4 et 6 (Pont-d'Avène) et 12 à 17 (aval Arias).

Excepté au niveau des sources qui drainent un bassin géologiquement différent (station 1), les eaux de l'Avène sont **dures** et **fortement minéralisées**.

La **conductivité** n'est déclassante vis-à-vis du SEQ-Eau qu'en amont (station 1) où elle est très faible naturellement et en aval de l'Arias (station 12) où elle est très élevée. Sa valeur est fortement dépendante du débit et augmente quand le débit diminue.

Très bonne en amont, la qualité des eaux au regard des concentrations en **chlorures** devient « médiocre » à « mauvaise » en aval de l'Arias (stations 12, 15 et 17) en période de bas débit.

Les **sulfates** déterminent une qualité « mauvaise » en aval de Mercoirol (station 3) et en aval de l'Arias (station 12, 15 et 17).

Calcium et **sodium** déterminent généralement une « bonne » qualité sauf en aval de l'Arias (stations 12 et 15) où la qualité est seulement « moyenne » ou « médiocre » du fait de leur sur-concentration en période de bas débit.

Le **magnésium** ne pose problème qu'en aval des mines de Mercoirol (station 3) où la qualité est « médiocre ».

L'Avène reçoit une faible charge organique et reste d'une « bonne » à « très bonne » qualité au regard des paramètres **DBO₅** (demande biochimique en oxygène), **COD** (carbone organique dissous) et **NKJ** (Azote Kjeldahl). Les singularités principales concernent l'aval de Pont d'Avène (station 6) en août où la qualité vis à vis du COD est seulement « moyenne », et le centre de Salindres (station 18) où la qualité au regard de la DBO₅ est « médiocre ».

Concernant l'azote, l'état DCE est également « bon » vis-à-vis des **nitrites** (NO₂), sauf en août en aval de Pont d'Avène (station 6) où la concentration dépasse les 50 mg/l.

Concernant l'**ammonium**, on dépasse la classe d'état « bon » de la DCE et atteint la classe "moyen", qu'aux stations 6, 10, 12 au mois d'août 2014, à la station 15 au mois de mai 2015, et à la station 18 au mois de décembre 2015, périodes de faible hydraulicité. Le plus fort déclassement a lieu au niveau de la station 12 au mois de décembre 2015 : classe d'état « médiocre » avec 2,7 mg NH₄/l.

Les **nitrites** (NO₂) sont très disqualifiants car ils déterminent une qualité « médiocre » à Saint-Privat-des-Vieux (station 15) et « mauvaise » en aval de Pont d'Avène (station 6), en amont de Salindres (station 10) et en aval de l'Arias (station 12).

Le phosphore pénalise également fortement l'état DCE du cours d'eau puisque plusieurs points sont de « mauvaise » qualité au regard des paramètres **orthophosphates** (PO₄) et **phosphore total** (Ptotal) : aval Pont d'Avène (station 6), aval Rousson - Saut du Loup (station 10) et aval Salindres (station 14). Dans le centre de Salindres (station 18), l'état des eaux pour ces paramètres est à peine « moyen ».

Malgré une charge nutritive importante (azote et phosphore), les concentrations en **chlorophylle a** et **phéopigments** se maintiennent dans la classe de qualité « bonne » du SEQ-Eau.

Tous les dépassements du « bon état » de la DCE sont récapitulés dans la conclusion générale (chapitre 7.2.2.).

Globalement, en fermeture de bassin, les résultats obtenus sont cohérents avec ceux fournis par le SIE au niveau de la station 06127900 de Saint-Privat-des-Vieux (voir chapitre bibliographique). Les principales différences sont :

- l'absence de perturbation liée au COD lors de ce suivi (facteur provoquant un déclassement en état « moyen » dans le SIE,
- des teneurs moins pénalisantes en ammonium (classe d'état « médiocre » dans le SIE et « moyen » dans ce suivi.

Les résultats obtenus sont également très cohérents avec ceux fournis par le Conseil Départemental au niveau de la station 06127980 de Saint-Hilaire-de-Brethmas (voir chapitre bibliographique).

L'analyse des concentrations et des flux mesurés dans le cadre de ce suivi permettent en outre d'identifier des sources de pollution pouvant être à l'origine des déclassements mentionnés ci-dessus. Nous les répertorions par secteur géographique dans le tableau suivant. Il est toutefois important de souligner que la liste de ces sources de pollution n'a pas de caractère d'exhaustivité car elle n'a été établie que sur la base des mesures sur rejets effectuées dans le cadre de cette étude.

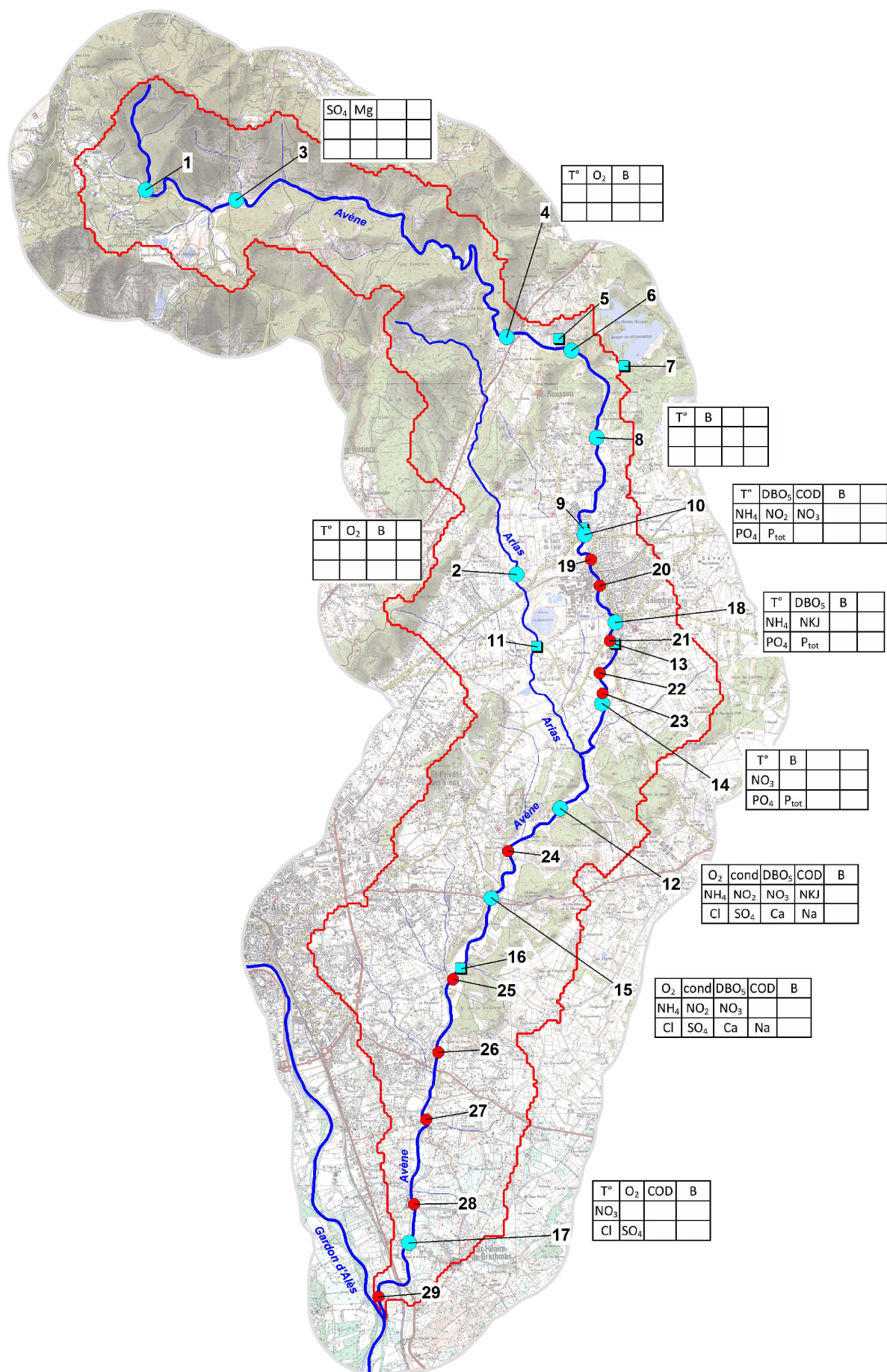
Macropolluants et secteurs géographiques impactés

	Stations de mesures (cf. carte jointe)												
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17	
Température			Impact des rejets en période de très faible hydraulicité										
O ₂													
Conductivité										GIE			
Chlorures										GIE			
Sulfates		Mercoirol + géochimie								GIE			
Calcium										GIE + BV Arias			
Sodium										GIE			
Magnésium		Mercoirol + géochimie											
DBO ₅							Rousson + Salindres ?			GIE			
COD				STEP Pont-d'Avène			STEP Saut-du-Loup			GIE + Rejets entre 14 et 12 ?		STEP St-Privat	
NH ₄				STEP Pont-d'Avène			STEP Saut-du-Loup			GIE			
NO ₂				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup			GIE			
NO ₃				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup		STEP Salindres + agriculture	Agriculture			
NKJ				STEP Pont d'Avène				?		GIE			
PO ₄				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup		STEP Salindres				
Ptotal				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup		STEP Salindres				

Le cours d'eau souffre également d'un **déficit hydrologique** en période estivale qui accentue considérablement les problèmes de qualité mentionnés précédemment. C'est en effet en août et en mai, alors que les débits étaient les plus faibles, que les déclassements les plus importants ont été observés. Cette situation est particulièrement marquée en aval de la station d'épuration de Pont d'Avène malgré la faible capacité de cette unité de traitement.

Le climat méditerranéen contribue également à une élévation importante de la **température** de l'eau dès le mois de mai, élévation qui n'est pas compensée par l'effet d'ombrage de la ripisylve ou l'agitation des eaux. En période estivale, lorsque les rejets représentent une part plus importante des débits de l'Avène, leur impact thermique sur le cours d'eau est perceptible.

Fort ensoleillement, températures élevées, apports azotés et phosphorés conséquents et faibles vitesses d'écoulement sont aussi des facteurs qui contribuent au développement de la **flore macrophytique** (périphyton, hydrophytes) responsable de suroxygénations et de désoxygénations momentanées des eaux.



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
- Analyses de sédiment en rivière
- Station de prélèvement sur rejet
- Limites du bassin versant de l'Avène
- 13 Station de prélèvement (code station)

Dégradation constatée de la qualité de l'eau

T°	O ₂	Paramètres physicochimiques "classiques" (GP1)
	B	Bactériologie (GP2)



4.4. BACTERIOLOGIE DES EAUX - GROUPE GP2

Les résultats des comptages pratiqués dans le cadre de cette étude sont présentés sous forme de graphiques dans ce chapitre.

On trouvera en annexe 10 les valeurs numériques correspondantes et leur confrontation à la grille de qualité du SEQ-Eau comme explicité dans le tableau du chapitre 4.1.

Le tableau ci-contre précise le nombre de campagnes de mesures effectuées par station.

Nombre d'analyses de type GP2 effectuées			
Code station	Nom station	Année 1	Année 2
1	Amont du BV	3	
4	Amont Pont d'Avène	4	4
6	Aval Pont d'Avène	4	
8	Aval Ségoussac	3	
10	Aval Saut du Loup	4	
18	Amont STEU Salindres		4
14	Aval Salindres	4	4
11	Rejet Plateforme chimie		4
12	Aval Arrias	4	4
15	Station 06127900	4	
17	Station 06127980	4	

Lors des 4 premières campagnes, les germes témoins de contamination fécale que sont les coliformes totaux, les *Escherichia coli* et les entérocoques n'ont été dénombrés que dans les stations positionnées en cours d'eau. Au cours des 4 dernières campagnes, seules 4 stations en cours d'eau ont été prélevées, mais les germes ont également été dénombrés dans les rejets du GIE.

Les plus forts niveaux de contamination se rencontrent généralement en aval des STEP communales : station 6 (aval Pont-d'Avène), station 10 (aval Saut-du-Loup), station 14 (aval Salindres), station 17 (aval Saint-Privat-des-Vieux) et dans Salindres (station 18)

A signaler que le niveau de contamination de la station 17 est beaucoup plus fort que celui déterminé en 2011 par le Conseil Général (maximum 140 *E. coli*/100 ml) mais similaire à celui de 2015 au cours duquel on avait enregistré 15 000 *E.coli*/100 ml en novembre (voir chapitre 3.4.2.).

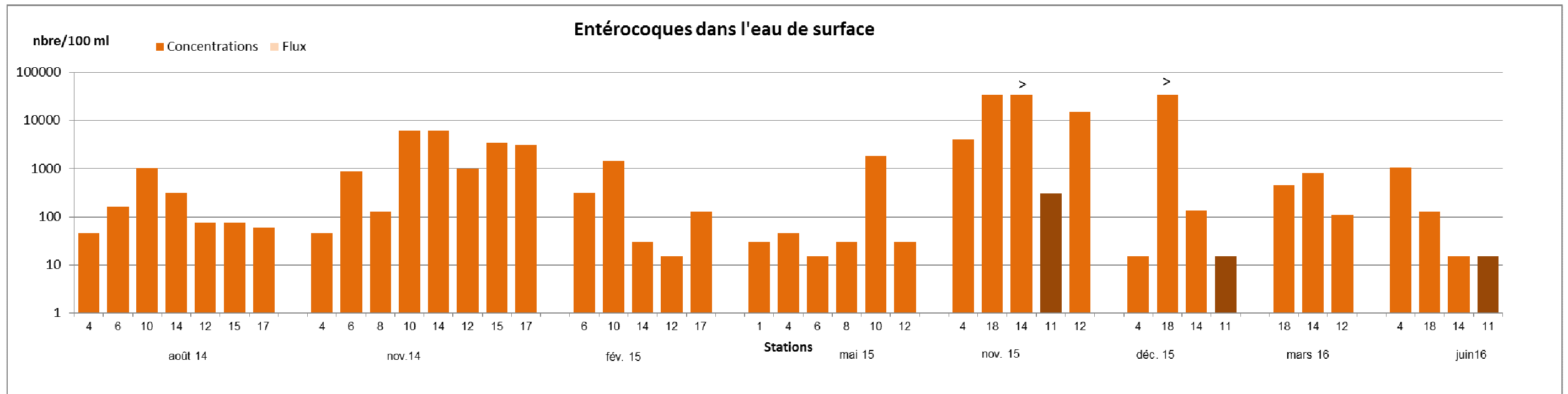
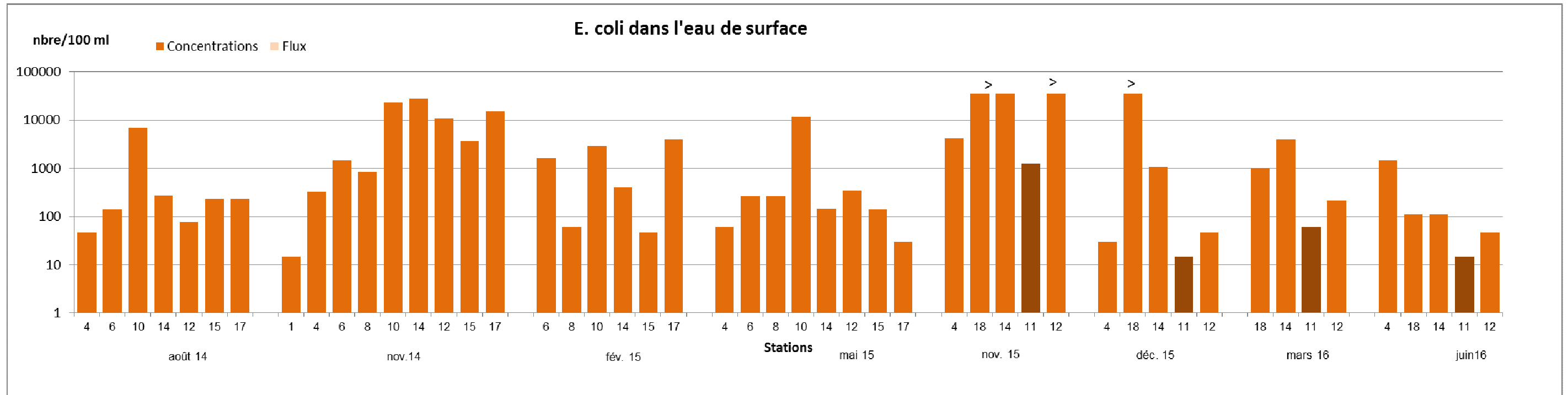
Le bon pouvoir épurateur du cours d'eau et son bon ensoleillement permettent de réduire rapidement et significativement les niveaux de contamination entre les stations de mesures.

En résumé, l'Avène est soumise à une contamination bactériologique importante : toutes les stations situées entre l'amont de Pont d'Avène (station 4) et le Gardon ont dépassé le seuil de 100 *E.coli*/100 ml (limite entre les classes « bonne » et « passable » du SEQ-Eau) au cours du suivi ; toutes les stations situées entre Salindres (station 10) et le Gardon ont dépassé le seuil de 2000 *E.coli*/100 ml (limite entre les classes « passable » et « médiocre »).

Cette pollution est étroitement liée aux rejets urbains via les stations d'épuration. Néanmoins, les rejets des stations ne semblent pas être les seuls en cause. En effet, une augmentation des concentrations en germes témoins de contamination fécale à lieu après les épisodes pluvieux (novembre 2014 et novembre 2015) et laisse à penser que le ruissellement pluvial urbain ou des surverses de temps pluviaux des réseaux unitaires pourraient être en cause. En outre, de mauvais branchement d'eaux usées sur le réseau pluvial ou des rejets directs d'eau usée au milieu naturel ne sont pas à exclure non plus.

Paramètres bactériologiques et secteurs géographiques impactés

	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17
<i>E. coli</i> et Entérocoques				STEP communales (+ ruissellement pluvial urbain et réseau d'assainissement ?)								



4.5. METAUX DANS LES EAUX, LES SEDIMENTS ET LES BRYOPHYTES - GROUPES GP3, GP8 ET GP12

On trouvera au fil du texte les illustrations graphiques relatives aux eaux de surface, aux sédiments et aux bryophytes.

Nous rappelons que les résultats analytiques, confrontés aux grilles d'appréciation de la qualité conformément au chapitre 4.1, figurent également sous formes de tableaux dans les annexes 10 (pour l'eau), 11 (pour les sédiments) et 12 (pour les bryophytes).

Seules les valeurs supérieures au seuil de quantification du laboratoire (qui figure dans les tableaux annexés) ont été représentées de manière à alléger le rapport.

Le tableau ci-dessous rappelle le nombre de campagnes de mesures effectuées par station.

Nombre d'analyses de type GP3, GP8 et GP12 effectuées

Code station	Nom station	Métaux sur eau GP3		Métaux sur sédiments GP8		Métaux sur bryophytes GP12
		Année 1	Année 2	Année 1	Année 2	Année 1
1	Amont du BV	3		0		1
3	Aval mines	4		1		1
4	Amont Pont d'Avène	4	4	0		1
6	Aval Pont d'Avène	4		1		
7	Rejet Ségoussac	3				1
8	Aval Ségoussac	3		0		1
10	Aval Saut du Loup	4		1		1
19					1	
20					1	
18	Amont STEU Salindres		4			
21					1	
22					1	
23					1	
14	Aval Salindres	4	4	0		1
2	Arrias amont	3		1		1
11	Rejet Plateforme chimie		4			
12	Aval Arrias	4	4	1		1
15	Station 06127900	4		1		1
17	Station 06127980	4		1		1

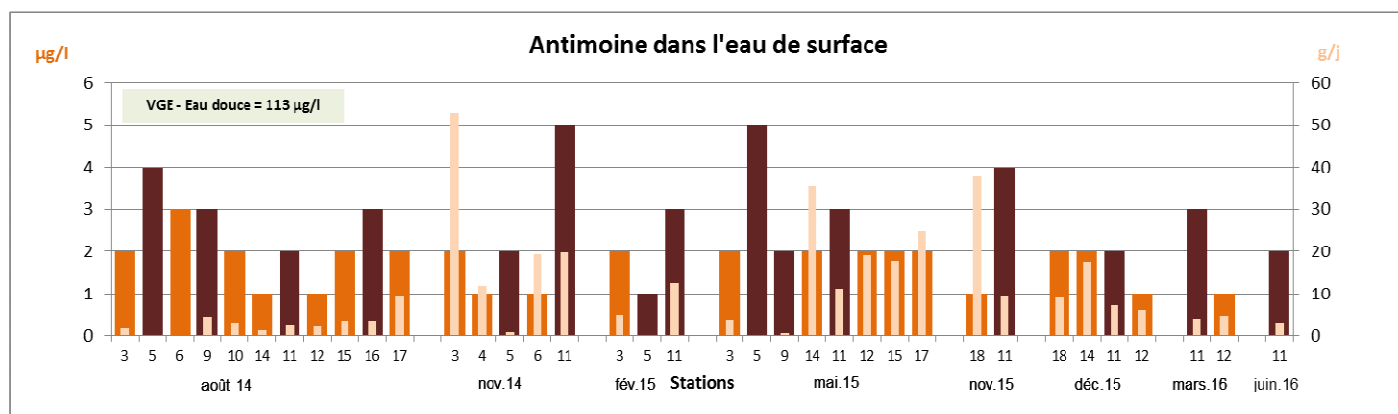
4.5.1. Antimoine

L'antimoine fait son apparition dans les eaux à partir de Mercoirol (station 3). Ceci est confirmé par l'analyse des bryophytes et les mesures effectuées dans les sédiments à la station 3 (pas de sédiment en station 1). En cette station les concentrations restent constantes alors que les flux varient ce qui plaide en faveur d'apports géochimiques ou miniers.

Les calculs de flux indiqueraient un stockage de l'antimoine jusqu'au niveau de la station 6 (Pont-d'Avène) ce qui est cohérent avec les analyses de sédiments.

En aval, les stations d'épuration communales (sauf celle de Salindres) et le GIE produisent de l'antimoine et cet élément se retrouve dans les sédiments des stations 12 (aval Arias) et 15 (St-Privat-des-Vieux) ainsi que dans les bryophytes de la station 12 (aval Arias). Il n'a pas été quantifié dans les sédiments de la traversée de Salindres.

Les concentrations dans l'eau restent faibles et sans danger au regard de la VGE (113 µg/l). La NQE pour ce paramètre n'a pas été définie.



Antimoine dans les Bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Antimoine	1376	5,28	< 5,28	mg/(kg MS)	1,0
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Antimoine	1376	5	30,7	mg/(kg MS)	6,0
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Antimoine	1376	5	8,6	mg/(kg MS)	1,7
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Antimoine	1376	5,17	< 5,17	mg/(kg MS)	1,0
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Antimoine	1376	5	7,7	mg/(kg MS)	1,5
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Antimoine	1376	4,88	< 4,88	mg/(kg MS)	1,0
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Antimoine	1376	5,25	< 5,25	mg/(kg MS)	1,0
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Antimoine	1376	5,08	< 5,08	mg/(kg MS)	1,0
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Antimoine	1376	5	19,9	mg/(kg MS)	3,9
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Antimoine	1376	5,19	< 5,19	mg/(kg MS)	1,0
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Antimoine	1376	5,34	< 5,34	mg/(kg MS)	1,0
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Antimoine	1376	5,13	< 5,13	mg/(kg MS)	1,0

4.5.2. Arsenic

Les facteurs d'accumulation de l'Arsenic dans les bryophytes aux stations 1 et 3 et les teneurs des sédiments à la station 3, laissent envisager un fond géochimique à ce niveau du bassin versant, ce que confirme l'analyse bibliographique.

L'arsenic est également présent dans les rejets de Pont d'Avène (station 5) où il impacte les sédiments et l'eau de la station 6 ; et figure dans les rejets de Ségoussac comme nous l'indiquaient les données bibliographiques (station 7).

A la station 14 (aval Salindres) les flux augmentent, alors que la STEP de Rousson-Saut-du-Loup n'en produit pas (station 9). Les mesures effectuées au niveau de la station 18 (centre Salindres), un peu en amont de la station 14, confirment des apports en arsenic au niveau de la commune.

Ce produit est également présent dans tous les échantillons de sédiment prélevés dans Salindres (stations 19, 20, 21, 22, 23) et une augmentation de sa teneur de 53 mg/kg s'observe même entre les stations 10 et 22. Les bryophytes de la station 14 (aval Salindres) présentent une accumulation anormale d'arsenic. Ces facteurs plaident en faveur d'une pollution diffuse dans la traversée de Salindres qui pourrait émaner de la nappe sous-jacente au site industriel.

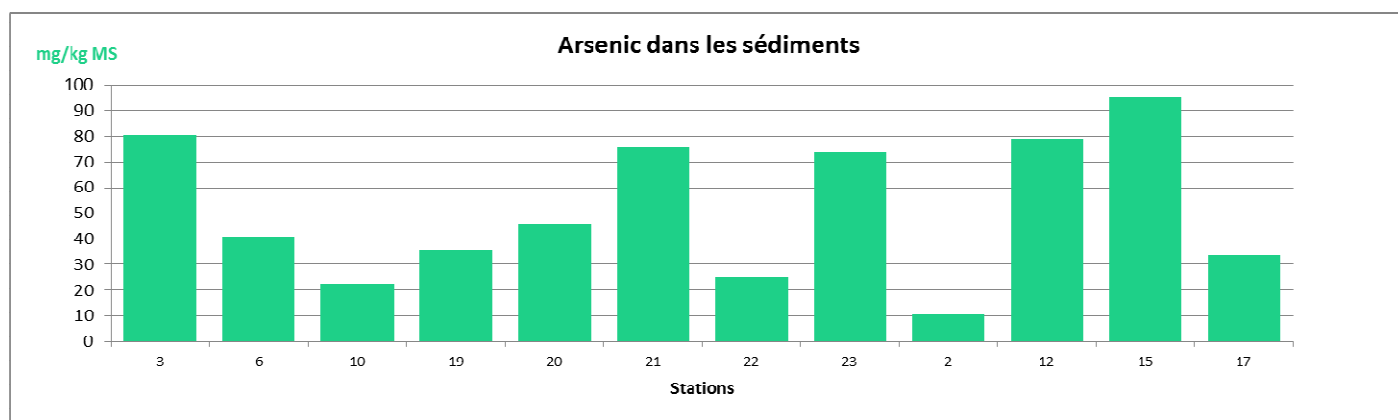
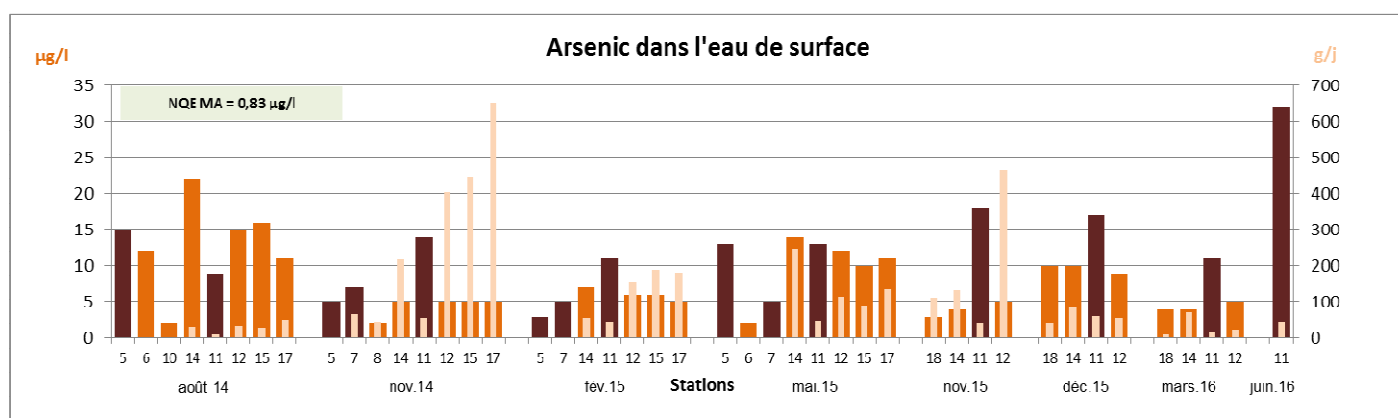
Aux flux de la station 14 s'ajoutent ceux, moins importants, du GIE (station 11).

Les flux d'arsenic mesurés dans le rejet du GIE (minimum : 11 g/j, maximum : 62 g/j) sont légèrement plus faible que ceux fournis par le GIE (moyenne : 89 g/j).

Tous ces flux sont ensuite véhiculés par l'Avène jusqu'à son exutoire, sans évolution significative. En revanche, les sédiments de la partie aval de l'Avène (stations 12, 15 et 17) présentent des surconcentrations qui laissent envisager sur le long terme un stockage dans le lit du cours d'eau.

La classe de qualité de l'eau reste partout "bonne" au sens du SEQ-Eau V2, mais toutes les valeurs de concentration ayant dépassé le seuil de quantification du laboratoire dépassent également la NQE MA de la DCE (0,83 µg/l). La qualité des sédiments est globalement « médiocre ».

Remarque importante : pour le reporting DCE, un fond géochimique homogène de 10 µ AS/l est appliqué de façon simplifiée pour l'arsenic sur l'ensemble de la masse d'eau Avène par l'Agence de l'Eau, ce fond étant sans aucun doute très hétérogène entre l'amont et l'aval de la masse d'eau.



Arsenic dans les bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Arsenic	1369	5	11,2	mg/(kg MS)	2,2
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Arsenic	1369	5	14,7	mg/(kg MS)	2,9
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Arsenic	1369	5	8,6	mg/(kg MS)	1,7
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Arsenic	1369	5,17	< 5,17	mg/(kg MS)	1,0
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Arsenic	1369	5	27	mg/(kg MS)	5,3
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Arsenic	1369	5	6,1	mg/(kg MS)	1,2
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Arsenic	1369	5	51,3	mg/(kg MS)	10,0
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Arsenic	1369	5,08	< 5,08	mg/(kg MS)	1,0
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Arsenic	1369	5	40	mg/(kg MS)	7,8
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Arsenic	1369	5	11,1	mg/(kg MS)	2,2
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Arsenic	1369	5	6,2	mg/(kg MS)	1,2
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Arsenic	1369	5,13	< 5,13	mg/(kg MS)	1,0

4.5.3. Baryum

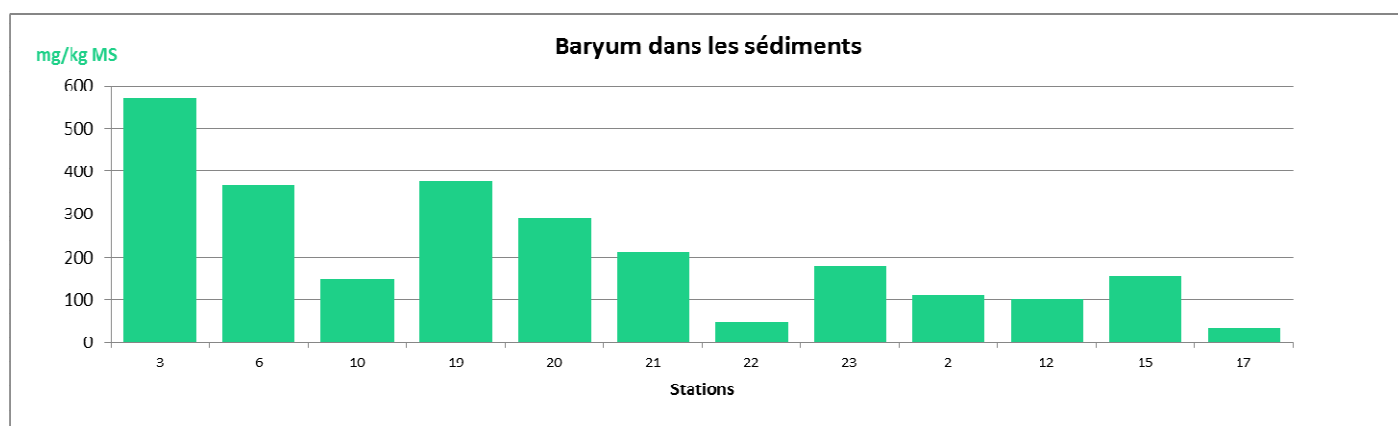
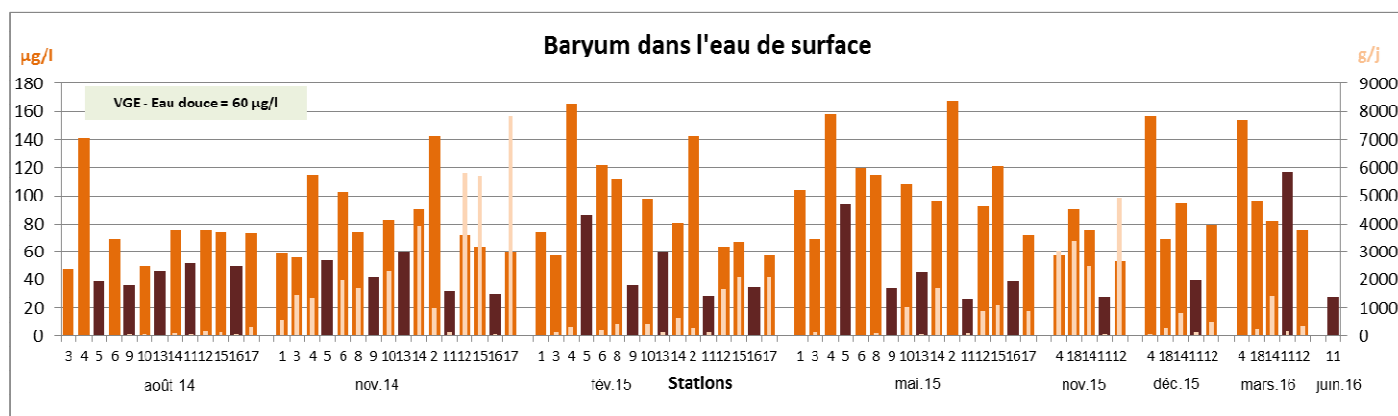
Le Baryum est présent dans l'eau sur tout le linéaire de l'Avène et de l'Arias mais pas en aval de Ségoussac (7). Ceci est confirmé par les analyses sur bryophytes et sédiment.

Le flux augmente en aval de Salindres (station 14) et se maintient jusqu'à la station 17 de fermeture du bassin et il n'y a pas de réelle accumulation dans les sédiments.

Plusieurs facteurs plaident en faveur d'une origine essentiellement géochimique du baryum :

- sa présence dans toutes les stations,
- les teneurs plus élevées dans le cours d'eau en des secteurs recevant peu de rejets (ex : stations 4, 6, 2),
- des teneurs généralement plus faibles dans les rejets que dans le milieu naturel,
- des concentrations relativement constantes sur chaque station alors que les flux augmentent avec les débits.

D'après les mesures sur sédiments et sur eau, le baryum pourrait être produit en amont de la station 3 mais également par toute la partie du bassin versant de l'Avène située entre cette station et Salindres et le fond géochimique se situerait aux alentours de la VGE (60 µg/l). Il n'y a pas de NQE pour ce paramètre.



Baryum dans les bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Baryum	1396	5	430,8	mg/(kg MS)	3,6
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Baryum	1396	5	184,9	mg/(kg MS)	1,5
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Baryum	1396	5	189,1	mg/(kg MS)	1,6
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Baryum	1396	5	18,6	mg/(kg MS)	0,2
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Baryum	1396	5	138,8	mg/(kg MS)	1,2
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Baryum	1396	5	106	mg/(kg MS)	0,9
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Baryum	1396	5	137,7	mg/(kg MS)	1,1
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Baryum	1396	5	96,4	mg/(kg MS)	0,8
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Baryum	1396	5	95,7	mg/(kg MS)	0,8
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Baryum	1396	5	83	mg/(kg MS)	0,7
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Baryum	1396	5	49,6	mg/(kg MS)	0,4
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Baryum	1396	5	120,4	mg/(kg MS)	1,0

4.5.4. Bore

Le bore est présent dans l'eau de tous les rejets et de toutes les stations en rivière à l'exception de la station la plus amont.

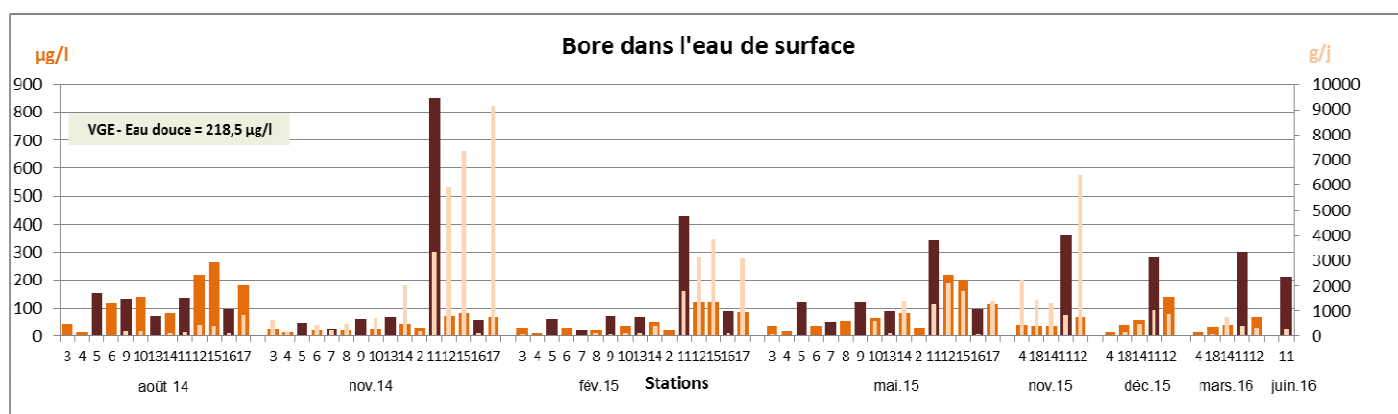
On note une forte production de bore par le GIE (station11) qui n'est visible ni sur les bryophytes, ni sur les sédiments de la station 12 (Aval Arias).

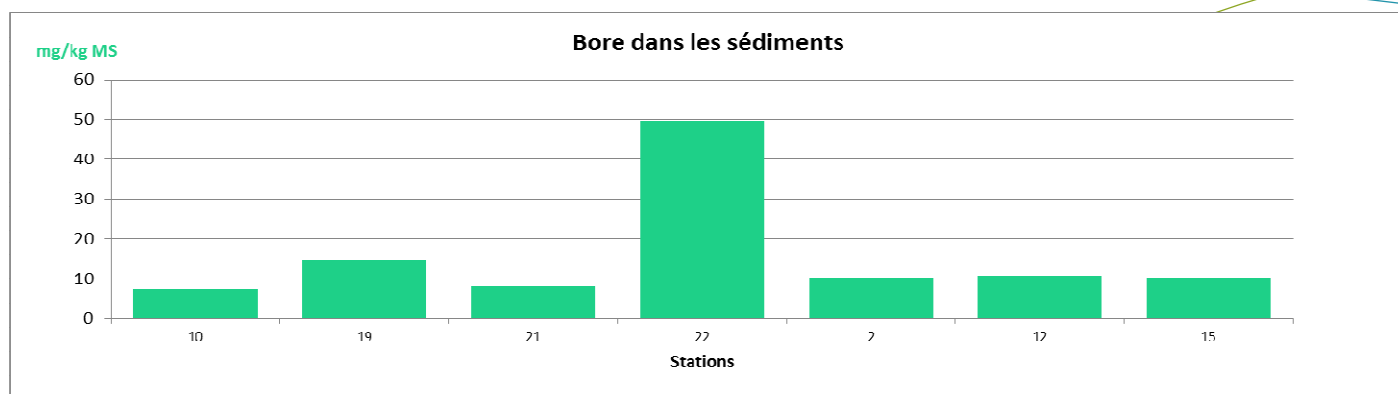
Le flux se maintient ensuite jusqu'en aval de l'Avène (station17), sauf en novembre 2014 et en novembre 2015, période de fort débit, où ce flux augmente entre les stations11 et 17.

Pour les mêmes raisons que le baryum, une origine géochimique du bore apparaît.

Le stockage du bore dans les sédiments n'est pas établi sauf au niveau de la station 22 située en aval de la STEP de Salindres et qui est peut-être aussi sous influence de la nappe du site industriel.

Seules les stations 11 (rejet du GIE), 12 et 15 situées en aval, affichent des concentrations supérieures à la VGE 218,5 µg/l (pas de NQE pour ce paramètre).





Bore dans les bryophytes

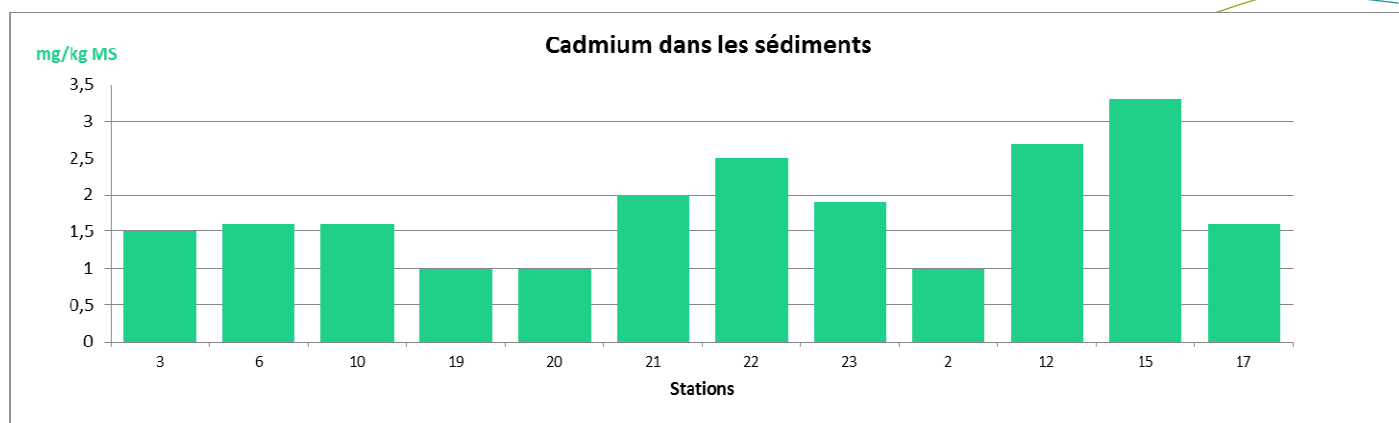
Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Bore	1362	5	7,3	mg/(kg MS)	0,7
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Bore	1362	5	31,3	mg/(kg MS)	3,0
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Bore	1362	5	42,5	mg/(kg MS)	4,0
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Bore	1362	5	32,1	mg/(kg MS)	3,0
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Bore	1362	5	25,1	mg/(kg MS)	2,4
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Bore	1362	5	24,2	mg/(kg MS)	2,3
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Bore	1362	5	28,5	mg/(kg MS)	2,7
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Bore	1362	5	36,2	mg/(kg MS)	3,4
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Bore	1362	5	25,1	mg/(kg MS)	2,4
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Bore	1362	5	52,6	mg/(kg MS)	5,0
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Bore	1362	5	39,6	mg/(kg MS)	3,7
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Bore	1362	5	10,6	mg/(kg MS)	1,0

4.5.5. Cadmium

Les concentrations en cadmium dans les sédiments évoluent peu entre stations et déterminent un niveau de qualité seulement « passable » au sens du SEQ-Eau V2. On notera seulement une légère accumulation au niveau de Salindres (stations 21, 22 et 23) et en aval de l'Arias (stations 12 et 15).

Les bryophytes implantées donnent des facteurs d'accumulation par rapport au témoin relativement faibles et un niveau de qualité qui alterne entre « très bon » et « bon » suivant les stations et qui est donc moins pessimiste que celui donné par les sédiments.

Aucune concentration mesurée dans l'eau ne s'est révélée supérieure à 1 µg/l. Toutefois, le RSDE 2004 indiquait une concentration de 1,7 µg Cd/l dans les rejets du GIE et le cadmium peut également faire partie des substances présentes dans le sous-sol du GIE. Il peut aussi être une résultante de l'exploitation houillère au niveau de Mercoirol.



Cadmium dans les bryophytes

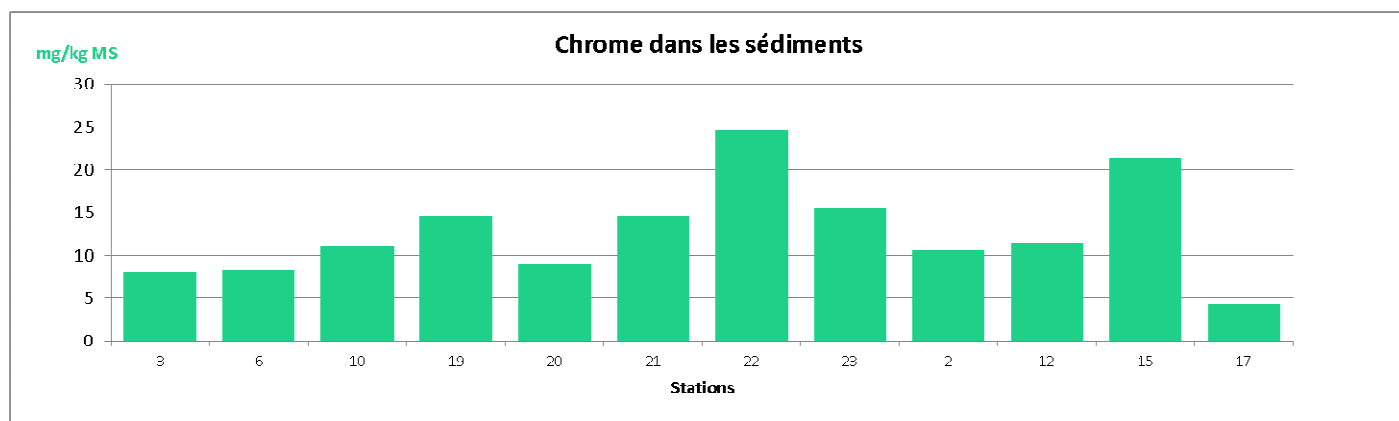
Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Cadmium	1388	0,5	1,37	mg/(kg MS)	2,4
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Cadmium	1388	0,5	1,1	mg/(kg MS)	2,0
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Cadmium	1388	0,5	2,63	mg/(kg MS)	4,7
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Cadmium	1388	0,5	0,67	mg/(kg MS)	1,2
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Cadmium	1388	0,5	1,46	mg/(kg MS)	2,6
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Cadmium	1388	0,5	1,02	mg/(kg MS)	1,8
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Cadmium	1388	0,5	2,26	mg/(kg MS)	4,0
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Cadmium	1388	0,51	< 0,51	mg/(kg MS)	0,9
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Cadmium	1388	0,5	2,21	mg/(kg MS)	3,9
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Cadmium	1388	0,5	2,03	mg/(kg MS)	3,6
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Cadmium	1388	0,5	0,75	mg/(kg MS)	1,3
Témoïn	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Cadmium	1388	0,5	0,56	mg/(kg MS)	1,0

4.5.6. Chrome

Tous les résultats analytiques des eaux de surface sont restés inférieurs à la limite de quantification du laboratoire (5 µg Cr/l) pour ce paramètre. Toutefois en 2011, le chrome avait été détecté à une concentration de 13 µg Cr/l dans les rejets du GIE.

Les mesures effectuées dans les sédiments déterminent une « bonne » qualité au sens du SEQ-Eau V2 avec une légère accumulation au niveau de la station 15 et dans la traversée de Salindres (stations 19 à 23).

Les bryophytes montrent une « très bonne qualité » et situent l'accumulation plutôt dans la partie terminale de l'Avène (station 17).



Chrome dans les bryophytes

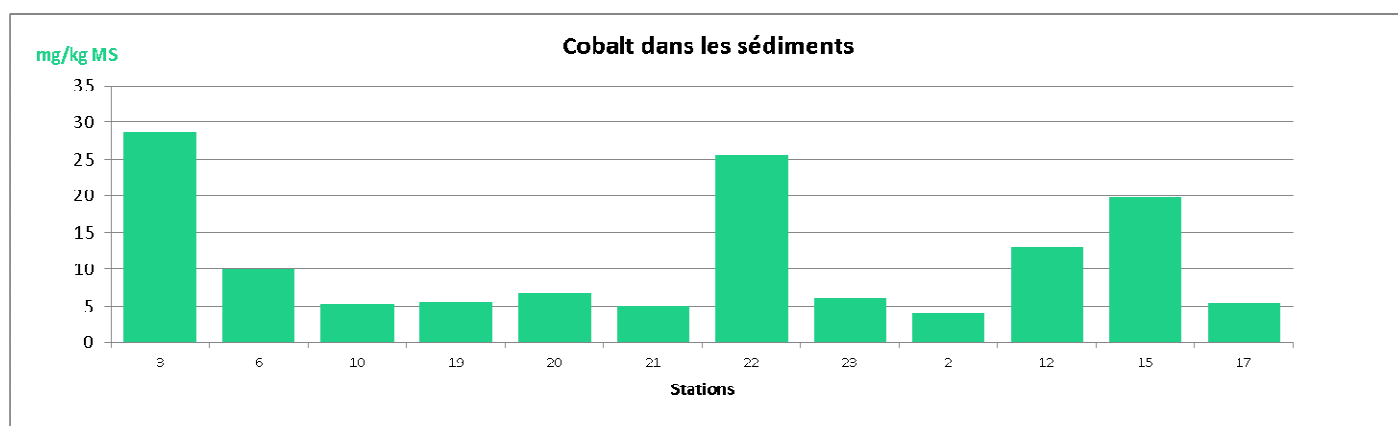
Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Chrome	1389	2,5	5,49	mg/(kg MS)	1,2
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Chrome	1389	2,5	4,3	mg/(kg MS)	0,9
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Chrome	1389	2,5	8,87	mg/(kg MS)	1,9
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Chrome	1389	2,5	5,33	mg/(kg MS)	1,2
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Chrome	1389	2,5	3,67	mg/(kg MS)	0,8
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Chrome	1389	2,5	2,78	mg/(kg MS)	0,6
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Chrome	1389	2,5	5,67	mg/(kg MS)	1,2
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Chrome	1389	2,5	4,47	mg/(kg MS)	1,0
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Chrome	1389	2,5	5,08	mg/(kg MS)	1,1
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Chrome	1389	2,5	6,65	mg/(kg MS)	1,5
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Chrome	1389	2,5	15,12	mg/(kg MS)	3,3
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Chrome	1389	2,5	4,56	mg/(kg MS)	1,0

4.5.7. Cobalt

Dans les eaux, ce paramètre n'a été quantifié que dans les rejets de la STEP de Pont d'Avène, ceux du GIE et en aval de la confluence avec l'Arias. En ces points sa concentration dépasse tout le temps la VGE relative à l'eau douce et qui est très faible (0,3 µg/l). Il n'y a pas de NQE.

Une légère accumulation dans les sédiments des stations 3 (aval Mercoirol), 22 (Salindres) et 12, 15 (aval Arias) s'observe.

Le cobalt ne fait pas partie des métaux traditionnellement incriminés dans les pollutions d'origine minière. En revanche il fait partie des métaux cités comme pouvant être présents dans la nappe sous-jacente du site industriel de Salindres et dans les rejets du GIE. L'autosurveillance 2014 du GIE faisait du reste état de concentrations en cobalt comprises entre 0 et 160 µg Co/l avec une moyenne de 53 µg/l. Ici la moyenne des mesures dans les rejets du GIE est plus faible, puisque de 14 µg Co/l.

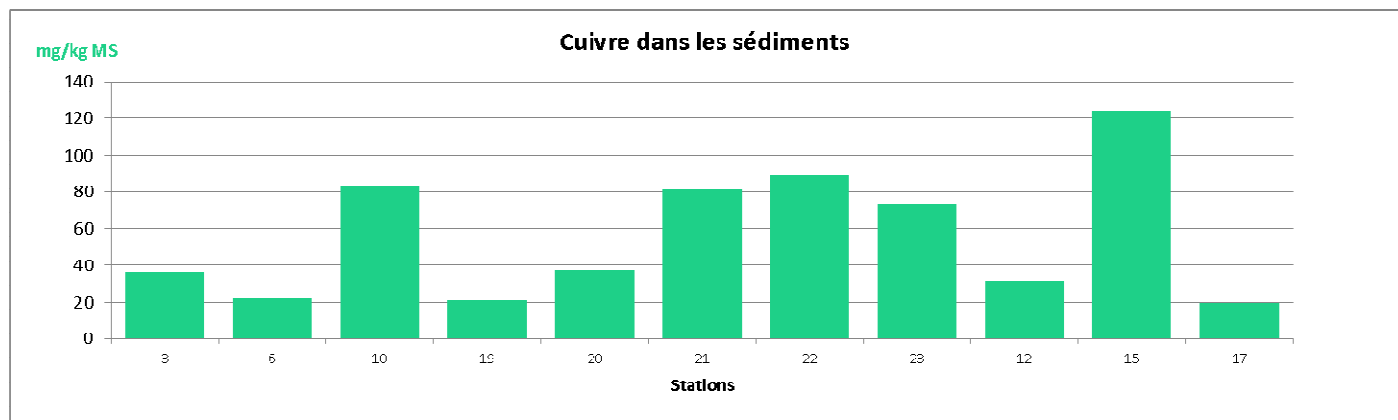


4.5.8. Cuivre

Alors que les teneurs en cuivre dans les bryophytes sont faibles, une accumulation dans les sédiments en amont de Salindres (station 10), dans Salindres (stations 21 à 23) et à Saint-Privat-des-Vieux (station 15) détermine un niveau de qualité seulement « passable ».

Seuls les rejets de la STEP de Pont d'Avène en contiennent à une concentration légèrement supérieure au seuil de quantification du laboratoire (10 µg/l).

Cependant, l'analyse bibliographique a montré que les rejets miniers, ceux du GIE (en et hors activité) pouvaient être pourvoyeur de cuivre (maximum des concentrations de l'autosurveillance 2014 dans les rejets du GIE : 50 µg/l). De même, l'activité agricole pourrait expliquer l'augmentation des teneurs dans les sédiments au niveau de Saint-Privat-des-Vieux.



Cuivre dans les bryophytes

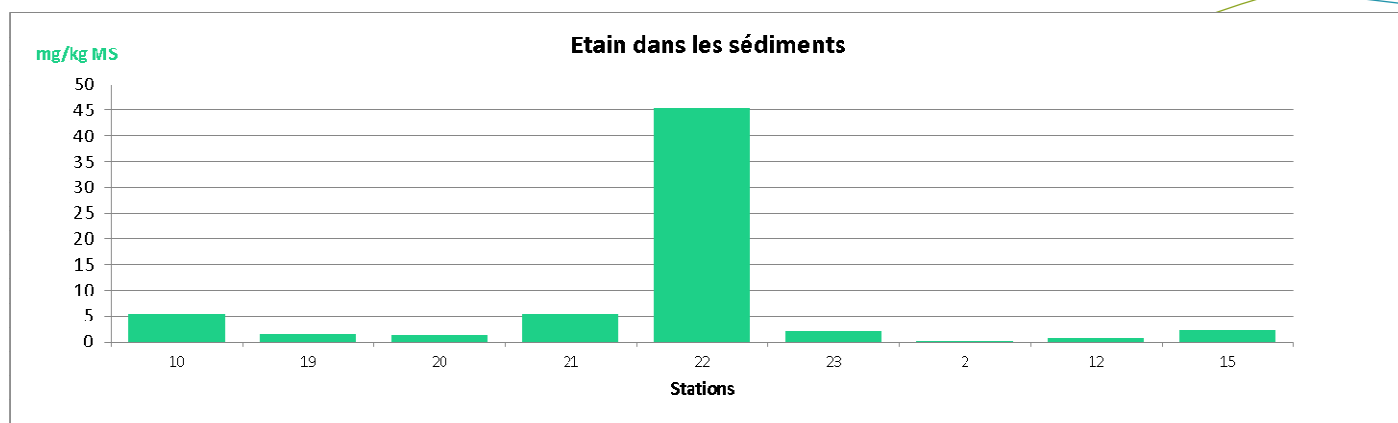
Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Cuivre	1392	2,5	15,77	mg/(kg MS)	0,4
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Cuivre	1392	2,5	39,67	mg/(kg MS)	1,1
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Cuivre	1392	2,5	58,98	mg/(kg MS)	1,7
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Cuivre	1392	2,5	45,95	mg/(kg MS)	1,3
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Cuivre	1392	2,5	22,58	mg/(kg MS)	0,6
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Cuivre	1392	2,5	24,68	mg/(kg MS)	0,7
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Cuivre	1392	2,5	78,92	mg/(kg MS)	2,2
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Cuivre	1392	2,5	65,78	mg/(kg MS)	1,8
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Cuivre	1392	2,5	79,52	mg/(kg MS)	2,2
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Cuivre	1392	2,5	50,22	mg/(kg MS)	1,4
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Cuivre	1392	2,5	50,97	mg/(kg MS)	1,4
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Cuivre	1392	2,5	35,59	mg/(kg MS)	1,0

4.5.9. Etain

De l'étain apparaît dans les bryophytes implantées à la station 12 avec un facteur d'accumulation important (x 6) qui n'est pas validé par les sédiments.

En revanche, les sédiments accumulent de l'étain au niveau de la station 22. La station 22 est implantée en aval immédiat des rejets de la station d'épuration de Salindres et à proximité d'entreprises industrielles, qui constituent deux types de sources possibles. Une enquête plus approfondie sur ces rejets serait à réaliser.

Il n'y a pas d'étain dans l'eau au-delà du seuil de quantification du laboratoire (5µg/l).



Etain dans les bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Etain	1380	0,26	< 0,26	mg/(kg MS)	1,0
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Etain	1380	0,24	< 0,24	mg/(kg MS)	0,9
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Etain	1380	0,25	< 0,25	mg/(kg MS)	1,0
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Etain	1380	0,26	< 0,26	mg/(kg MS)	1,0
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Etain	1380	0,27	< 0,27	mg/(kg MS)	1,0
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Etain	1380	0,24	< 0,24	mg/(kg MS)	0,9
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Etain	1380	0,26	< 0,26	mg/(kg MS)	1,0
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Etain	1380	0,25	< 0,25	mg/(kg MS)	1,0
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Etain	1380	0,25	1,58	mg/(kg MS)	6,1
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Etain	1380	0,26	< 0,26	mg/(kg MS)	1,0
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Etain	1380	0,27	< 0,27	mg/(kg MS)	1,0
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Etain	1380	0,26	< 0,26	mg/(kg MS)	1,0

4.5.10. Mercure

Dans les eaux, il n'a été quantifié qu'au niveau des stations 4 (amont Pont-d'Avène), 5 (rejets de Pont d'Avène), 8 (Ségousac), 11 (rejets du GIE) et 12 (aval de l'Arias).

Il existe une NQE-CMA pour le mercure total (uniquement) qui vaut 0,07 µg/l. Elle n'est dépassée ici que dans les rejets du GIE (maximum 0,68 µg Hg/l). Elle l'était aussi lors des mesures du RSDE 2011 et 2014.

La classe de qualité du cours d'eau reste soit "bonne", soit "très bonne" selon le SEQ-Eau V2.

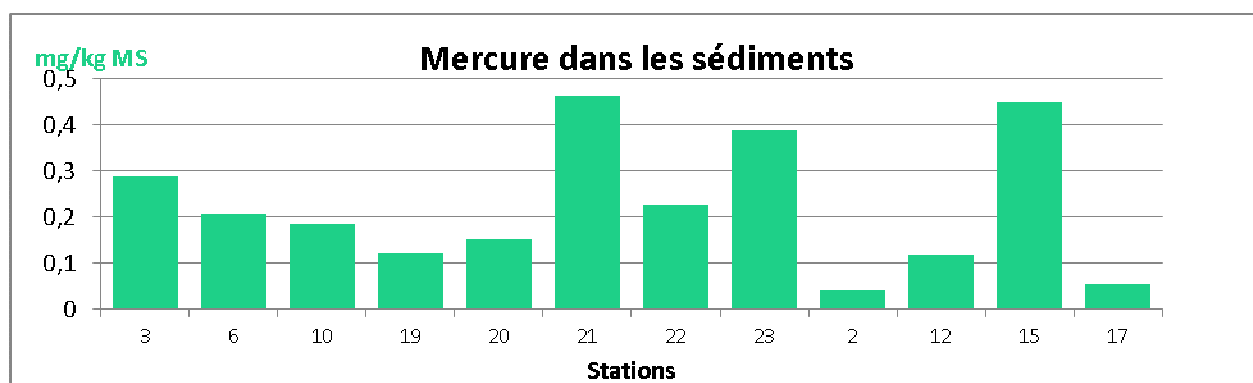
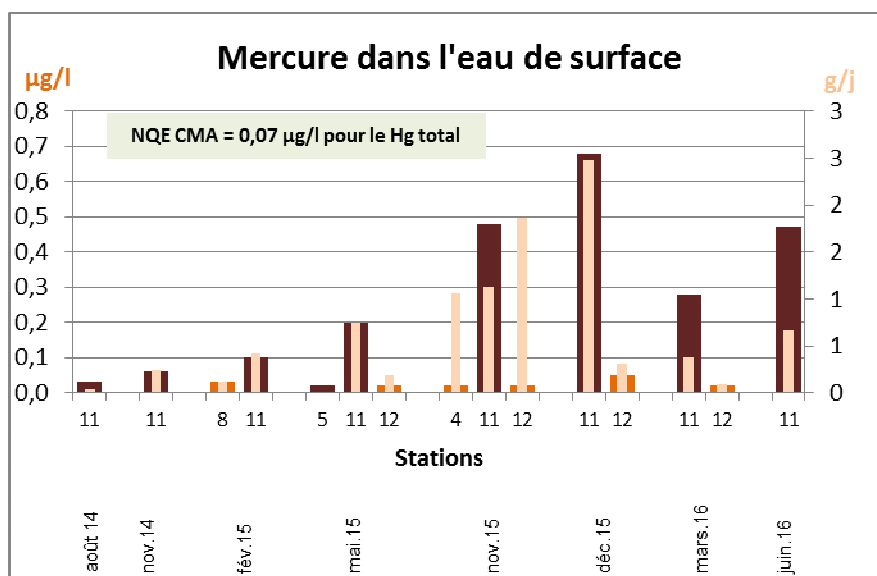
Les bryophytes confirment une surconcentration en 4, 12 et 17 mais leur niveau de contamination reste modéré.

Remarque : le niveau de contamination par le mercure des bryophytes témoin du Lez est élevé (0,051 µg/g) mais habituel puisque la moyenne des 21 données de la DREAL sur la période 1987 à 2001 est de 0,07 µg/g.

Les sédiments accumulent le mercure en amont (stations 3 et 6), dans Salindres (stations 21 à 23) et plus en aval à la station 15. Le niveau de qualité des sédiments dans ces 3 secteurs n'est que « moyen ».

Au niveau de la station 3, une origine minière du mercure peut être suspectée, comme cela est diagnostiqué dans la bibliographie à partir des mesures sur chair de poisson, sédiments et bryophytes. A la station 6, on peut envisager un transfert de la pollution par charriage.

En revanche, il est difficile de se prononcer sur l'origine du mercure dans les sédiments des stations 21 et 23 : pollution urbaine, industrielle, de la nappe ?.



Mercure dans les bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Mercure	1377	0,05	< 0,053	mg/(kg MS)	1,0
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Mercure	1377	0,05	0,143	mg/(kg MS)	2,8
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Mercure	1377	0,05	0,152	mg/(kg MS)	3,0
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Mercure	1377	0,05	0,103	mg/(kg MS)	2,0
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Mercure	1377	0,05	0,054	mg/(kg MS)	1,1
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Mercure	1377	0,05	0,098	mg/(kg MS)	1,9
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Mercure	1377	0,05	0,105	mg/(kg MS)	2,1
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Mercure	1377	0,05	< 0,051	mg/(kg MS)	1,0
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Mercure	1377	0,05	0,24	mg/(kg MS)	4,7
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Mercure	1377	0,05	0,104	mg/(kg MS)	2,0
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Mercure	1377	0,05	0,16	mg/(kg MS)	3,1
Témoïn	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Mercure	1377	0,05	0,051	mg/(kg MS)	1,0

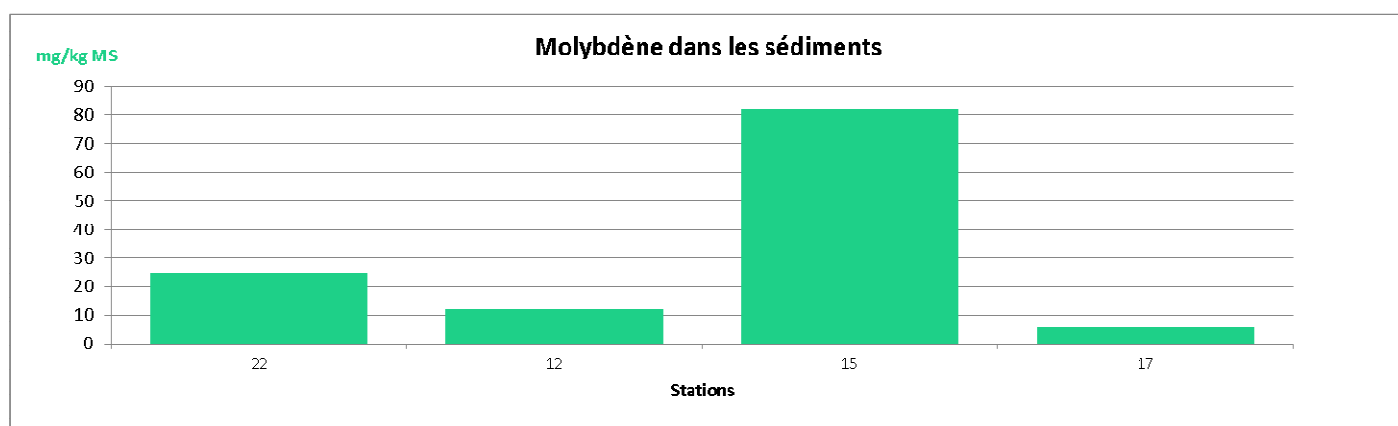
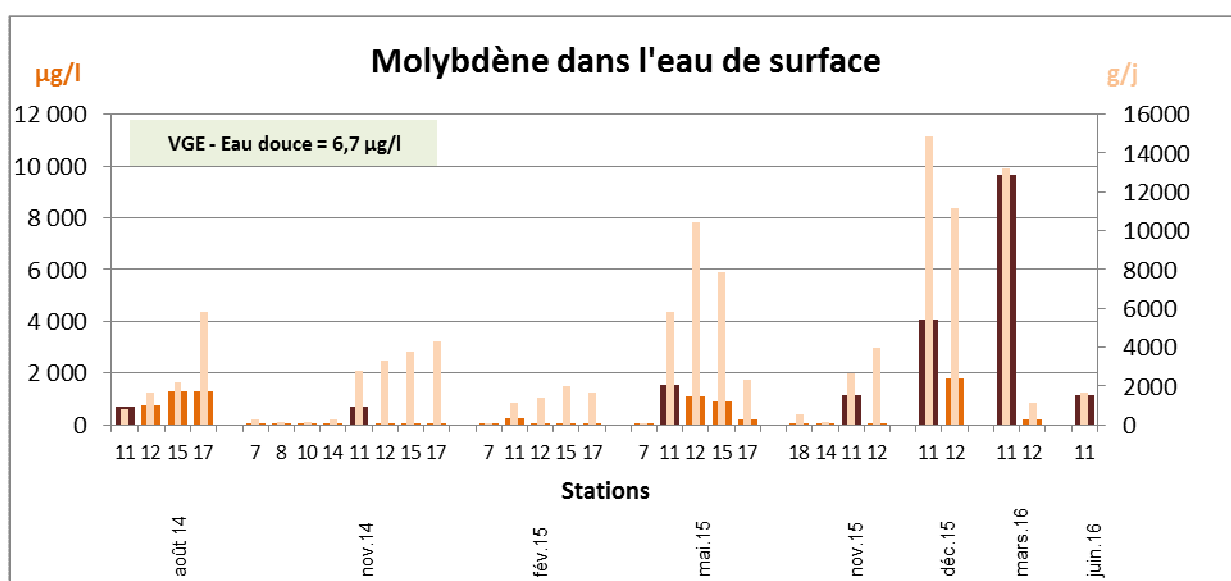
4.5.11. Molybdène

La source la plus amont de molybdène est le bassin des boues rouges de Ségoussac (12 à 29 µg Mo/l), mais la plus importante est le rejet du GIE (270 à 9640 µg Mo/l). Le flux de ce dernier est compris entre 0,8 et 5,8 kg/j et est cohérent avec la moyenne des mesures effectuées par le GIE en 2014 : 6,3 kg/j.

Les concentrations dans l'Avène en aval de l'Arias peuvent être très élevées et dépasser 1 mg/l comme en mai ou décembre 2015.

La VGE Eau douce destinée ou non à la consommation humaine de 6,7 µg/l est tout le temps dépassée dans cette partie du cours d'eau.

Les sédiments attestent d'un stockage du molybdène en aval de l'Arias (il n'y a pas eu de mesure effectuée dans les bryophytes).



4.5.12. Nickel

Le nickel est produit essentiellement par le GIE ce qui impacte le cours d'eau au niveau des stations 12, 15 et 17.

Ceci est confirmé par le déclassement en catégorie « passable » de la qualité des sédiments au niveau des stations 12 et 15 et par des facteurs de concentration plus élevés dans les bryophytes entre les stations 12 et 17.

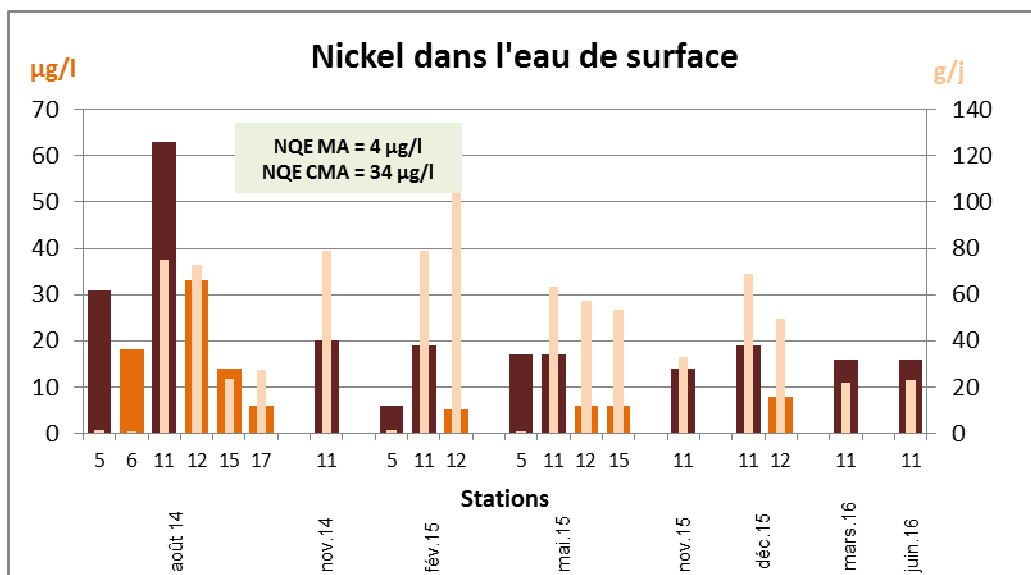
Les flux mesurés dans le rejet du GIE lors de nos 4 campagnes sont compris entre 63 et 79 g/j et sont globalement plus faibles que ceux enregistrés dans le cadre de l'autosurveillance 2014 (moyenne 2014 : 320 g/j).

Une accumulation dans le cours aval de l'Avène est fort probable car les flux tendent à diminuer entre la station 12 et la station 17.

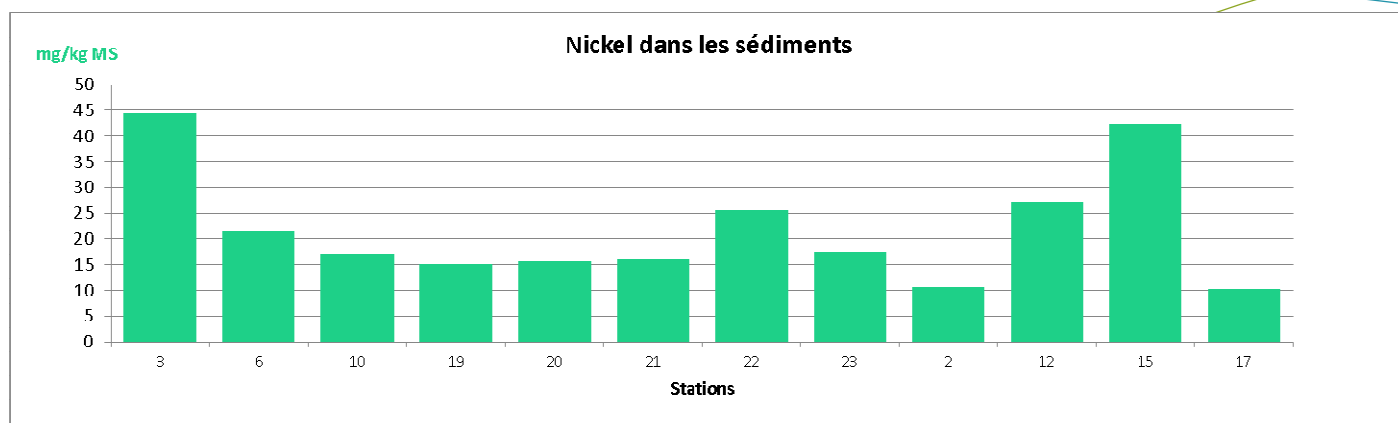
La plus mauvaise qualité dans le cours d'eau est atteinte en août 2014 à la station 12 (aval Arias) et est "médiocre" selon le SEQ-Eau V2. Les stations 6, 12, 15 et 17 ont dépassé la NQE MA de 4 µg/l au cours du suivi, mais cette NQE MA n'est pas directement comparable aux concentrations mesurées puisqu'elle se rapporte uniquement à la fraction biodisponible du zinc.

Il est également à noter qu'au cours des campagnes d'août 2015, février et mai 2015, la station d'épuration de Pont-d'Avène (station 5) a également rejeté du nickel et que le nickel décline en qualité « passable » les sédiments de la station 3 (aval Mercoirol) et s'accumule aussi dans les bryophytes de cette même station.

Le nickel de la station 3 peut avoir une origine géochimique naturelle et minière. Celui de la station d'épuration de Pont-d'Avène est d'origine indéterminée (fond géochimique de l'eau de distribution ?).



Remarque : au niveau du GIE, on note une baisse des flux en mars et juin 2016 qui tendraient à montrer les effets bénéfiques des nouveaux systèmes de traitements mis en place en décembre 2016 par les sociétés Axens et Solvay. Ceci reste à confirmer par des mesures ultérieures.



Nickel dans les bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Nickel	1386	2,5	13,4	mg/(kg MS)	2,2
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Nickel	1386	2,5	31,75	mg/(kg MS)	5,2
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Nickel	1386	2,5	10,64	mg/(kg MS)	1,8
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Nickel	1386	2,5	4,24	mg/(kg MS)	0,7
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Nickel	1386	2,5	10,48	mg/(kg MS)	1,7
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Nickel	1386	2,5	9,12	mg/(kg MS)	1,5
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Nickel	1386	2,5	11,13	mg/(kg MS)	1,8
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Nickel	1386	0,25	6,19	mg/(kg MS)	1,0
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Nickel	1386	2,5	23,74	mg/(kg MS)	3,9
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Nickel	1386	2,5	27,73	mg/(kg MS)	4,6
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Nickel	1386	2,5	13,36	mg/(kg MS)	2,2
Témoïn	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Nickel	1386	2,5	6,05	mg/(kg MS)	1,0

4.5.13. Plomb

Toutes les mesures du plomb dans les eaux de surface ont donné des résultats inférieurs au seuil de quantification du laboratoire (2 µg/l, qualité « bonne » du SEQ-Eau).

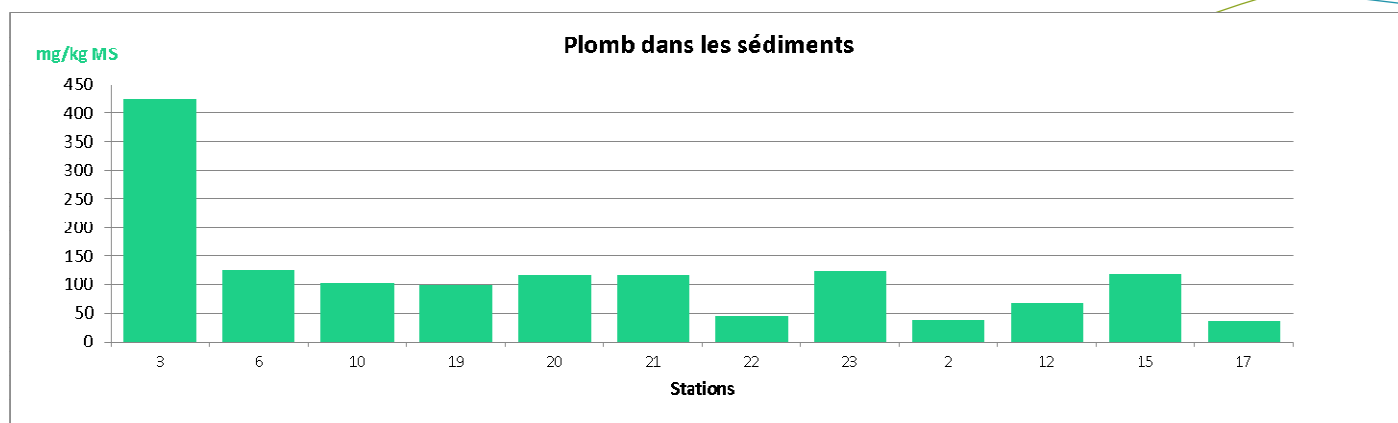
En revanche, ce métal est présent dans tous les échantillons de sédiments prélevés et plus particulièrement au niveau des stations amont 3 (aval Mercoïrol) et 6 (pont d'Avène) et dans Salindres (station 23) où il détermine une qualité « médiocre » au sens du SEQ-Eau. Ailleurs les teneurs dans les sédiments déterminent une qualité seulement « passable ».

Aux stations 3 et 4, la présence du plomb est confirmée par les bryophytes. L'accumulation constatée dans les bryophytes de la station 14 confirme les mesures sur sédiment à la station 23.

La principale origine du plomb dans les stations amont (3 et 4), ainsi que sur tout le linéaire de l'Avène, est très probablement géochimique et/ou minière.

Une incidence de l'urbanisation et de la circulation routière pourrait expliquer les valeurs dans Salindres (station 23) ou à Saint-Privat-des-Vieux (station 15), mais reste à confirmer.

Il n'a pas été mis en évidence d'impact sur les teneurs en plomb dû au GIE.



Plomb dans les bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Plomb	1382	5	30,6	mg/(kg MS)	5,1
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Plomb	1382	5	108,75	mg/(kg MS)	18,1
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Plomb	1382	5	67,75	mg/(kg MS)	11,3
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Plomb	1382	5,17	< 5,17	mg/(kg MS)	0,9
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Plomb	1382	5	66,55	mg/(kg MS)	11,1
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Plomb	1382	5	29,46	mg/(kg MS)	4,9
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Plomb	1382	5	68,21	mg/(kg MS)	11,4
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Plomb	1382	5	15,18	mg/(kg MS)	2,5
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Plomb	1382	5	60,05	mg/(kg MS)	10,0
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Plomb	1382	5	25,6	mg/(kg MS)	4,3
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Plomb	1382	5	10,47	mg/(kg MS)	1,7
Témoïn	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Plomb	1382	5	6	mg/(kg MS)	1,0

4.5.14. Thallium

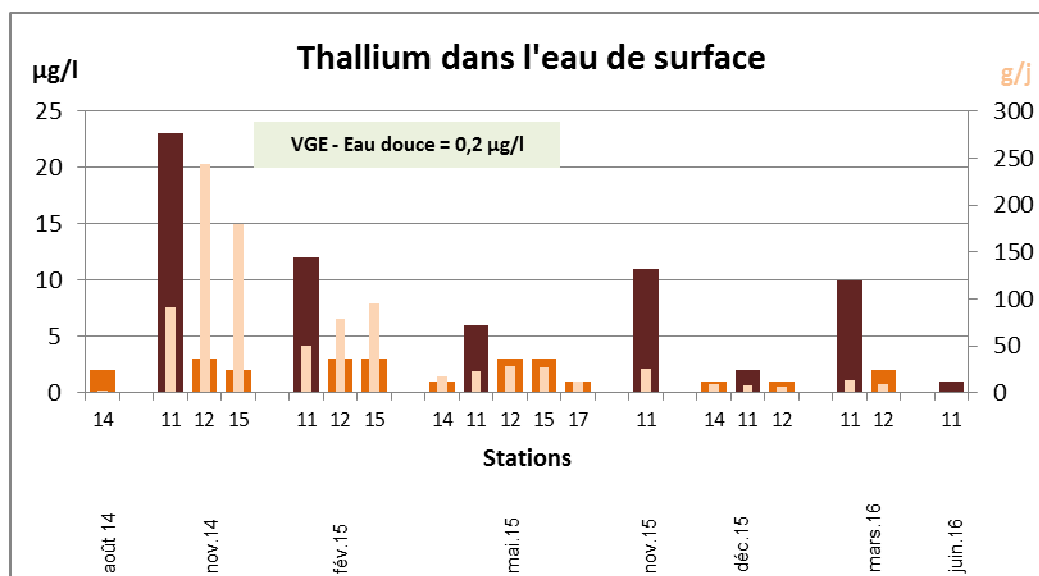
Le thallium est détecté en faibles concentration en aval de Salindres (station 14) en période de faible débit, mais est produit essentiellement au niveau du GIE (station 11).

Il est dilué mais présent dans les stations aval de l'Avène (12, 15 et 17) à des concentrations supérieures à la VGE Eau douce (0,2 µg/l). Il n'y a pas de NQE pour cet élément qui est cependant très toxique.

Une accumulation au niveau des sédiments des stations 22 (Salindres), 12 (aval Arias) et 15 (St-Privat-des-Vieux) est à noter (respectivement : 25,1, 5,4 et 10 mg/kg MS).

Au niveau de Salindres, l'origine du Thallium pourrait être souterraine, tandis qu'au niveau des station 12 et 15, les rejets du GIE semblent, au moins en partie, en cause.

Ce paramètre n'a pas été mesuré dans les bryophytes.



4.5.15. Titane

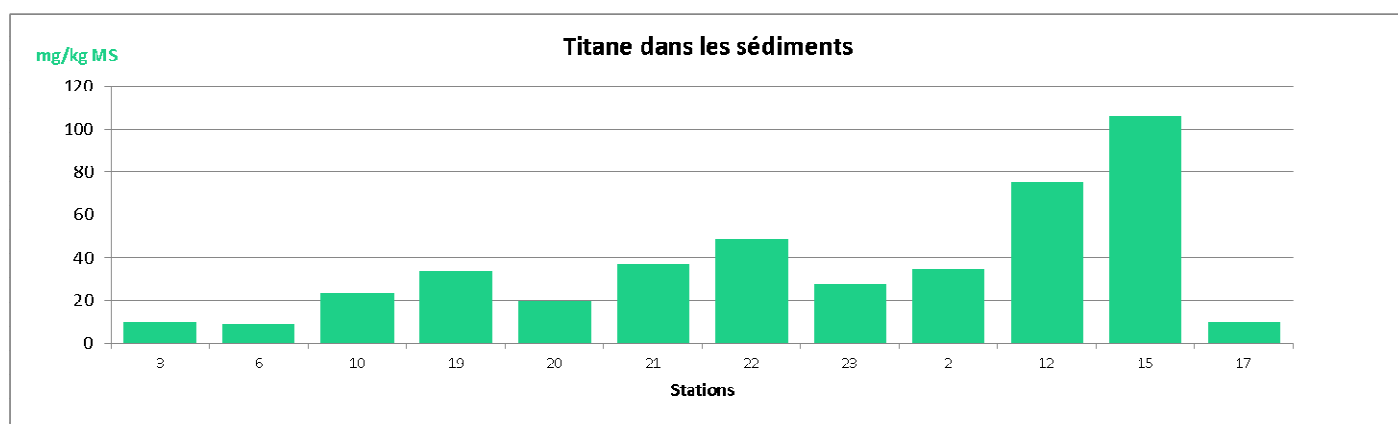
Dans les eaux, le titane n'a été rencontré qu'au niveau des rejets de la station d'épuration de Salindres : 20 µg/l au cours de la campagne de mai 2015.

Les sédiments attestent de sa présence sur tout le linéaire du cours d'eau. Globalement, les teneurs de ces sédiments augmentent de l'amont vers l'aval, la station 17 faisant exception. Une accumulation semble se dessiner en aval de l'Arias au niveau des stations 12 et 15.

Le titane n'a pas été mesuré dans les bryophytes.

Les données actuellement à notre disposition ne nous permettent pas de nous prononcer sur son origine.

Le titane entre dans la fabrication des céramiques industrielles de la société CTI implantée à Salindres et raccordée à la STEP communale (station étude 13) située entre les stations 21 et 22. Cette industrie constitue une des sources d'apport. Néanmoins le différentiel de concentration mesuré entre les sédiments de la station 21 et ceux de la station 22 reste faible. Le titane rejeté pourrait donc avoir migré vers l'aval du cours d'eau (stations 12 et 17), à moins que d'autres sources de pollution existent plus en aval.



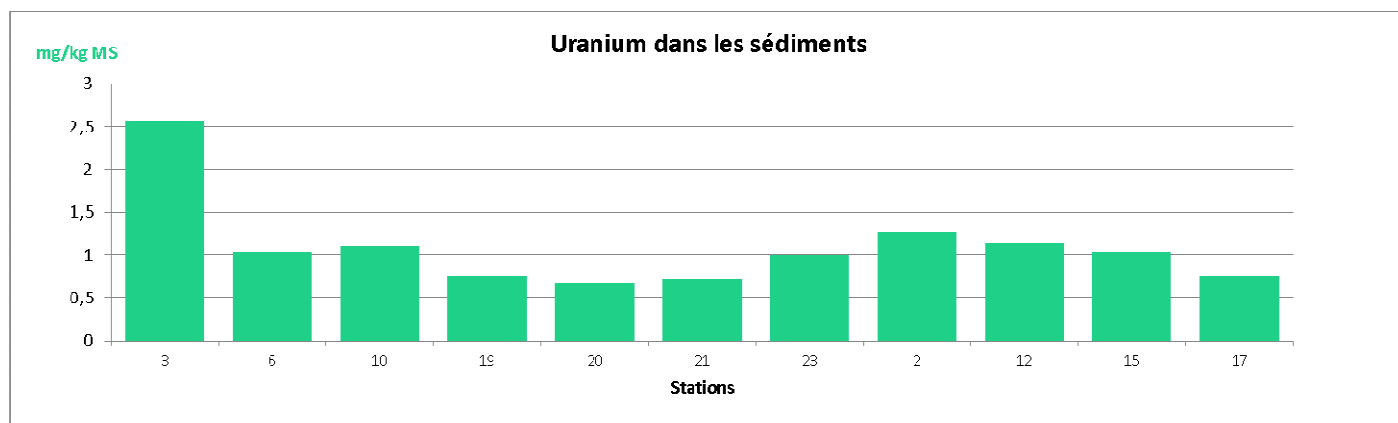
4.5.16. Uranium

L'uranium dans les eaux de surface, n'a dépassé le seuil de quantification du laboratoire (10 µg/l) qu'à la station 3 (aval Mercoirol) avec un maximum de 23 µg/l (VGE à 0,3 µg/l).

Présent dans tous les échantillons de sédiments, c'est aussi à la station 3 qu'il se trouve le plus concentré.

Les anciennes mines de Mercoirol pourraient être à l'origine de sa présence.

Remarque : il n'était pas prévu d'analyse de l'uranium sur les bryophytes.



4.5.17. Vanadium

Concernant l'eau, le seuil de quantification du laboratoire de 5 µg/l n'a été dépassé qu'aux stations 7, 14, 11, 12, 15. Les valeurs de concentration obtenues dépassent toute la VGE (2,5 µg/l).

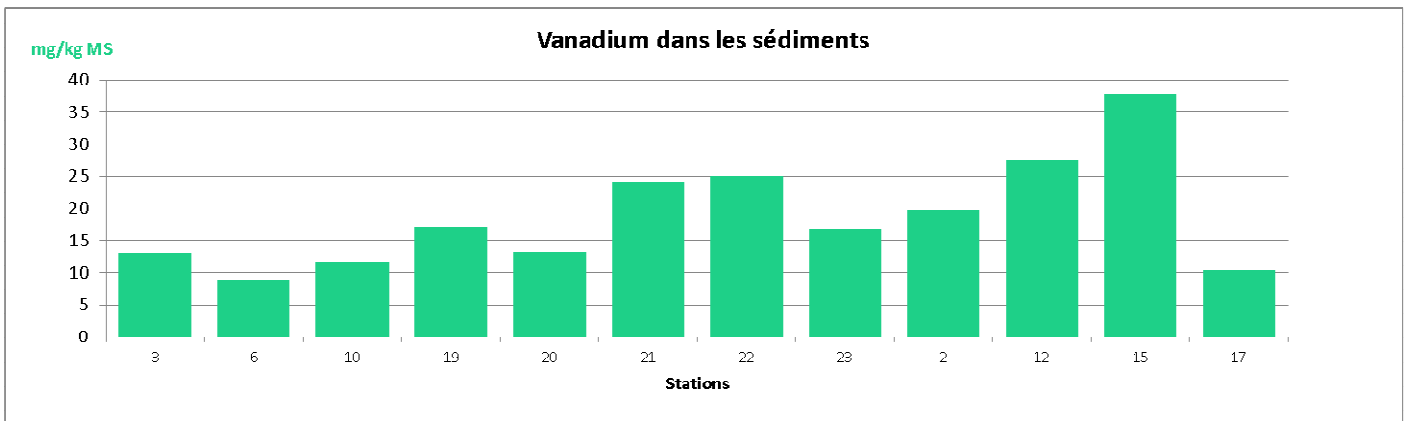
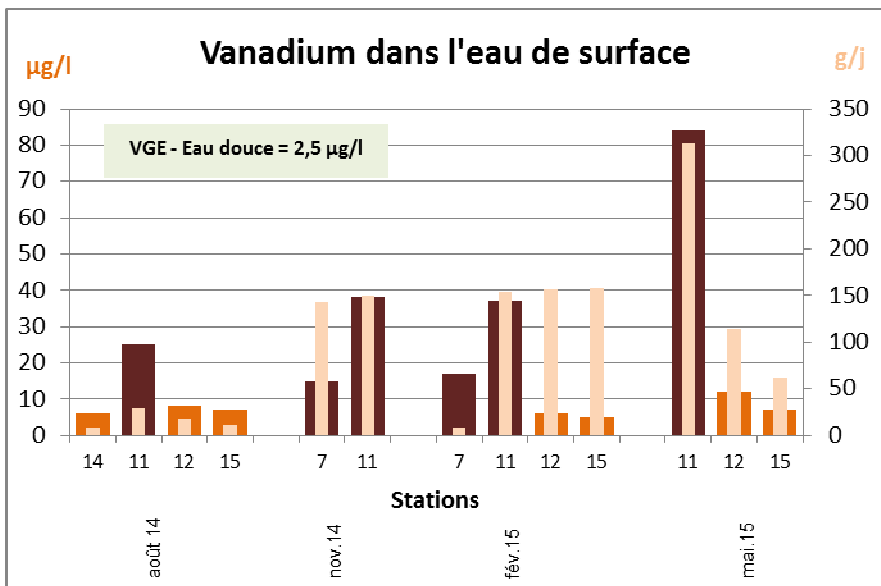
Dans les sédiments, le vanadium a le même comportement que le titane : ses teneurs tendent à augmenter vers l'aval et une accumulation a lieu au niveau des stations 12 et 15 (aval Arias et Saint-Privat-des-Vieux) ainsi que dans Salindres (station 21 et 22).

L'INERIS propose une valeur de concentration dans les sédiments sans effet prévisible sur l'environnement (PNEC) de 23,6 mg/kg MES secs tout en précisant qu'aucune donnée concernant la toxicité du vanadium vis-à-vis des organismes du sédiment n'a été recensée. Les 4 stations citées précédemment dépassent légèrement ce seuil.

Au regard des mesures sur eau, le vanadium est produit essentiellement par Ségoussac (station 7) et le GIE (station 11) mais le comportement des flux vers l'aval est aléatoire.

Nous ne disposons pas de mesure dans les bryophytes.

Au regard de ces résultats et de la bibliographie, nous évoquerons 2 origines possible du Vanadium : la nappe sous-jacente du GIE et les rejets du GIE, sans exclure un possible bruit de fond géochimique.



4.5.18. Zinc

Le zinc fait son apparition dans l'eau et les bryophytes à partir de Pont d'Avène (station 4). Les concentrations dans les sédiments augmentent entre les stations 3 et 6 (pas de mesure en 4).

Si une origine naturelle ou associée à l'activité minière est probable dans la partie haute du bassin versant, des apports localisés assez près de Pont d'Avène sont également envisageables, qu'ils soient de nature géologique ou anthropique.

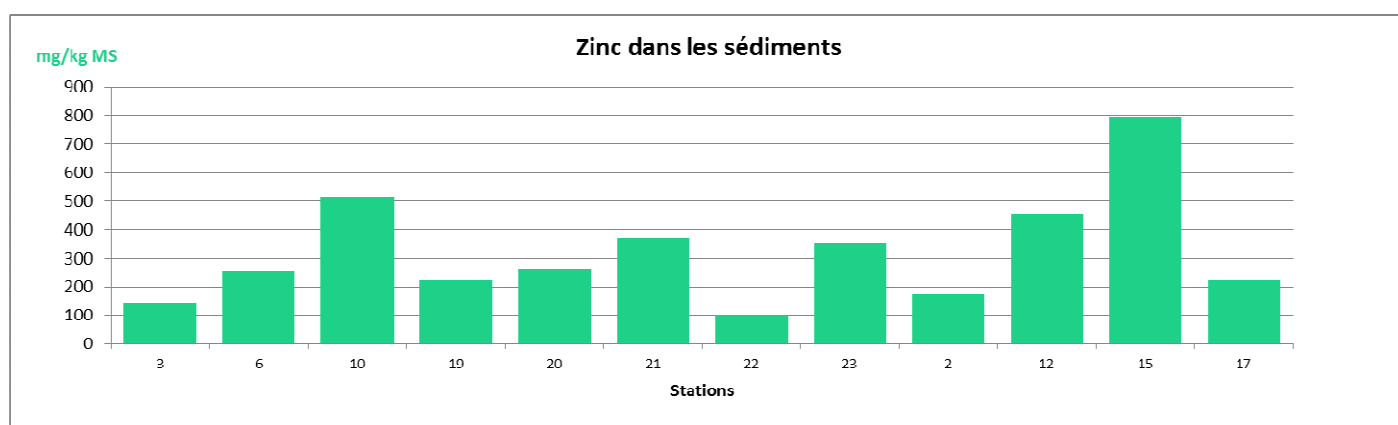
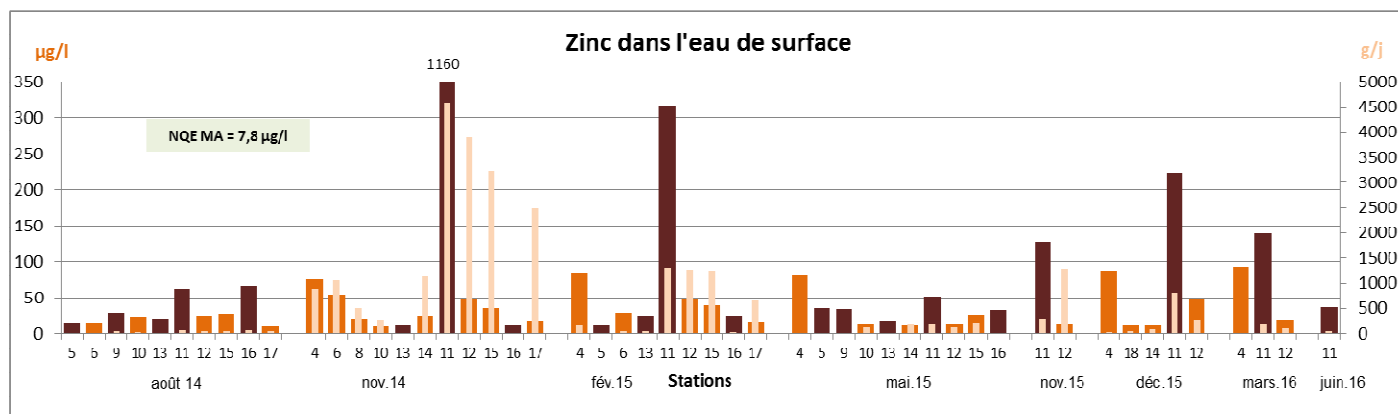
Plus en aval, on rencontre du zinc dans tous les rejets (sauf ceux de Ségoussac), mais ce zinc est produit pour l'essentiel par le GIE au niveau duquel les flux sont compris entre 0,053 et 4,6 kg/j (moyenne des résultats de l'autosurveillance 2014 : 1,6 kg/j).

Les bryophytes et sédiments montrent effectivement une augmentation de la teneur en zinc aux stations 12 et 15 et une diminution en 17.

Comme parallèlement, les flux mesurés dans l'eau tendent à diminuer entre les stations 12 et 17, une accumulation de zinc dans la partie aval de l'Avène est probable.

Une accumulation dans les sédiments au niveau de Salindres (station 10) est visible mais n'est pas perceptible sur les bryophytes.

Sur le plan qualitatif, et du seul point de vue de ce paramètre, la qualité des sédiments est « médiocre » au niveau des stations 10 et 15 et « moyenne » ailleurs. La qualité de l'eau reste « moyenne » sur tout le linéaire de l'Avène, la NQE_MA de 7,8 µg/l est tout le temps dépassée.



Zinc dans les bryophytes

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-aval	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Facteur d'accumulation *
1	6127905	1	17/11/2014	10:15:00	Zinc	1383	2,5	130,87	mg/(kg MS)	2,0
3	6127925	2	10/12/2014	10:15:00	Zinc	1383	2,5	156,44	mg/(kg MS)	2,4
4	6127935	3	17/11/2014	11:50:00	Zinc	1383	2,5	1378,73	mg/(kg MS)	20,9
7	06REJ007	6	17/11/2014	15:30:00	Zinc	1383	2,5	64,52	mg/(kg MS)	1,0
8	6127955	7	10/12/2014	11:15:00	Zinc	1383	2,5	475,48	mg/(kg MS)	7,2
10	6127965	9	10/12/2014	11:30:00	Zinc	1383	2,5	347,9	mg/(kg MS)	5,3
14	6127985	11	10/12/2014	11:45:00	Zinc	1383	2,5	411,15	mg/(kg MS)	6,2
2	6127915	12	18/11/2014	10:30:00	Zinc	1383	2,5	299,74	mg/(kg MS)	4,6
12	6127975	14	10/12/2014	12:00:00	Zinc	1383	2,5	737,58	mg/(kg MS)	11,2
15	6127900	15	10/12/2014	12:30:00	Zinc	1383	2,5	683,09	mg/(kg MS)	10,4
17	6127980	17	10/12/2014	12:45:00	Zinc	1383	2,5	247,59	mg/(kg MS)	3,8
Témoin	000BLANC	#N/A	18/11/2014	12:00:00	Zinc	1383	2,5	65,84	mg/(kg MS)	1,0

4.5.19. Conclusion

L'analyse **géologique** laissait entendre la présence possible d'antimoine (Sb), d'argent (Ag), d'arsenic (As), de baryum (Ba), de fer (Fe), de nickel (Ni), de plomb (Pb) et de zinc (Zn) au niveau des stations 1 et 3 situées en amont du bassin versant.

Les anciennes activités minières sont quant à elles potentiellement productrices d'arsenic (As), cadmium (Cd), cuivre (Cu), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb), zinc (Zn) et sulfates.

Les analyses effectuées dans le cadre de cette étude confirment l'existence d'un fond géochimique pour la plupart de ces molécules. Notre diagnostic est réservé seulement pour le cadmium et le fer.

Les **stations d'épuration** communales sont faiblement contributives aux flux et à la qualité des eaux de l'Avène au regard des métaux. On signalera toutefois que la STEP de Pont d'Avène est celle où le plus grand nombre de métaux a été rencontré. On en dénombre 9 : l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le bore, le cobalt, le cuivre, le mercure, le nickel et le zinc. La plupart de ces éléments pourraient provenir de l'eau de distribution.

Les **rejets du GIE** contiennent 11 métaux : l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le bore, le cobalt, le mercure, le molybdène, le nickel, le thallium, le vanadium et le zinc. Tous, sauf le baryum, sont à des teneurs supérieures au fond géochimique probable. On ne discerne pas d'évolution de la qualité des rejets du GIE suite à l'arrêt des apports en provenance de Ségoussac en juillet 2015.

Les eaux issues du bassin des **boues rouges de Ségoussac** se caractérisent par la présence d'arsenic, de bore, de molybdène et de vanadium.

Dans **l'Avène**, arsenic, baryum, molybdène, nickel, thallium, uranium, vanadium dépassent les niveaux ou valeurs guides environnementales de la DCE en différents secteurs. Mais, de façon plus précise, seuls l'arsenic et le zinc dépassent les NQE (l'arsenic à toutes les stations sauf les stations 1, 3, 2 et le zinc à toutes les stations sauf les stations 1, 3, 7, 2).

Les dépassements les plus significatifs concernent le molybdène de la confluence avec l'Arias (station 12) au Gardon (station 17) sous l'effet des rejets du GIE, le nickel qui détermine une classe de qualité « médiocre » en août en aval de la confluence avec l'Arias (station 12), le zinc qui confère au cours d'eau une qualité « passable » de l'amont à l'aval.

La plupart des métaux sont susceptibles de s'accumuler dans les sédiments de l'Avène dans la traversée de Salindres et en aval de l'Arias.

Globalement, les résultats qualitatifs obtenus au niveau de la station 15 sont cohérents avec ceux fournis par la station du RCE 06127900 à Saint-Privat-des-Vieux (voir chapitre bibliographique). Le RCE pointe l'arsenic, le cadmium, le nickel et le zinc comme facteurs déclassants. Ici seul, le cadmium n'a pas été mis en évidence.

Les résultats sur sédiments obtenus à la station 17 sont également très cohérents avec ceux fournis par le Conseil Départemental au niveau de la station 06127980 de Saint-Hilaire-de-Brethmas (voir chapitre bibliographique). Arsenic, plomb et zinc sont déclassant dans les sédiments prélevés par le Conseil Départemental. Ils le sont également dans ce suivi qui relève en plus le déclassement par le cadmium.

En revanche, les analyses sur bryophytes du Conseil Départemental donnent des facteurs de concentration plus élevés que ceux obtenus lors de ce suivi, mais difficilement interprétables car très évolutifs d'une année sur l'autre.

Le tableau suivant synthétise les conclusions des chapitres précédents et présente, pour chaque paramètre chimique, les secteurs où des augmentations de concentrations dans l'eau, les sédiments et les bryophytes ont été constatées. Ces anomalies sont mises en relation avec les sources de pollution les plus probables identifiées. Toutefois, tous les rejets du bassin versant n'ayant pas fait l'objet d'analyses physico-chimiques, la liste de ces sources de pollution n'est pas exhaustive. En particulier, au niveau de la station 14 (aval Salindres), voire au niveau de la station 12 (aval Arias), des rejets provenant du site industriel de Salindres, donc indépendants des apports de la nappe ou de ceux du GIE, peuvent s'ajouter à ceux identifiés dans le tableau.

Métaux et secteurs géographiques impactés

	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	22/14	2	12	15	17
Antimoine		Géochimie* 2 µg/l				STEP Saut-du- Loup				GIE		STEP St- Privat
Arsenic		Géochimie		STEP Pont- d'Avène				Nappe**		GIE		
Baryum		Géochimie 58 µg/l							Géochimie			
Bore		Géochimie 34 µg/l						Nappe	Géochimie	GIE		
Cadmium								Nappe		GIE ?		
Chrome								?			?	
Cobalt		?						Nappe		GIE		
Cuivre		Géochimie						Nappe			GIE Cultures ?	
Etain								Industries STEP Salindres ?				
Mercure		Géochimie			?					GIE		
Molybdène										GIE		
Nickel		Géochimie		STEP Pont- d'Avène						GIE		
Plomb		Géochimie							Géochimie			
Thallium								Nappe		GIE		
Uranium		Géochimie ?										
Vanadium								Nappe ?		GIE		
Zinc		Géochimie								GIE		

Station ou secteur de cours d'eau présentant des concentrations dans l'eau, les sédiments ou les bryophytes plus élevées ou des flux plus importants

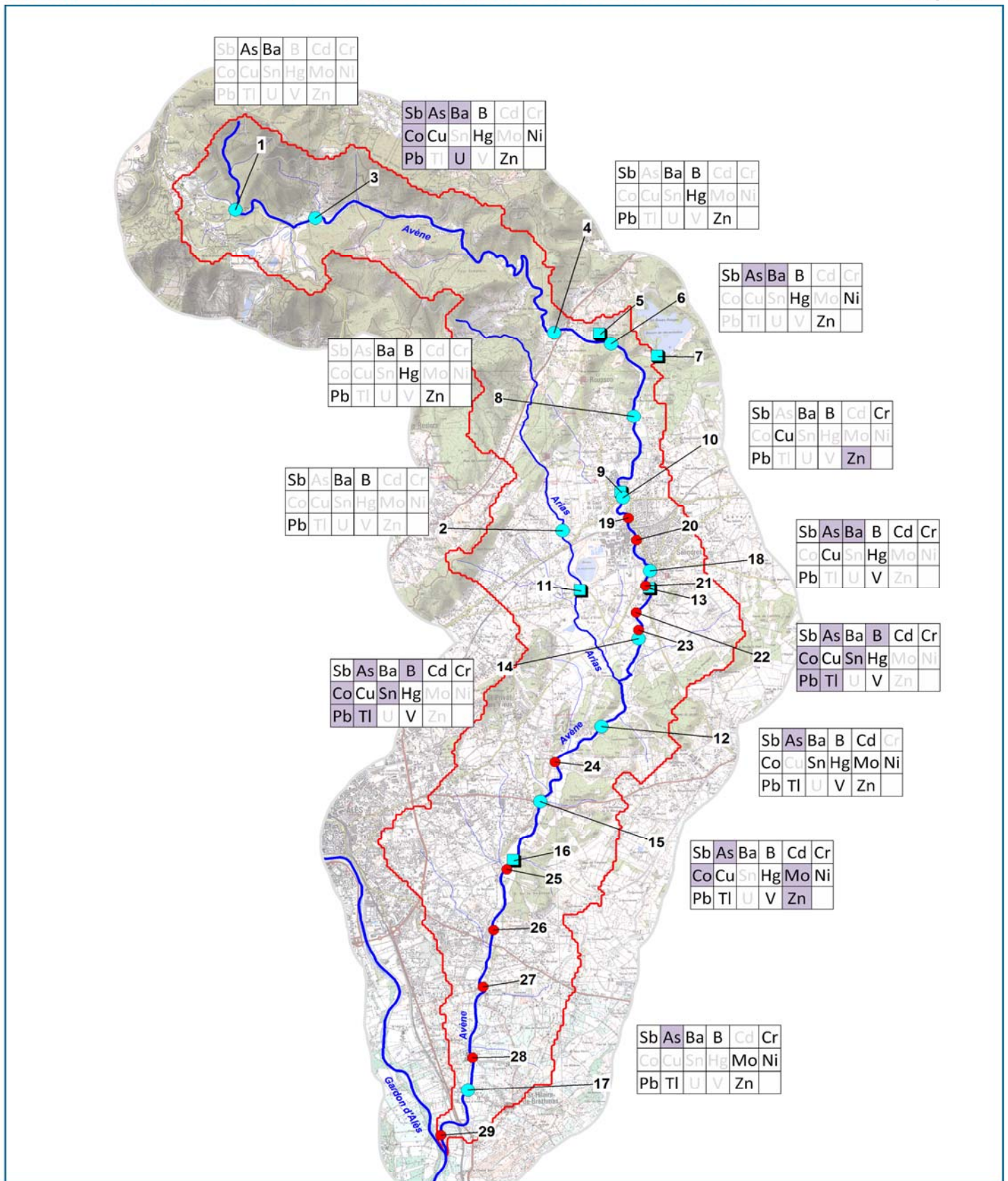
Station ou secteur de cours d'eau où les sédiments sont de qualité « médiocre » au sens du SEQ-Eau, présentent les plus fortes teneurs.

* : fond géochimique ou exploitation minière (avec indication de la concentration moyenne des eaux de surface)

** : nappe sous-jacente de la plate-forme industrielle de Salindres

Nom : source de pollution probable. Nom ? : source de pollution à confirmer. **En gras** : flux > 50 % de la somme des rejets mesurés sur le bassin versant

? : aucune source de pollution clairement identifiée



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
- Limites du bassin versant de l'Avène
- Station de prélèvement sur rejet
- 4 Station de prélèvement (code station)
- Analyses de sédiment en rivière

Dégradations constatées de la qualité (voir rapport)

Sb As Eléments présents dans l'eau, les sédiments ou les bryophytes à des concentrations significatives

Sn Hg Eléments présents dans les sédiments à des concentrations fortes



4.6. PESTICIDES DANS LES EAUX ET LES SEDIMENTS - GROUPES GP4, GP4-GP5 ET GP9

4.6.1. Analyse au fil de l'eau

Les analyses de ces groupes de paramètres ont concerné les stations suivantes :

Nombre d'analyses de type GP4, GP4-GP5 et GP9 effectuées

Code station	Nom station	Pesticides sur eau GP4 et GP4-GP5		Pesticides sur sédiments GP9
		Année 1	Année 2	Année 1
1	Amont du BV			0
3	Aval mines			1
4	Amont Pont d'Avène	4	4	0
6	Aval Pont d'Avène			1
8	Aval Ségoussac			0
10	Aval Saut du Loup			1
18	Amont STEU Salindres		4	
14	Aval Salindres	4	4	0
2	Arrias amont	3		1
11	Rejet Plateforme chimie	4	4	
12	Aval Arrias	4	4	1
15	Station 06127900	4		1

On trouvera ci-dessous, dans l'ordre d'apparition :

- un tableau qui présente, pour chaque station où des analyses d'eau ou de sédiment ont été pratiquées, la liste des molécules rencontrées ;
- un graphique intitulé « localisation et fréquence d'apparition des pesticides dans les eaux de surface » qui donne pour chaque molécule (axe vertical), le numéro de la station où elle apparaît (axe horizontal). Chaque barre de l'histogramme couché représente un prélèvement. Il y a autant de barre horizontale que de nombre d'analyses positives de la molécule concernée. Ce graphique permet, par le jeu des couleurs, de visualiser les molécules les plus fréquemment rencontrées et les stations les plus fréquemment impactées.
- Un tableau de synthèse des valeurs moyennes de concentrations mesurées dans les eaux, par paramètre et par station avec mention des dépassements de NQE ou VGE
- Un tableau des valeurs de concentrations confrontées aux grilles d'appréciation de la qualité du SEQ-Eau V2 et de la DCE (dans ce dernier cas seules les NQE ont été prises en compte).

Notons que ne figurent ici que les molécules dont la concentration a dépassé le seuil de quantification du laboratoire d'analyse. L'absence d'une molécule dans ces tableaux ou graphiques ne signifie donc pas son absence dans les eaux, mais seulement l'impossibilité de la quantifier avec les méthodologies analytiques utilisées.

Nous rappelons également que les résultats analytiques, confrontés aux grilles d'appréciation de la qualité conformément au chapitre 4.1, figurent également sous formes de tableaux dans les annexes 10 (pour l'eau), 11 (pour les sédiments).

Tableau : nombre et nature des pesticides quantifiés dans les eaux et les sédiments

Station	Eau	Sédiments
<p>4 – Amont Pont d'Avène</p> <p>9 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Aminotriazole Biphényle * Diflufenicanil Diméthénamide * Dinitrocrésol Métazachlore Methanal Métolachlore Phosphate de tributyle</p>	<p>Pas d'analyse</p>
<p>10 – Aval STEP Rousson – Saut du Loup</p> <p>2 molécules quantifiées dans le sédiment</p>	<p>Pas d'analyse</p>	<p>AMPA Glyphosate Propétamphos</p>
<p>18 – Salindres</p> <p>10 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>AMPA Anthraquinone Clethodim Diuron Fipronil Glyphosate Méthanal Perméthrine * Phosphate de tributyle Piperonyl butoxyde</p>	<p>Pas d'analyse</p>
<p>14 – Amont de la confluence avec l'Arias</p> <p>13 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>2,6-Dichlorobenzamide AMPA Anthraquinone Diazinon * Dinitrocrésol Fipronil Fosetyl-aluminium Glyphosate Imidaclopride Méthanal Piperonyl butoxyde Hexachlorocyclohexane bêta Phosphate de tributyle</p>	<p>Pas d'analyse</p>
<p>11 – Rejets du GIE de Salindres</p> <p>30 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>1,2,3,5 tétrachlorobenzène 2,4-D 2,6-Dichlorobenzamide Acide monochloroacétique Aminotriazole AMPA Anthraquinone Biphényle * Dalapon Diflufenicanil Dinitrocrésol Endosulfan Endosulfan alpha Fénuron * Fluométuron Glyphosate Hexachlorocyclohexane alpha Hexachlorocyclohexane bêta Hexachlorocyclohexane delta Hexachlorocyclohexane epsilon Isoproturon Mécoprop Méthanal Méthylphénol-2 Pentachlorophénol Phosphate de tributyle Piperonyl butoxyde Tétrachlorobenzène Tétrachlorobenzène-1,2,4,5 Triclopyr</p>	<p>Pas d'analyse</p>

Station	Eau	Sédiments
<p>12 – Aval de la confluence avec l'Arias</p> <p>17 molécules quantifiées dans l'eau</p> <p>2 molécules quantifiées dans les sédiments</p>	<p>2,6-Dichlorobenzamide Aminotriazole AMPA Anthraquinone Dinitrocresol Endosulfan Endosulfan alpha Fipronil Fluométuron Fosetyl-aluminium Glyphosate Hexachlorocyclohexane alpha Hexachlorocyclohexane bêta Hexachlorocyclohexane delta Hexachlorocyclohexane epsilon Méthanal Phosphate de tributyle</p>	<p>AMPA Glyphosate</p>
<p>15 – Saint-Privat-des-Vieux</p> <p>3 molécules quantifiées dans l'eau</p> <p>1 molécule quantifiée dans les sédiments</p>	<p>Hexachlorocyclohexane alpha Hexachlorocyclohexane bêta Hexachlorocyclohexane delta</p>	<p>Glyphosate</p>
<p>17 – Fermeture du bassin versant</p> <p>7 molécules quantifiées dans l'eau</p> <p>1 molécule quantifiée dans les sédiments</p>	<p>2,6-Dichlorobenzamide AMPA Fluométuron Fosetyl-aluminium Glyphosate Hexachlorocyclohexane bêta Phosphate de tributyle</p>	<p>AMPA</p>

Avec un astérisque : molécule dont l'inscription dans l'annexe I de la directive 91/414/CEE a été interdite, c'est-à-dire ne pouvant pas entrer dans la composition des préparations phytopharmaceutiques commercialisées sur le territoire de l'Union européenne.

En gras : substance dont la concentration est supérieure au minimum des normes environnementale (cf. § 2.3).

Etude des pressions polluantes de l'Avène
Valeurs moyennes des concentrations mesurées (supérieures à la limite de quantification)
 Prélèvements : aquascop - Analyses : CARSO

Groupe de paramètres **GP4**

Moyenne de Valeur Paramètre	stations 4	11	12	14	17	18
1,2,3,5 tétrachlorobenzène		0,155				
2,6-Dichlorobenzamide		0,025	0,008	0,012	0,007	
Aminotriazole	0,120	0,080	0,150			
AMPA		0,085	0,193	0,662	0,507	0,421
Anthraquinone		0,031	0,006	0,009		0,017
Clethodim						0,006
Dalapon		0,032				
Diazinon				0,005		
Diflufenicanil	0,008	0,008				
Diméthénamide	0,006					
Dinitrocresol	0,020	0,069	0,028	0,021		
Diuron						0,021
Endosulfan		0,029	0,016			
Endosulfan alpha		0,029	0,016			
Fénuron		0,025				
Fipronil			0,016	0,020		0,032
Fluométuron		0,113	0,046		0,036	
fosetyl-aluminium			0,083	0,107	0,040	
Glyphosate		0,072	0,055	0,104	0,039	0,346
Imidaclopride				0,074		
Isoproturon		0,025				
Mécoprop		0,021				
Métazachlore	0,067					
Methanal	6,000	8,000	11,000	12,000		5,000
Méthylphénol-2		0,260				
Métolachlore	0,031					
Perméthrine						0,030
Piperonyl butoxyde		0,008		0,010		0,017
Somme des Hexachlorocyclohexanes		0,081	0,034	0,009	0,009	
Tétrachlorobenzène		0,320				
Triclopyr		0,033				

: valeur supérieure au minimum des normes environnementales

Etude des pressions polluantes de l'Avène
Valeurs moyennes des concentrations mesurées (supérieures à la limite de quantification)
 Prélèvements : aquascop - Analyses : CARSO

Groupe de paramètres **GP4-GP5**

Moyenne de Valeur Paramètre	stations 4	11	12	14	15	17	18
2,4-D		0,063					
Acide monochloroacétique		1,030					
Biphényle	0,008	0,010					
Hexachlorocyclohexane alpha		0,023	0,014		0,006		
Hexachlorocyclohexane bêta		0,037	0,016	0,009	0,015	0,009	
Hexachlorocyclohexane delta		0,019	0,014		0,005		
Hexachlorocyclohexane epsilon		0,011	0,005				
Pentachlorophénol		0,099					
Phosphate de tributyle	0,006	0,031	0,008	0,006		0,015	0,009
Tétrachlorobenzène-1,2,4,5		0,155					
Somme des Hexachlorocyclohexanes		0,081	0,034	0,009		0,009	

: valeur supérieure au minimum des normes environnementales

Etude des pressions polluantes de l'Avène
Résultats des analyses pratiquées sur les sédiments en 2014
Prélèvements : aquascop - Analyses : CARSO

Code étude station	Code provisoire AERMC	Ordre amont-ava	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Fraction analysée	Paramètre	Code Sandre	Limite de quantification	Valeur	Unité	Groupe de paramètre
10	6127965	9	19/08/2014	11:30:00	5	AMPA	1907	0,02	14,1	µg/L	GP9
10	6127965	9	19/08/2014	11:30:00	5	Glyphosate	1506	0,02	3,77	µg/L	GP9
10	6127965	9	19/08/2014	11:30:00	144	Propétamphos	1533	50	163	µg/(kg MS)	GP9
12	6127975	14	20/08/2014	09:50:00	5	AMPA	1907	0,02	1,13	µg/L	GP9
12	6127975	14	20/08/2014	09:50:00	5	Glyphosate	1506	0,02	0,206	µg/L	GP9
15	6127900	15	20/08/2014	11:10:00	5	Glyphosate	1506	0,02	0,091	µg/L	GP9
17	6127980	17	20/08/2014	15:30:00	5	AMPA	1907	0,02	0,022	µg/L	GP9

9 molécules sont présentes en amont de Pont d'Avène (station 4), mais seulement 3 d'entre elles apparaissent en aval (aminotriazole, méthanal et phosphate de tributyle), ce qui rend la pollution par les pesticides dans la partie amont de l'Avène, spécifique. L'origine de ces pesticides n'a pas été déterminée.

En nombre de molécules, le secteur de cours d'eau le plus contaminé s'étend de Salindres (station 18 – amont STEP) à l'aval de la confluence de l'Arias (station 12) puisqu'on y dénombre 23 molécules différentes dans les eaux.

7 de ces molécules seulement persistent dans les eaux de la station la plus aval (station 17).

C'est dans les rejets du GIE qu'a été trouvé le plus grand nombre de molécules (30 sur l'ensemble des 4 campagnes). La moitié d'entre elles (16) ne réapparaissent pas en aval (stations 12, 15 et 17). En revanche, 5 de ces molécules n'étaient pas présentes dans l'Avène en amont de l'Arias et se retrouvent en aval de la confluence : endosulfan, hexachlorocyclohexane alpha, bêta, epsilon.

Au regard du SEQ-Eau, et pour les molécules qui y sont listées, les niveaux de contamination sont faibles (classe de qualité « bonne » à « très bonne »), à l'exception :

- du pentachlorophénol et de l'endosulfan alpha dans les rejets du GIE,
- du glyphosate à la station 18 (Salindres).

Pour les molécules qui ne figurent pas dans le SEQ-Eau, mais qui disposent d'une NQE ou d'une VGE, les dépassements de ces niveaux guides sont peu fréquents. Nous les listons ci-dessous en indiquant le mois pendant lequel a eu lieu le dépassement et la fonction du pesticide. Les molécules présentant un dépassement figurent également en gras dans le premier tableau du présent chapitre.

- station 4 : aminotriazole (novembre, herbicide), métazachlore (août, herbicide),
- station 14 : méthanal ou formol (novembre, utilisé quelquefois en milieu agricole comme biocide),
- station 11 (rejet) : acide monochloroacétique (février et mai, herbicide), aminotriazole (décembre, herbicide), endosulfan (novembre, insecticide), hexachlorocyclohexane (HCH) alpha, bêta, et delta (février, mars, mai, juin, août, novembre et décembre, pesticide), tetrachlorobenzène-1,2,4,5 (mai).
- station 12 : aminotriazole (mai, herbicide), endosulfan (décembre, insecticide), méthanal (mai, biocide), hexachlorocyclohexane alpha, bêta, et delta (août et mai, les isomères alpha et bêta du HCH sont obtenus à l'état de trace lors de la synthèse du lindane, ou HCH gamma, pesticide interdit en France. Ils sont utilisés pour la fabrication de trichlorobenzène et d'acide chlorhydrique),
- station 15 : hexachlorocyclohexane bêta (août, pesticide).

L'analyse de l'eau interstitielle des sédiments ne révèle que la présence de glyphosate (désherbant systémique) et de son produit de dégradation l'AMPA entre l'amont de Salindres et le Gardon d'Alès.

Le propétamphos (acaricide et d'insecticide contre de nombreux insectes dans les bâtiments d'élevage) est également présent dans la matrice sédimentaire en amont de Salindres (station 10).

Enfin, il est à noter que sur les stations en cours d'eau, ne se dégage pas de réelle saisonnalité de la contamination par les pesticides, ce qui est en partie explicable par le fait que l'agriculture n'exerce pas une très forte pression à l'échelle du bassin versant et qu'il existe des sources potentielles permanentes de pesticides liées aux activités industrielles (usine Rhodia, et société Iris Solupack à Salindres), aux usages domestiques (entretien des jardins) ou communaux (désherbage des voiries par exemple).

4.6.2. Conclusion

La contamination de l'Avène par les pesticides est réelle puisque une quarantaine de molécules différentes ont été identifiées mais reste modérée dans le sens où la plupart d'entre elles se concentrent sur un faible linéaire et où les concentrations dans le milieu naturel dépassent rarement les Normes de Qualité Environnementale de la DCE ou le seuil de la classe de qualité « bonne » du SEQ-Eau..

Elle affecte principalement le linéaire compris entre l'amont de Salindres (station 10) et l'aval de la confluence avec l'Arias (station 12).

La densité des stations de prélèvement du réseau de mesures mis en place dans le cadre de cette étude ne permet pas d'effectuer un diagnostic précis de la situation de l'Avène en amont de Salindres. Toutefois, la faible occupation agricole des sols dans ce secteur ne laisse pas envisager une forte contamination par les pesticides.

Pesticides et secteurs géographiques impactés

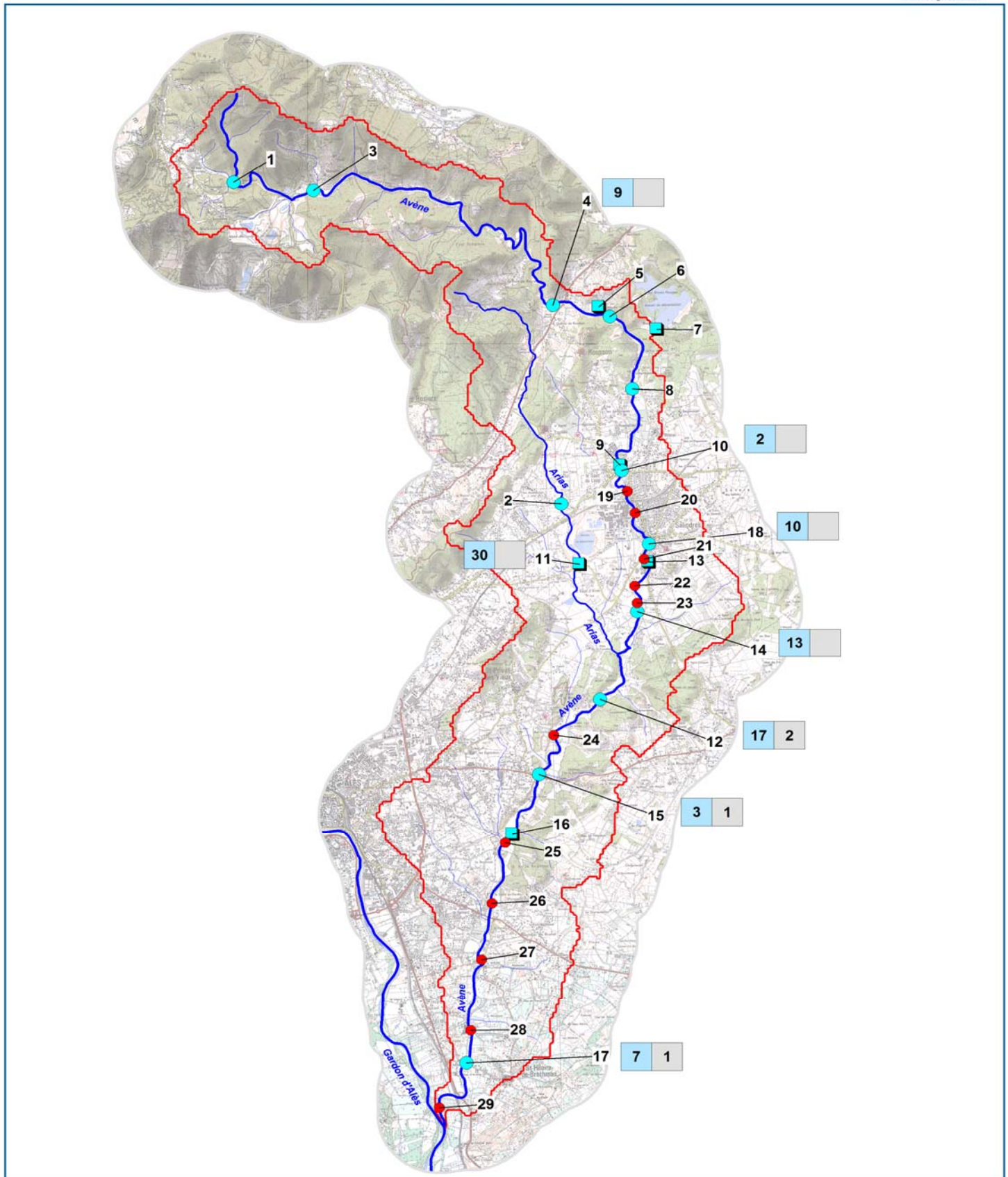
	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17
Pesticides			?			Usages urbains et/ou domestiques ?				GIE Agriculture		

Nom : source de pollution probable

Nom ? : source de pollution à confirmer

? : aucune source de pollution clairement identifiée

Remarque : les impacts ont été identifiés à partir des mesures sur eau et sédiment et bryophyte, mais l'existence d'un impact ne préjuge en rien de son importance.

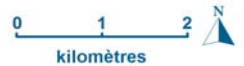


Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
 - Station de prélèvement sur rejet
 - Analyses de sédiment en rivière
 - 1 Station de prélèvement (code station)
 - Limites du bassin versant de l'Avène
- Dégradations constatées de la qualité de l'eau
- | | |
|------------------|---|
| Eau | Nombre de molécules de pesticides quantifiées dans l'eau ou les sédiments |
| Sédiments | |



4.7. MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DANS LES EAUX ET LES SEDIMENTS - GROUPES GP5 ET GP10

4.7.1. Analyse au fil de l'eau

Les analyses de ces groupes de paramètres ont concerné les stations suivantes :

Nombre d'analyses de type GP5 et GP10 effectuées

Code station	Nom station	Micro-polluants organiques sur eau GP5		Micro-polluants organiques sur sédiments GP10	
		Année 1	Année 2	Année 1	Année 2
1	Amont du BV			0	
3	Aval mines			1	
4	Amont Pont d'Avène	4	4	0	
6	Aval Pont d'Avène			1	
8	Aval Ségoussac			0	
10	Aval Saut du Loup			1	
19					
20					1
18	Amont STEU Salindres		4		
23					1
14	Aval Salindres	4	4	0	
2	Arrias amont	3		1	
11	Rejet Plateforme chimie	4	4		
12	Aval Arrias	4	4	1	
24					1
15	Station 06127900	4		1	
25					1
26					1
27					1
28					1
17	Station 06127980	4		1	
29					1

Les tableaux et graphiques suivants présentent les molécules de micropolluants organiques détectées dans les eaux de surface et les sédiments.

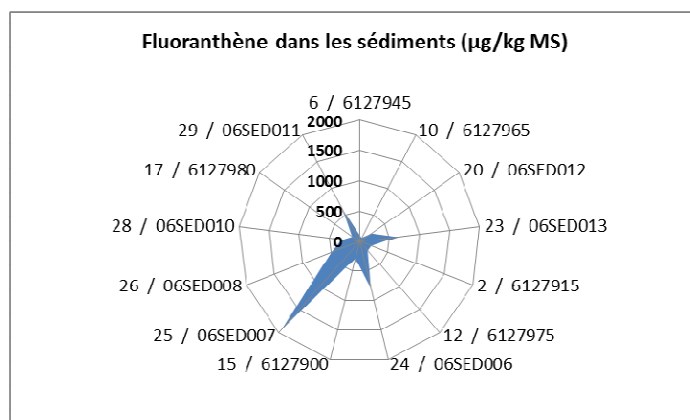
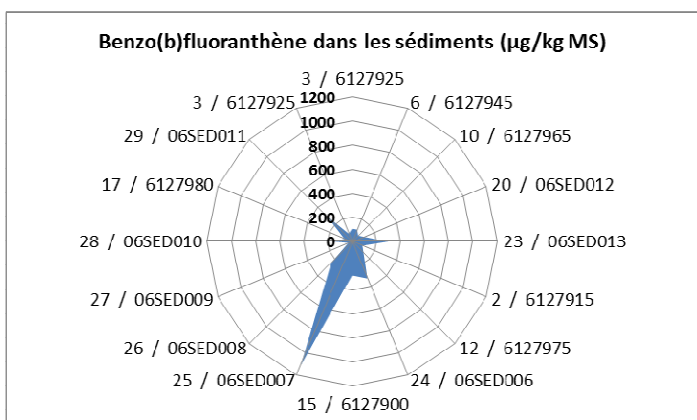
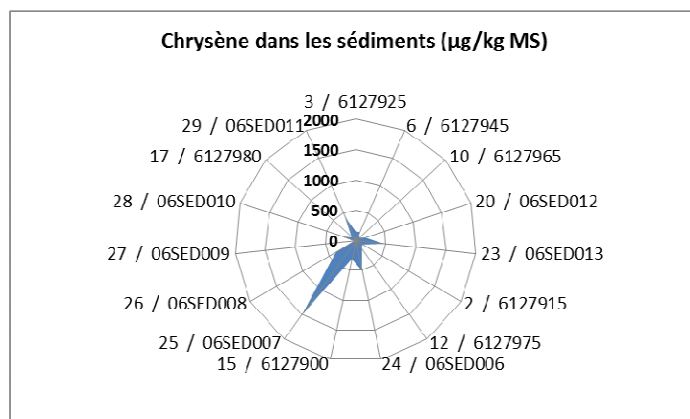
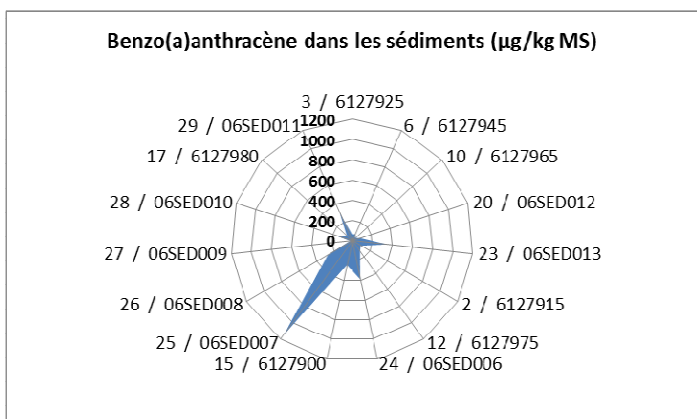
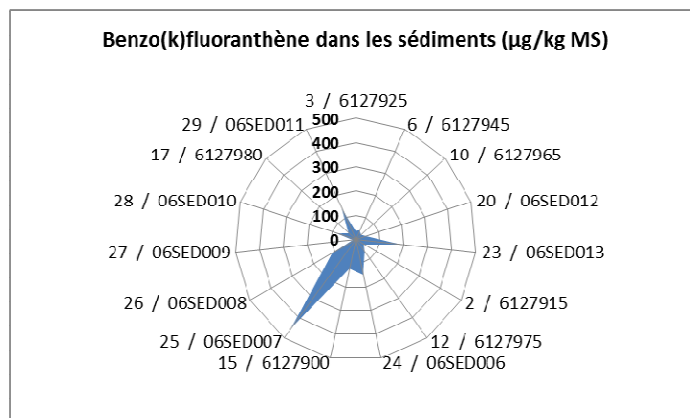
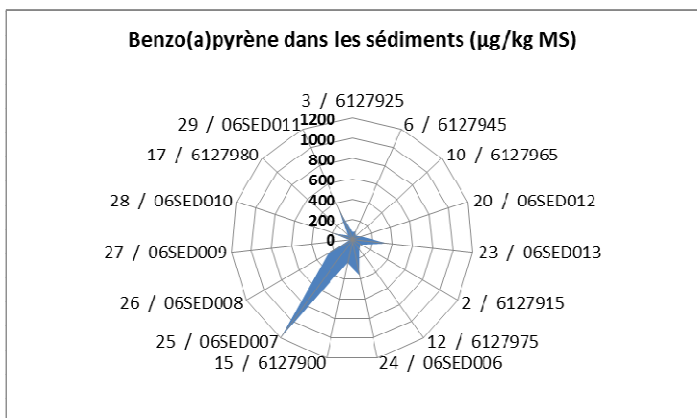
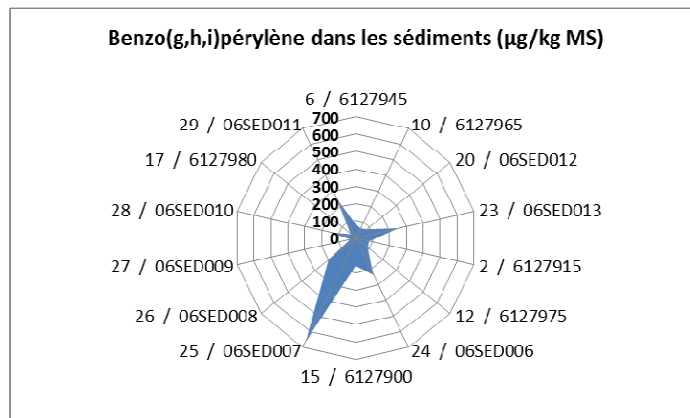
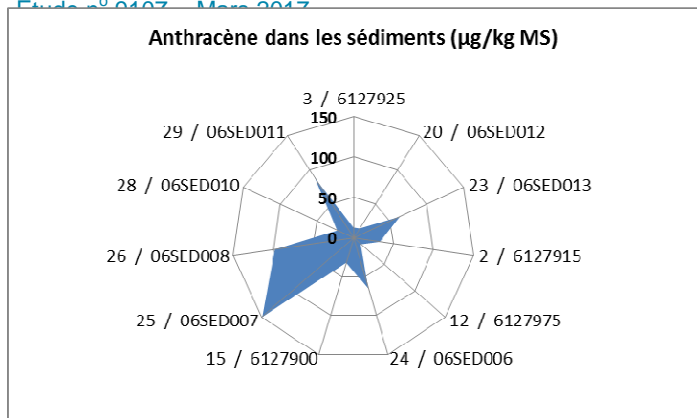
Notons que ne figurent ici que les molécules dont la concentration a dépassé le seuil de quantification du laboratoire d'analyse. L'absence d'une molécule dans ces tableaux ou graphique ne signifie donc pas son absence dans les eaux, mais seulement l'impossibilité de la quantifier avec les méthodologies analytiques utilisées.

Nous rappelons également que les résultats analytiques, confrontés aux grilles d'appréciation de la qualité conformément au chapitre 4.1, figurent sous formes de tableaux dans les annexes 10 (pour l'eau), 11 (pour les sédiments).

Tableau : nombre et nature des micropolluants organiques quantifiés dans les eaux de surface

Station	Eau
<p>4 – Amont Pont d'Avène</p> <p>7 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>4-nonylphenols ramifiés Nonylphénols linaires Somme des nonylphénols en position 4 Chrysène Méthyl-2-Naphtalène Naphtalène Phénanthrène</p>
<p>18 – Salindres</p> <p>12 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Chloroforme Décabromodiphényl éther Di(2-ethylhexyl)phtalate Dichlorobenzène-1,2 Dichlorobenzène-1,4 Fluoranthène Pentabromodiphényl éther (congénère 99) Phénanthrène Pyrène Tétrachloroéthylène Toluène Trichloroéthylène</p>
<p>14 – Amont de la confluence avec l'Arias</p> <p>3 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Di(2-ethylhexyl)phtalate Dichlorobenzène-1,4 Tétrachloroéthylène</p>
<p>2 – Arias amont</p> <p>2 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Di(2-ethylhexyl)phtalate Naphtalène</p>
<p>11 – Rejets du GIE de Salindres</p> <p>18 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Acénaphtène Chloroforme Di(2-ethylhexyl)phtalate Dichloroaniline-2,4 Dichlorobenzène-1,2 Dichloroéthène-1,2 Dichloroéthylène-1,2 ci Dichlorométhane Diethylamine Diméthylamine Fluoranthène Fluorène Phénanthrène Pyrène Tétrachloroéthylène Trichloroéthylène Trichlorophenol-2,4,5 Triphénylétain cation</p>
<p>12 – Aval de la confluence avec l'Arias</p> <p>3 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Chloroforme Dichlorobenzène-1,2 Diméthylamine</p>
<p>15 – Saint-Privat-des-Vieux</p> <p>3 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Chloroforme Dichlorobenzène-1,2 Naphtalène</p>
<p>17 – Fermeture du bassin versant</p> <p>3 molécules quantifiées dans l'eau</p>	<p>Chloroforme Dichlorobenzène-1,2 Naphtalène</p>

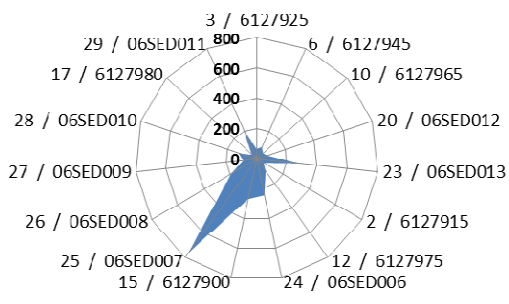
En gras : les substances dont la concentration est supérieure au minimum des normes environnementales



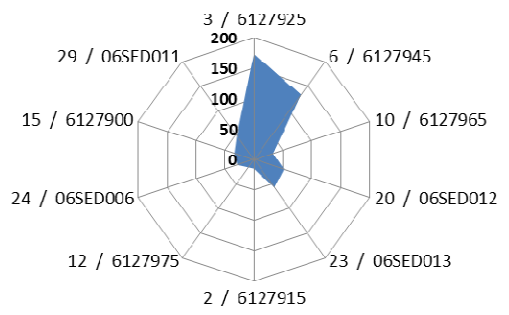


Étu
Étu

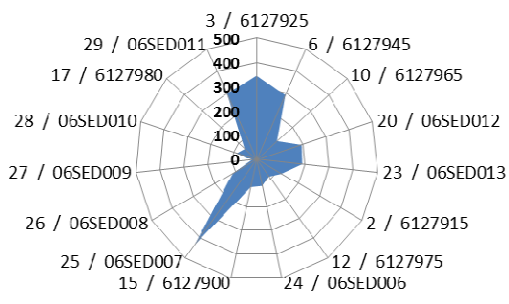
Indéno(1,2,3-cd)pyrène dans les sédiments ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$)



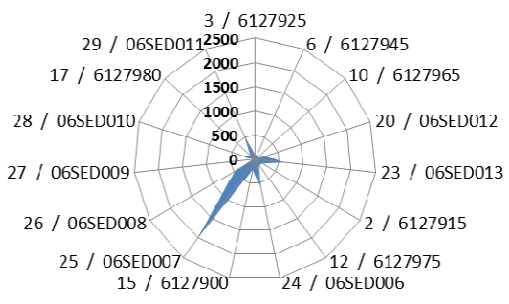
Naphtalène dans les sédiments ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$)



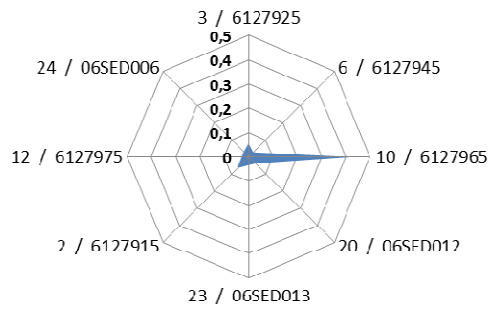
Phénanthrène dans les sédiments ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$)



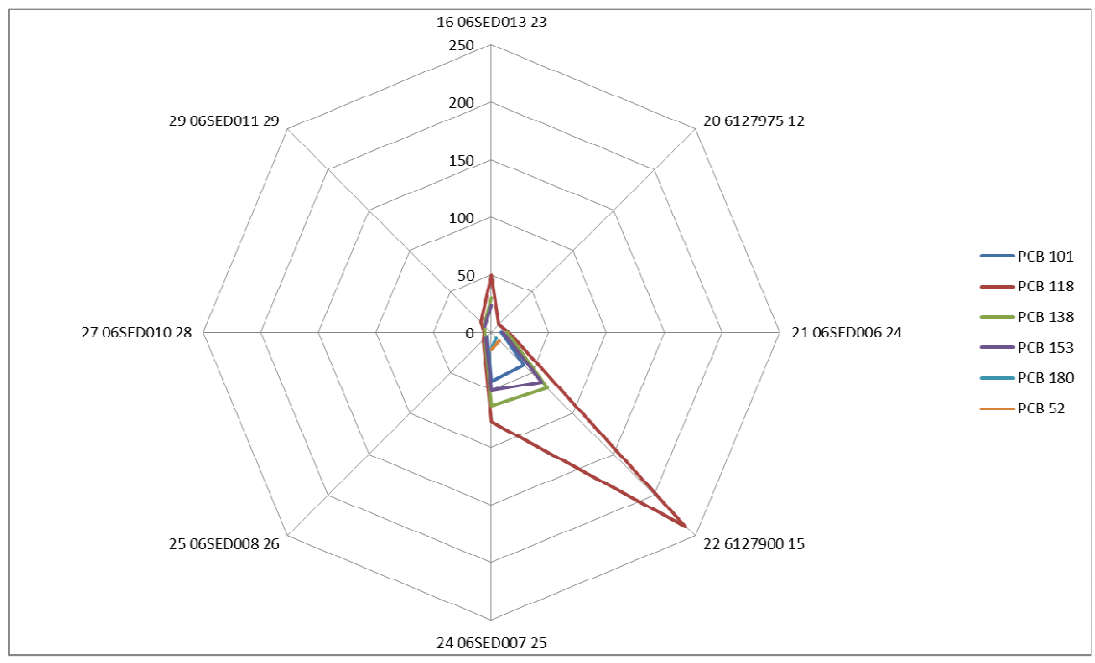
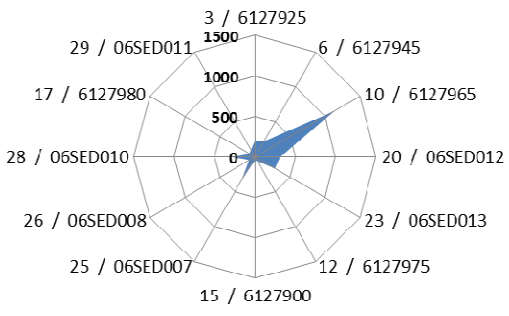
Pyrène dans les sédiments ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$)



Hexabromodiphényl éther 153 dans les sédiments ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$)



Di(2-ethylhexyl)phthalate dans les sédiments ($\mu\text{g}/\text{kg MS}$)



Le nombre de molécules qui ont pu être quantifiées dans les eaux est très variable mais permet de distinguer 2 groupes de stations.

Les stations du premier groupe appartiennent aux bassins versants amont de l'Avène et de l'Arias ainsi qu'à la partie de l'Avène située en aval de Salindres et comptent un faible nombre de molécules : 7 à la station 4 de Pont d'Avène, 3 en aval de Salindres (stations 14, 12, 15 et 17) et 2 dans l'Arias amont (station 2).

Parmi celles-ci on compte le **naphtalène** (classe de qualité « très bonne » du SEQ-Eau et valeurs inférieures à la NQE MA de la DCE). Ce produit est un hydrocarbure aromatique polycyclique autrefois surtout utilisé comme répulsif contre les mites. Aujourd'hui, 60 % du naphtalène produit est vendu comme produit chimique intermédiaire dans la fabrication d'anhydride phtalique qui sert à synthétiser les phtalates et divers agents plastifiants, résines, teintures, insecticides ou répulsifs, etc. 30 % des rejets des stations nationales en contiennent. Dans la nature, l'essentiel du naphtalène vient de combustions incomplètes (*pyrolyse*) (chauffage domestique au bois) et de la sublimation du naphtalène utilisé comme insecticide.

On constate que le **naphtalène** est présent dans tous les échantillons d'eau et de sédiment prélevés à l'exception de ceux compris entre les stations 25 et 17 qui couvrent le secteur STEP de St-Privat-des-Vieux – St-Hilaire-de-Brethmas. On ne le retrouve pas non plus dans Salindres (stations 18 et 14) et les rejets du GIE (station 11).

Le Di(2-ethylhexyl)phtalate, ou **DEHP**, apparaît dans les eaux aux stations 2 et 14 (classe de qualité « moyenne » selon le SEQ-Eau. Il est rencontré à la station 18 (Salindres) et dans les rejets du GIE (station 11). On le trouve dans tous les prélèvements de sédiment sauf en amont de l'Arias (station 2) et au Moulin du Juge (station 27), mais les teneurs les plus fortes sont observées à la station 10 (aval STEP Saut-du-Loup). Il n'y a pas de cohérence entre les flux mesurés aux différentes stations et il est donc difficile de localiser la source de cette pollution. Cette substance permet d'augmenter la flexibilité des plastiques et a été utilisée également pour la fabrication de parfums. On le retrouve quelquefois dans les rejets des stations d'épuration.

L'eau des stations 12, 15 et 17, qui caractérisent l'Avène en aval de la confluence avec l'Arias, est contaminée par le **chloroforme** et le **dichlorobenzène-1,2**.

Le chloroforme se retrouve également dans Salindres (station 18) et les rejets du GIE (station 11). Néanmoins, la comparaison des dates de prélèvement et des flux atteste que ces composés proviennent majoritairement du site industriel de Salindres via l'Arias. Un léger bruit de fond naturel n'est cependant pas à exclure.

Le niveau de qualité des eaux défini par les concentrations reste « bon » pour le chloroforme et « très bon » pour le dichlorobenzène-1,2. Un risque d'accumulation dans le milieu apparaît au vu de la décroissance amont-aval des flux, mais ces composés n'ont pas été détectés dans les sédiments.

Les stations 18 de Salindres et 11 du GIE forment le **second groupe de stations** caractérisées par un nombre de molécules beaucoup plus important : 12 pour Salindres et 18 pour le GIE.

Les rejets du GIE contiennent en particulier, à des concentrations fréquemment élevées, les composés suivants :

- chloroforme,
- dichlorométhane, surtout utilisé comme solvant de composés organiques,
- diéthylamine, utilisée en particulier comme inhibiteur de corrosion et dans la fabrication de colorants et de résines,
- diméthylamine qui est employée dans la fabrication du caoutchouc, de résines, de carburants, d'agents de nettoyage, de pesticides, ou pour le tannage du cuir.

Ces composés n'ont pas été retrouvés dans les sédiments.

Dans la station 18, le Di(2-ethylhexyl)phtalate (DEHP) et le fluoranthène sont les seuls paramètres déclassants (classe « moyenne » du SEQ-Eau V2 pour le premier et valeur supérieure à la NQE-MA pour le second).

On constate que les **HAP**, ou hydrocarbures aromatiques polycycliques sont faiblement représentés dans les eaux de surface. Acénaphène, chrysène, fluoranthène, fluorène, naphtalène, phénanthrène et pyrène sont les seules molécules qui dépassent le seuil de quantification du laboratoire et leurs concentrations déterminent des classes de qualité « bonne » ou « très bonne du SEQ-Eau. La station 11 (rejet du GIE) concentre la plupart de ces HAP.

En revanche, les HAP sont présents dans les sédiments de toutes les stations échantillonnées et y déterminent une classe de qualité seulement « moyenne » selon le SEQ-Eau.

Ainsi que le montrent les diagrammes radar des pages précédentes, c'est au niveau de la station 25, c'est-à-dire en aval immédiat de la STEP de St-Privat-des-Vieux et au droit de l'agglomération d'Alès, que se rencontrent les plus fortes concentrations de HAP dans les sédiments. Viennent ensuite les stations 23, 24, 26, 29 qui attestent d'une contamination généralisée (mais moins forte) de toute la partie de l'Avène située en aval de Salindres.

Si une origine industrielle (GIE notamment) ou urbaine (ruissellement sur chaussée routière) peut être envisagée, il ne faut pas non plus écarter un bruit de fond naturel.

Les **bromodiphényléthers** sont présents un peu partout dans les sédiments du réseau hydrographique (stations 3, 6, 10, 23, 2, 25, 26, 28, 29), mais s'accumulent préférentiellement au niveau de la station 10 (aval STEP de Rousson – Saut du Loup) ou le facteur de concentration par rapport aux autres stations est souvent supérieur à 10.

Hexa, Hepta, Penta TetraBromoDiphenylEther: (HBDE, PBDE, TBDE) sont des substances organiques bromées qui inhibent ou suppriment la combustion dans les matières organiques, et sont à ce titre utilisés comme additifs retardateurs de flammes. On peut les retrouver dans les meubles et appareil électroménagers. Qualifiées de substances dangereuses prioritaires de la DCE, elles devront être supprimées des rejets à l'échéance de 2028.

Aucun **PCB** (polychlorobiphényle) n'a été quantifié dans les eaux de surface ce qui est fréquent car il s'agit de produits peu ou pas solubles.

En revanche, les PCB contaminent les sédiments de l'Avène entre les stations 23 (aval Salindres) et 29 (confluence Gardon). Dans ce secteur, le seuil d'alerte de 10 µg/kg est quasiment toujours dépassé. Le niveau de contamination le plus élevé est mesuré au niveau de la station 15, c'est-à-dire au pont de la D6 à St-Privat-des-Vieux. Les stations 23 (aval de Salindres) et 25 (aval STEP de St-Privat-des-Vieux), bien que d'un niveau de contamination moindre, sont également très contaminées. Sur ces trois dernières stations, bien que le niveau de qualité défini par le SEQ-Eau soit « moyen », les concentrations sont largement supérieures au seuil de 60 µg/kg qui certifie la contamination de la chaîne trophique.

Nous donnons ci-dessous, le total des concentrations en PCB aux différentes stations :

Station	Total des PCB dans les sédiments (µg/kg)
23	126
12	9
24	47
15	425
25	265
26	30
28	12
29	36

La contamination des sédiments en 15 avait déjà été relevée et confirmée en 2008 par des analyses sur la chair de vairons effectuées dans le cadre du plan PCB RMC..

Les PCB, ou polychlorobiphényles, et les PCT (polychloroterphényles), désignés par l'abréviation « PCB », ont été fabriqués industriellement à partir de 1930. Leur production est arrêtée depuis les années 80. Leur stabilité chimique et leur ininflammabilité ont conduit à utiliser ces produits principalement comme fluides diélectriques (huile) principalement dans les transformateurs et les condensateurs, mais également dans certains radiateurs ou autres équipements électriques. Ils ont été largement utilisés comme lubrifiants dans les turbines et les pompes, dans la formation des huiles de coupe pour le traitement du métal, les soudures, les adhésifs, les peintures et les papiers autocopiants sans carbone.

L'origine de la contamination constatée à l'occasion de cette étude n'est pas déterminée. Nous signalerons seulement la présence, à environ 1,2 km en amont de la station 15, d'un poste électrique.

4.7.2. Conclusion

Les analyses réalisées dans les **eaux de surface** et dans les sédiments fournissent des renseignements différents et complémentaires sur le niveau de pollution du bassin de l'Avène par les micropolluants organiques.

Les analyses dans l'eau révèlent la présence de 12 substances dans la traversée de Salindres et 18 substances dans les rejets du GIE. Parmi celles-ci, 2 (le **chloroforme** et le **dichlorobenzène-1,2**) sont détectables dans le cours aval de l'Avène, mais à des concentrations relativement faibles, puisque ne dépassant pas le seuil de la classe de qualité « bonne » du SEQ-Eau.

Le **naphtalène** est présent de l'amont à l'aval du cours d'eau, mais à des niveaux de concentration très faibles (moins de 0,04 µg/l).

Nonylphénols, chrysène, phénanthrène, diméthylamine et tétrachloroéthylène contaminent également localement le cours d'eau, mais le niveau de pollution de l'Avène reste, là encore, relativement faible pour ces paramètres.

Le **di(2-ethylhexyl)phtalate** est le paramètre le plus déclassant dans les eaux de l'Avène puisqu'il détermine une classe de qualité seulement « moyenne » au sens du SEQ-Eau.

Les analyses du sédiment, révèlent quant à elles la présence de molécules faiblement représentées ou non détectées dans l'eau qui pourraient, pour certaines, résulter d'une pollution passée.

Parmi ces molécules figurent des **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** qui déterminent, en toutes stations échantillonnées, un niveau de qualité seulement « moyen » mais qui s'accumulent préférentiellement en aval de la STEP de St-Privat-des-Vieux (station 25).


Les **bromodiphényl éther (BDE)**, bien que présents un peu partout, s'accumulent préférentiellement dans les sédiments de la station 10 située en aval de la STEP de Rousson - Saut-du-Loup.


Les **polychlorobiphényles (PCB)** contaminent les sédiments de l'Avène entre les stations 23 (aval Salindres) et 29 (confluence Gardon). Dans ce secteur les niveaux de contamination les plus élevés sont mesurés au niveau des stations 23 (aval Salindres), 15 (pont de la D6 à St-Privat-des-Vieux), et 25 (aval St-Privat) où ils certifient la contamination de la chaîne trophique.

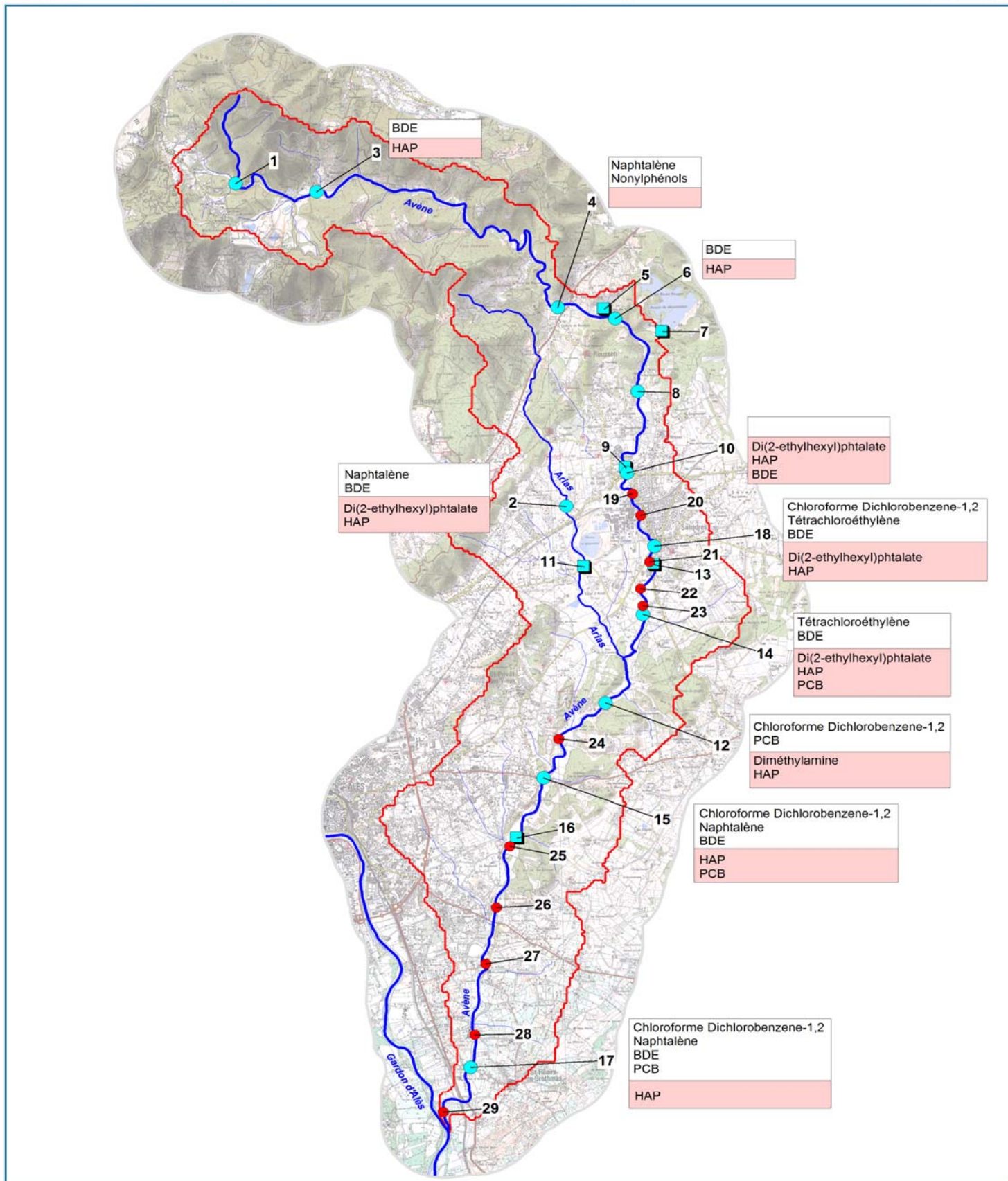
La présence de ces contaminations, ne préjuge en rien de l'origine des pollutions, surtout lorsqu'elles mettent en jeu des molécules d'usage ancien qui ont pu migrer avec le courant.

Micro-polluants organiques et secteurs géographiques impactés

	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17
Toutes molécules confondues	Pas de mesure				Pas de mesure							
Chloroforme Dichlorobenzène-1,2												
Naphtalène												
Nonylphénols												
Tétrachloroéthylène												
Di(2-ethylhexyl)phtalate												
Diméthylamine												
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)												
Bromodiphényléther (BDE)												
Polychlorobiphényles (PCB)												

 Station ou secteur de cours d'eau présentant des concentrations dans l'eau ou les sédiments supérieures au seuil de quantification du laboratoire

 Station ou secteur de cours d'eau où on observe soit un dépassement de la classe « bonne » du SEQ-Eau ou du minimum des normes environnementales dans les eaux, soit un dépassement de la classe « bonne » du SEQ-Eau ou une sur-concentration dans les sédiments.



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
- Analyses de sédiment en rivière
- 1 Station de prélèvement (code station)
- Limites du bassin versant de l'Avène

Dégrada-tions constatées de la qualité de l'eau ou des sédiments (voir rapport)

- BDE Concentration > seuil de quantification du laboratoire
- HAP Concentration significativement élevée



4.8. EDTA DANS LES EAUX ET LES SEDIMENTS - GROUPES GP6 ET GP11

L'EDTA (Éthylène Diamine Tétracétique), ou acide éthylène diamine tétraacétique est un produit au fort pouvoir chélatant (ou complexant) ce qui lui permet de former des complexes métalliques très stables. Ses utilisations sont multiples et il est employé dans de nombreux secteurs : médecine, industrie du papier, agronomie, agroalimentaire, cosmétique... Susceptible d'être utilisé au niveau du GIE de Salindres, ce produit n'a été recherché que dans les eaux et les sédiments des stations 2 (Arias amont) et 12 (Avène à l'aval de la confluence avec l'Arias).

Les concentrations mesurées dans les eaux de surface sont inférieures au seuil de quantification du laboratoire à chaque campagne (50 µg/l en août 2014 et 5 µg/l aux 3 autres campagnes). Concernant les teneurs dans les eaux des sédiments, celles-ci sont aussi restées inférieures au seuil de quantification du laboratoire d'analyses (50 µg/l pour la station 12 échantillonnée en août 2014, 5 µg/l pour la station 2 échantillonnée en novembre 2014).

En résumé, les mesures d'EDTA effectuées dans le cadre de cette première année de suivi n'ont pas permis de mettre en évidence de pollution de l'Avène par ce produit en aval de la confluence avec l'Arias.

5. QUALITE HYDROBIOLOGIQUE AU REGARD DES ANALYSES EFFECTUEES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE

5.1. DIATOMEES BENTHIQUES

5.1.1. Méthodologie

La méthode utilisée, basée sur l'étude des peuplements d'algues diatomées, est conforme à la norme IBD NF T 90 354 de décembre 2007.

Les listes floristiques ont été saisies dans le logiciel Omnidia (version 5.3), à l'aide de leur codification à 4 lettres, afin d'obtenir le résultat des indices IPS et IBD (voir annexe 13). Les différentes classes de qualité possibles selon la norme IBD et selon l'arrêté du 25 janvier 2010 ont été décrites précédemment (cf. chapitre 2.3).

Les prélèvements de diatomées ont été effectués lors de 2 campagnes (août 2014 et mai 2015) aux stations suivantes :

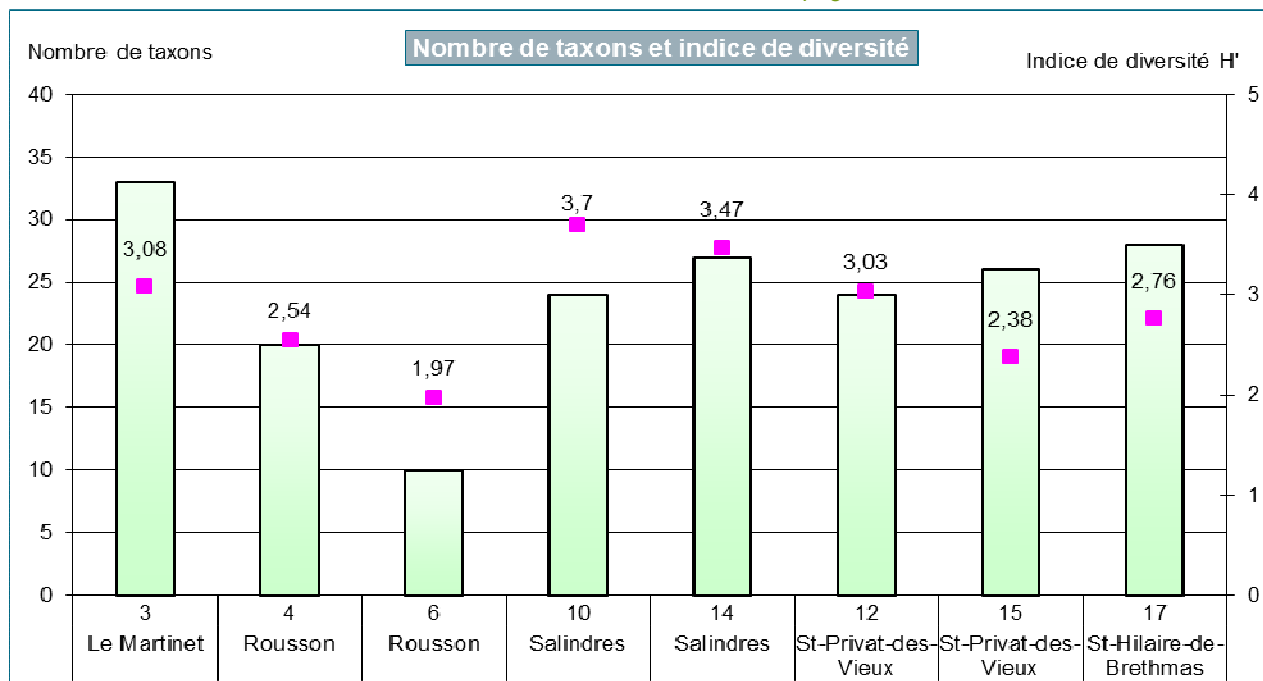
N° Station	Nom	Cours d'eau	Commune	Campagne d'août 2014	Campagne de mai 2015
1	Amont du bassin versant de l'Avène	Avène	Le Pradel		✓
3	Aval des mines de Mercoirol	Avène	Le Martinet	✓	✓
4	Amont de Pont d'Avène	Avène	Rousson	✓	✓
6	Aval de Pont d'Avène	Avène	Rousson	✓	✓
8	Aval de Ségoussac	Avène	Rousson		✓
10	Aval Saut du Loup	Avène	Salindres	✓	✓
12	Aval de la confluence avec l'Arias	Avène	Saint-Privat-des-Vieux	✓	✓
14	Aval de Salindres	Avène	Salindres	✓	✓
15	Station 06127900 au pont de la D6	Avène	Saint-Privat-des-Vieux	✓	✓
17	Station 06127980 au pont de la D280	Avène	Saint-Hilaire-de-Brethmas	✓	✓

Dans le même principe que pour les analyses physico-chimiques, les résultats de l'analyse des peuplements de diatomées sont présentés par paramètre.

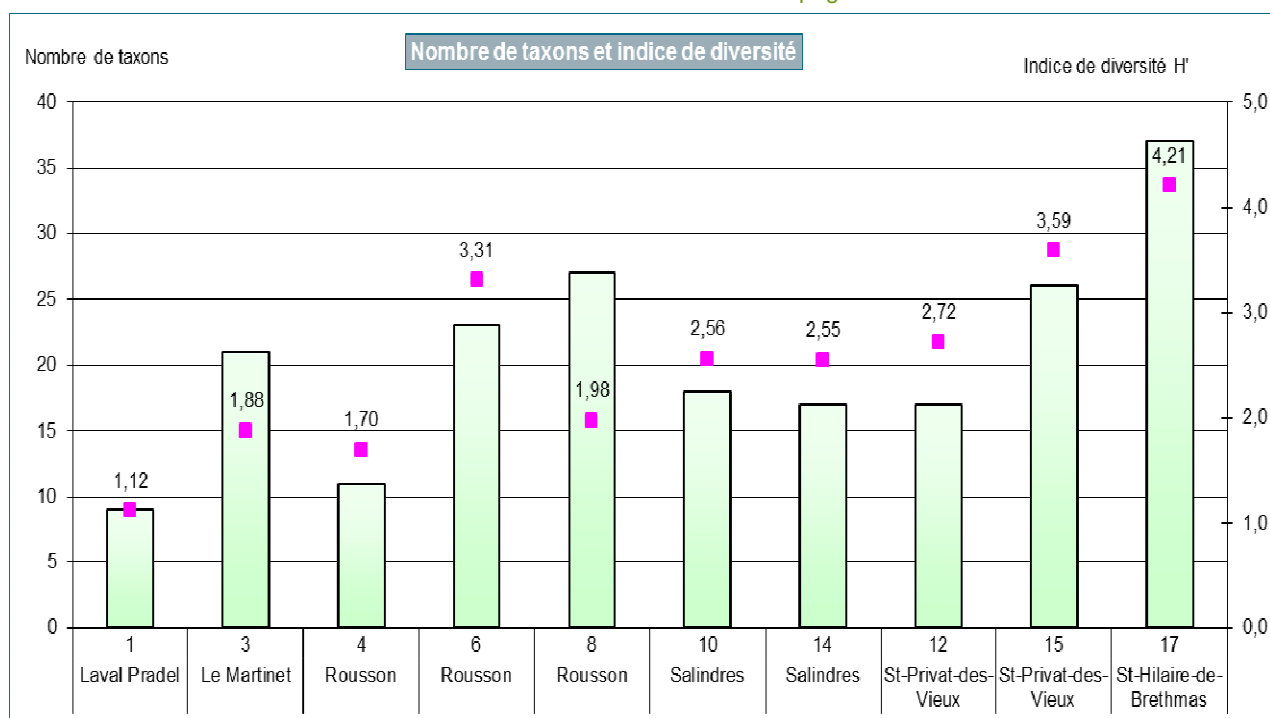
5.1.2. Richesse et diversité des peuplements

La richesse du peuplement est déterminée par le nombre de taxons (N) et la diversité par l'indice de Shannon-Weaver (H'). Ces deux paramètres, combinés à l'équitabilité, peuvent nous renseigner sur la stabilité des conditions environnementales.

Evolution de la diversité et de la richesse : campagne d'août 2014



Evolution de la diversité et de la richesse : campagne de mai 2015



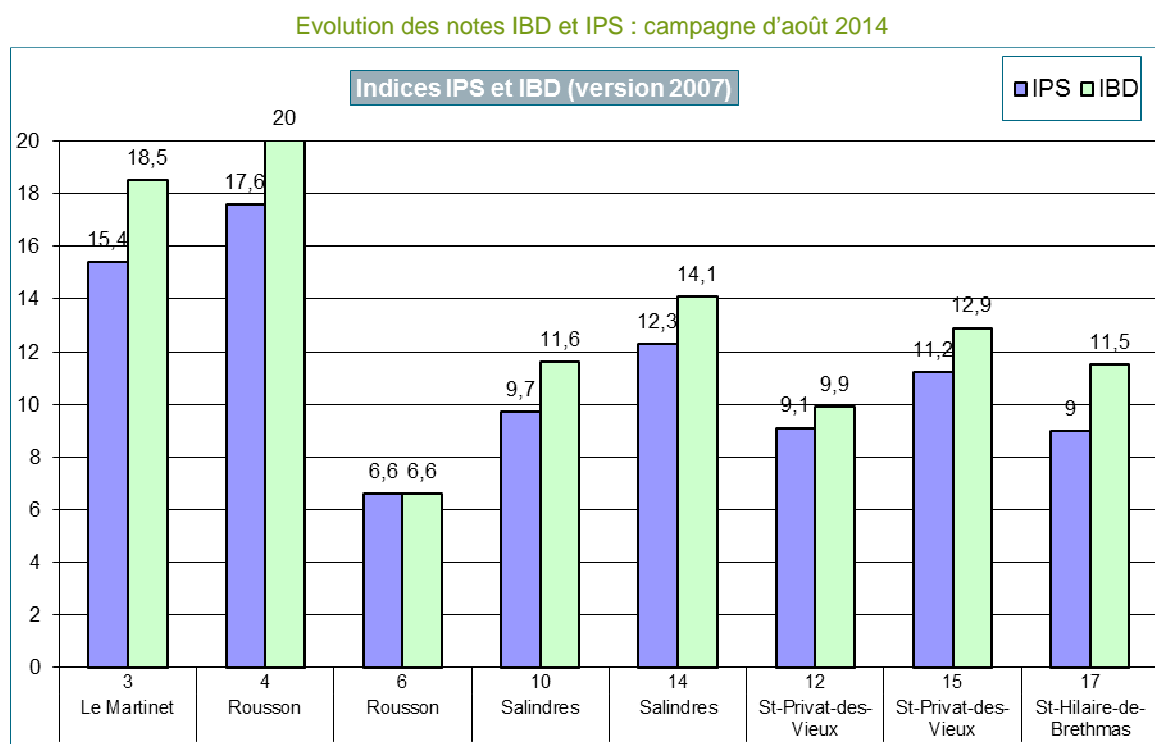
Le nombre de taxons et la diversité sont très variables d'une station à l'autre lors d'une même campagne mais aussi pour une même station entre les deux campagnes.

Globalement, les peuplements sont moins diversifiés lors de la campagne de mai 2015, sauf pour les stations 6 et 17. Cela peut être lié au développement printanier des cortèges de diatomées après une période hivernale de repos et un changement des conditions environnementales assez récent.

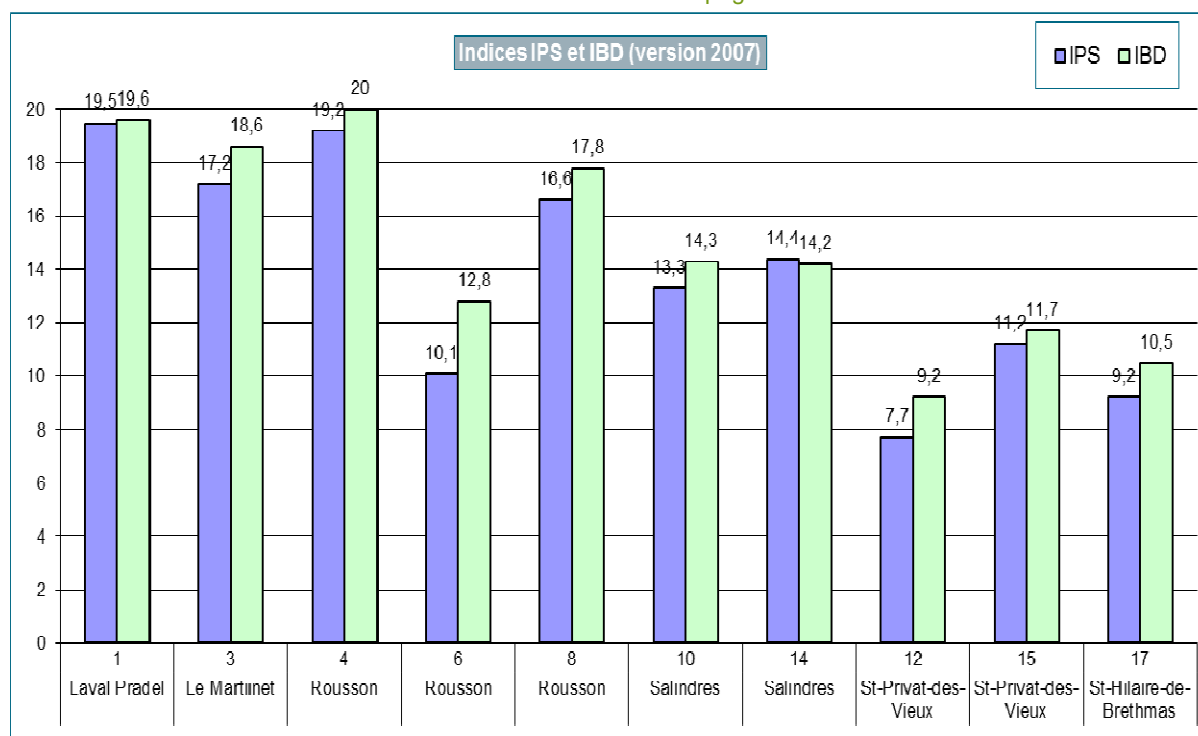
En juillet 2014, la richesse taxonomique des peuplements est correcte, la diversité est moyenne, mettant ainsi en évidence une certaine stabilité des conditions environnementales, sauf à la station 6 où la diversité et le nombre de taxons sont très faibles ($N=10$, $H'=1,97$), ceci pouvant traduire une forte perturbation du milieu.

5.1.3. Analyse des notes IBD et IPS

Les graphiques ci-dessous représentent les notes IBD et IPS obtenues pour les deux campagnes de prélèvements. Les listes floristiques se trouvent en annexe 13.



Evolution des notes IBD et IPS : campagne de mai 2015



● Campagne de juillet 2014

D'après les peuplements de diatomées, la qualité biologique des eaux de l'Avène est très bonne aux stations 3 et 4 (note IBD respectivement égale à 18,5 et 20/20). L'Etat biologique y est aussi très bon. Une forte dégradation est mise en évidence à hauteur de la station 6 (en aval de la STEP de Rousson - Pont d'Avène), l'IBD passant à 6,6/20 (qualité médiocre). Plus en aval, dès la station 10, la qualité de l'eau est légèrement restaurée mais elle reste toutefois moyenne (notes IBD comprises entre 9 et 13/20) malgré une amélioration à hauteur de la station 14 (bonne qualité avec un IBD de 14,1/20).

● Campagne de mai 2015

En mai, la qualité biologique des eaux de l'Avène est très bonne aux stations 1, 3 et 4 (notes supérieures à 17/20). L'Etat biologique est également très bon. A hauteur de la station 6 (aval STEP de Rousson - Pont d'Avène), les notes indicelles chutent nettement (IBD=12,8/20, IPS=10,1/20), mettant ainsi en évidence une forte perturbation du milieu. A la station 8, en aval du bassin des boues rouges de Séguoussac, la qualité de l'eau est bonne (IBD=17,8/20). Plus en aval, après une légère amélioration du milieu, la qualité se dégrade à nouveau à hauteur de la station 12 (aval Arias) où elle devient moyenne selon l'IBD et médiocre selon l'IPS. Cette perturbation est observée jusqu'à la station 17 à Saint-Hilaire-de-Brethmas.

● Comparaison des deux campagnes

Les indices diatomiques mettent en évidence un état des eaux très bon dans la zone amont de l'Avène, relativement **stable** au printemps et en été. En revanche, on observe, lors des deux campagnes, une forte **baisse** des notes en aval de la STEP de Rousson - Pont d'Avène. Cette dégradation est légèrement résorbée par le milieu en aval mais une nouvelle perturbation intervient à hauteur de la station 12, en aval de la confluence avec l'Arias.

5.1.4. Préférences écologiques et qualité de l'eau

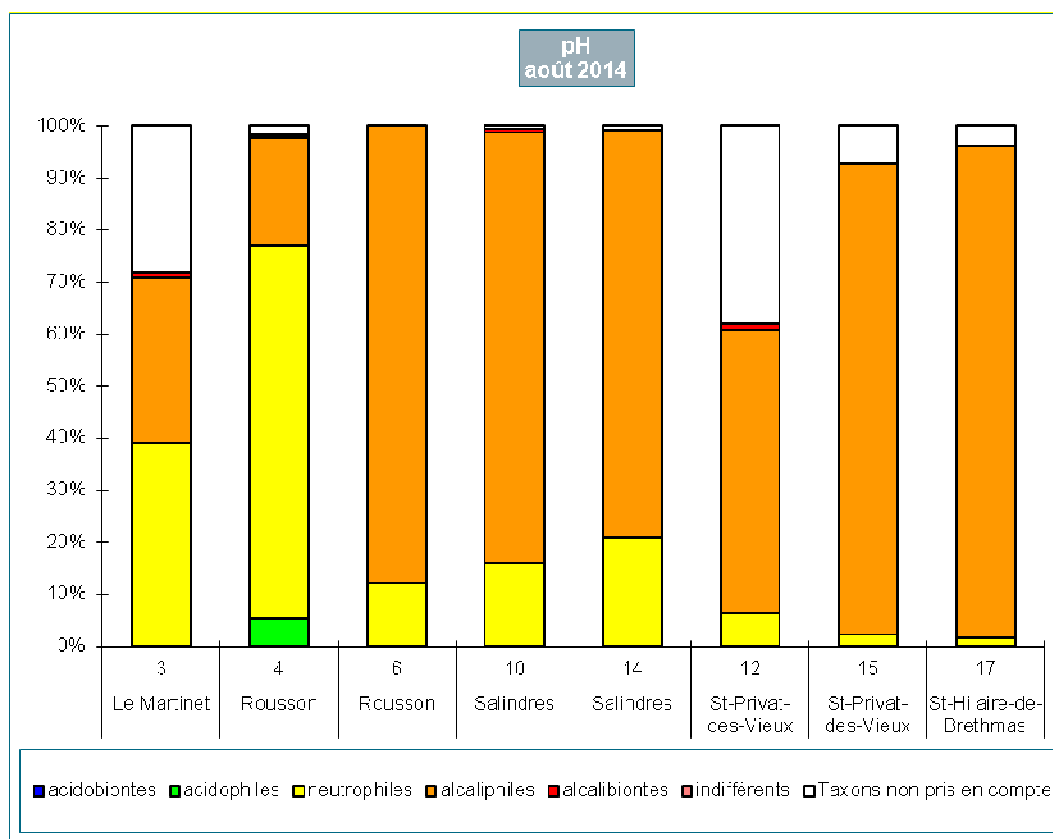
Les préférences écologiques (optimum de développement) des espèces dominantes, selon la classification de Van Dam et al., permettent d'appréhender la qualité de l'eau. Elles ont été établies en 1994 pour 948 taxons.

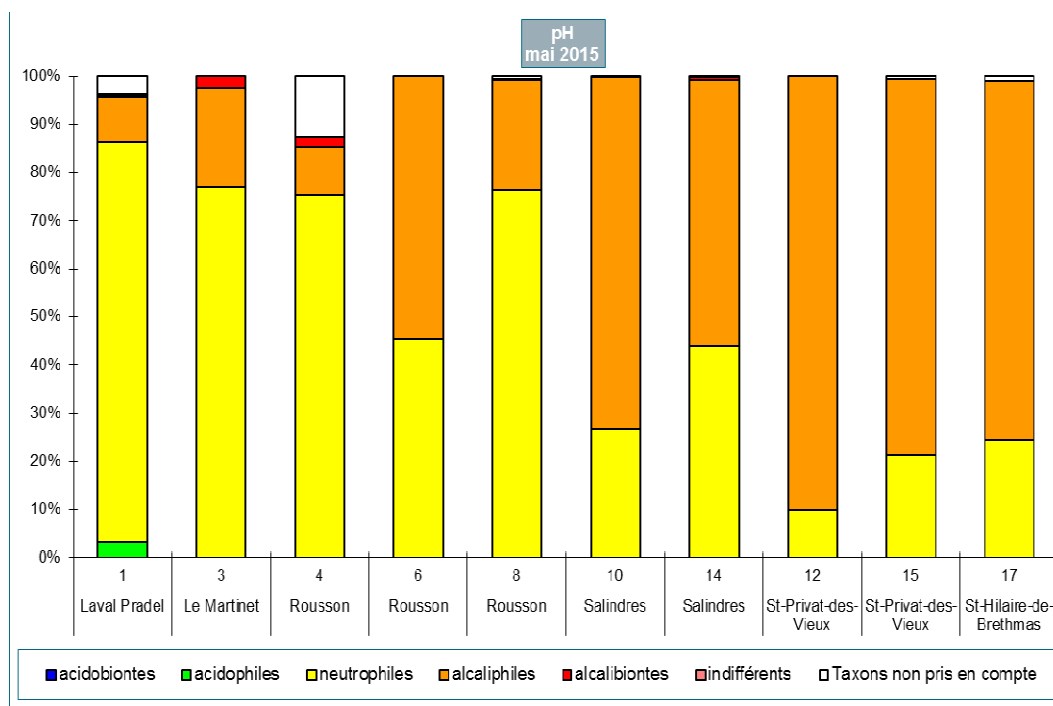
Nous présentons ci-dessous la répartition, en nombre, des taxons de chaque station selon leur préférence écologique.

A noter, que le nombre de taxons sur lequel a porté notre inventaire est supérieur à celui de la classification (1478 au lieu de 948), et qu'il existe donc, pour certaines stations une fraction du peuplement de diatomées non classifiable.

● Acidité

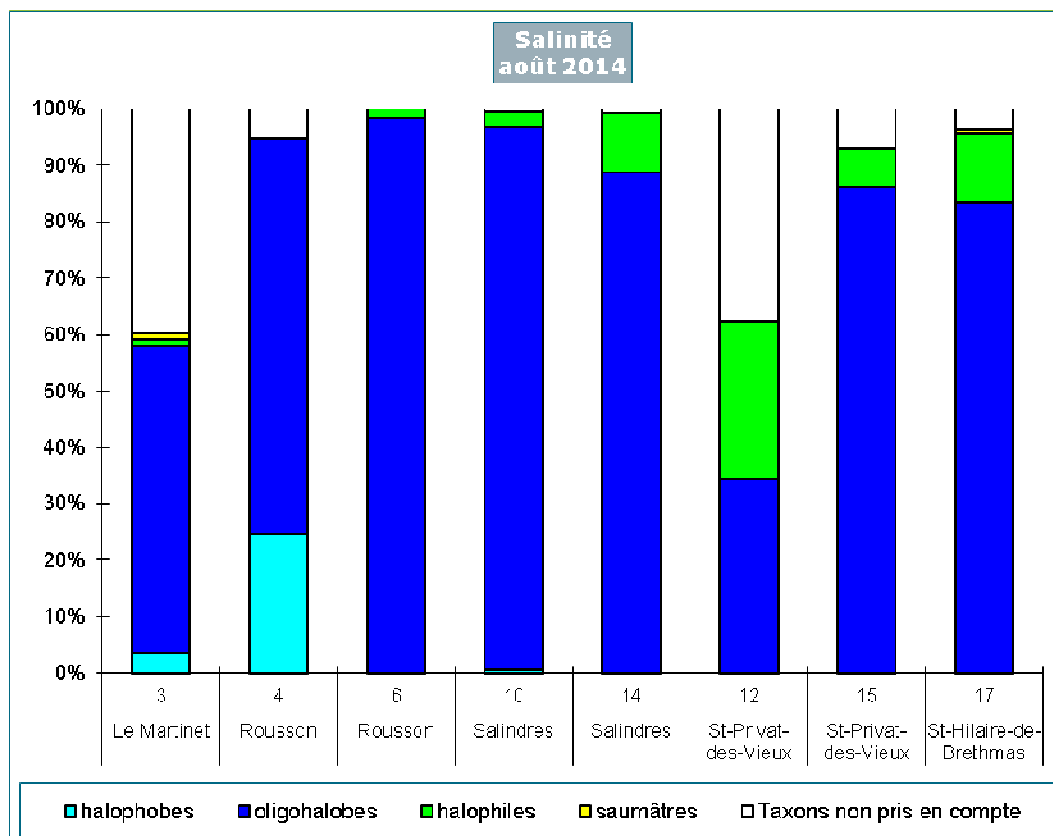
Lors des deux campagnes, le pH de l'eau semble plutôt neutre dans la partie amont de l'Avène, jusqu'à la station 4, puis les espèces alcaliphiles deviennent dominantes sauf à la station 8 où les espèces neutrophiles sont majoritaires.

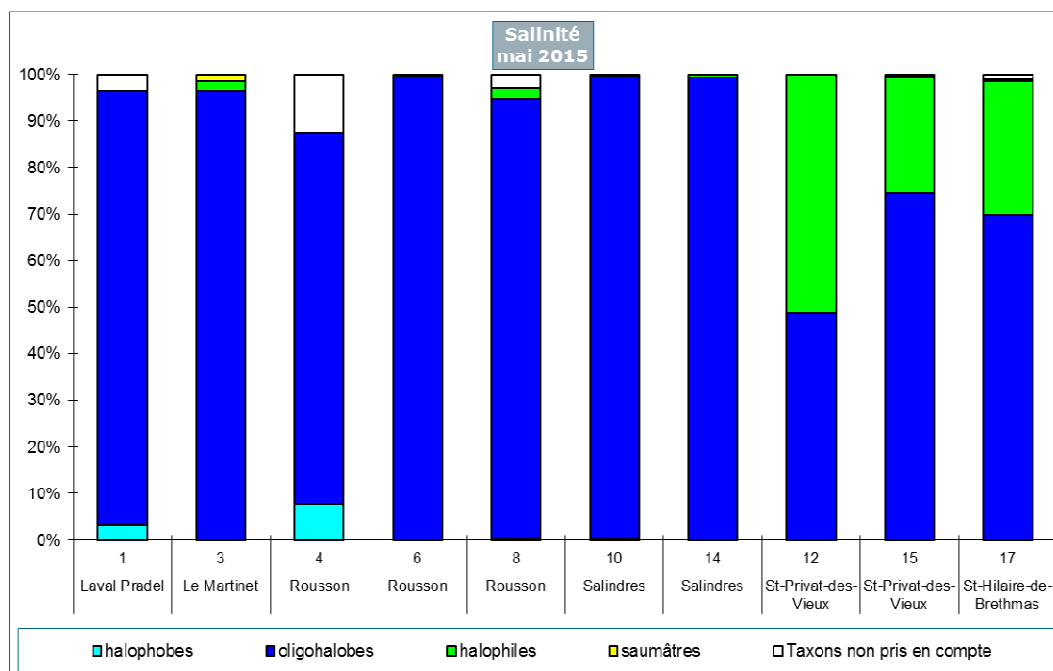




Salinité

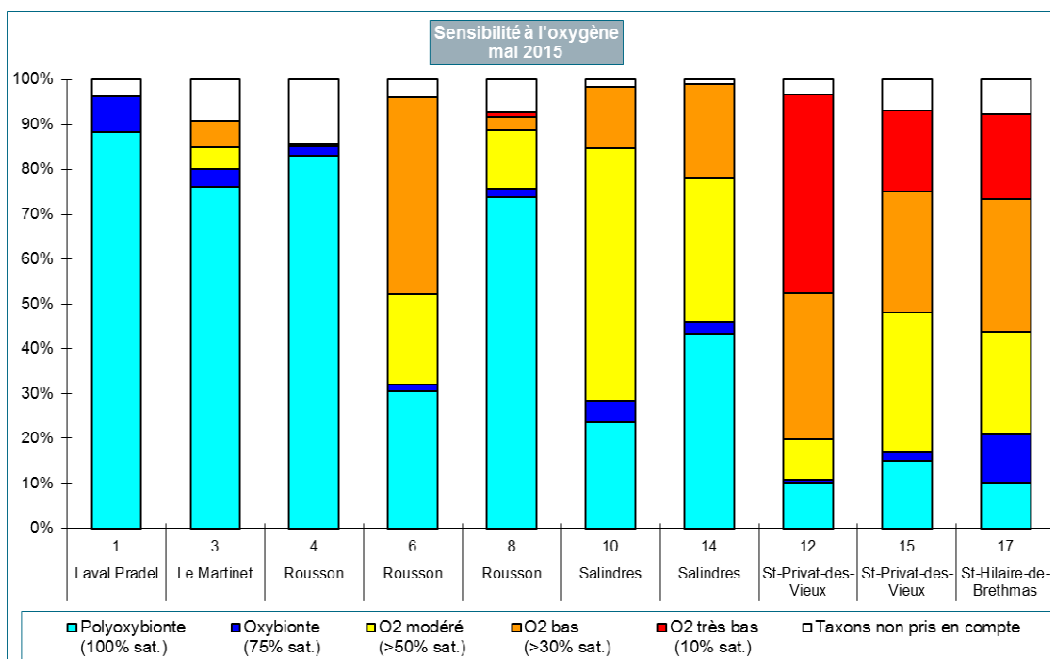
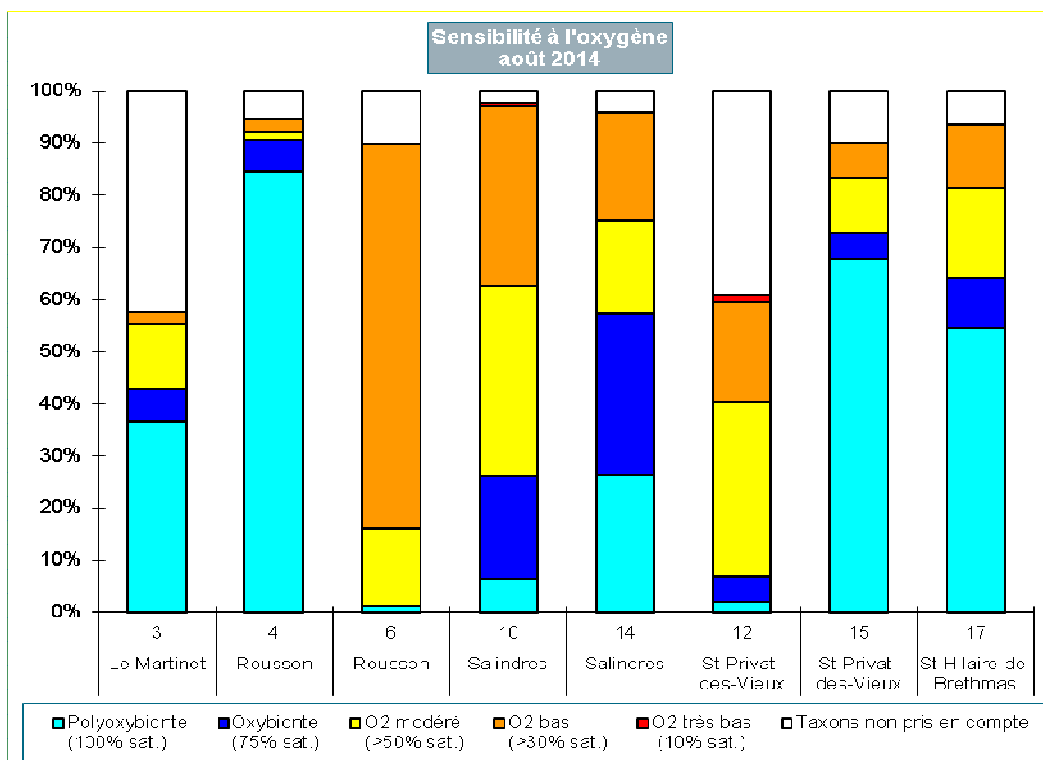
Les préférences écologiques des différentes espèces composant les peuplements indiquent une eau douce à la plupart des stations et aux deux dates de prélèvements. En effet, les espèces oligohalobes dominent très largement. Notons toutefois une augmentation du nombre d'espèces halophiles à partir de la station 12 très cohérente avec l'augmentation de la conductivité.





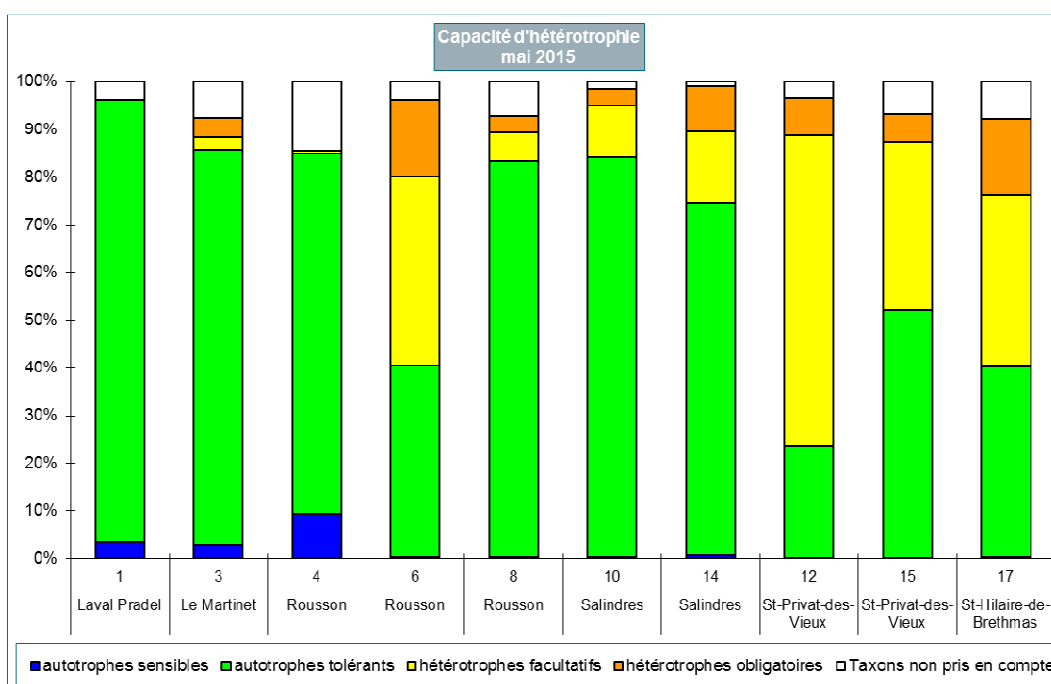
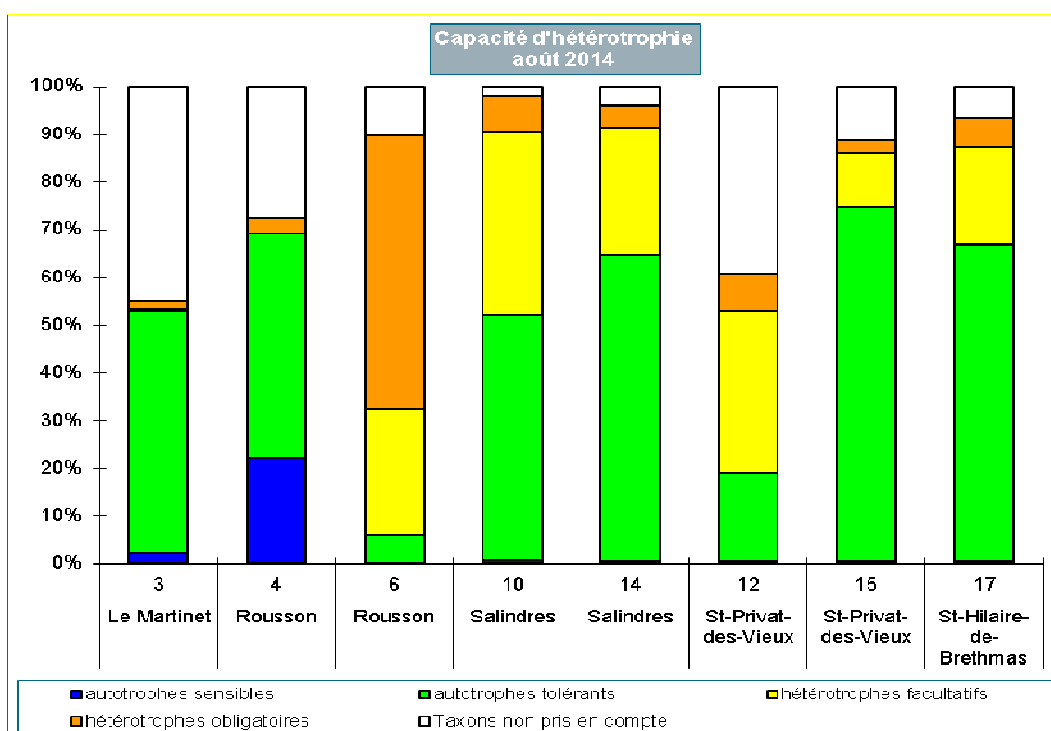
● Oxygène dissous

Lors des deux campagnes, les espèces liées à une forte oxygénation sont très bien représentées dans la partie amont de l'Avène. A hauteur de la station 6, l'oxygénation de l'eau semble être fortement diminuée compte tenu de l'augmentation du nombre de taxons supportant une faible oxygénation de l'eau. Cette perturbation du milieu disparaît à la station 8 où les individus exigeants vis-à-vis de ce paramètre sont de nouveau dominants en mai 2015. Mais les teneurs en oxygène dissous sont néanmoins à nouveau réduites vers l'aval de l'Avène. Une nouvelle baisse de l'oxygénation est observée à partir de la station 12 où, en particulier en mai 2015, les peuplements sont dominés à 77% par des taxons liés à une oxygénation basse à très basse. Cette évolution longitudinale est globalement cohérente avec les mesures effectuées in-situ.



● Azote organique

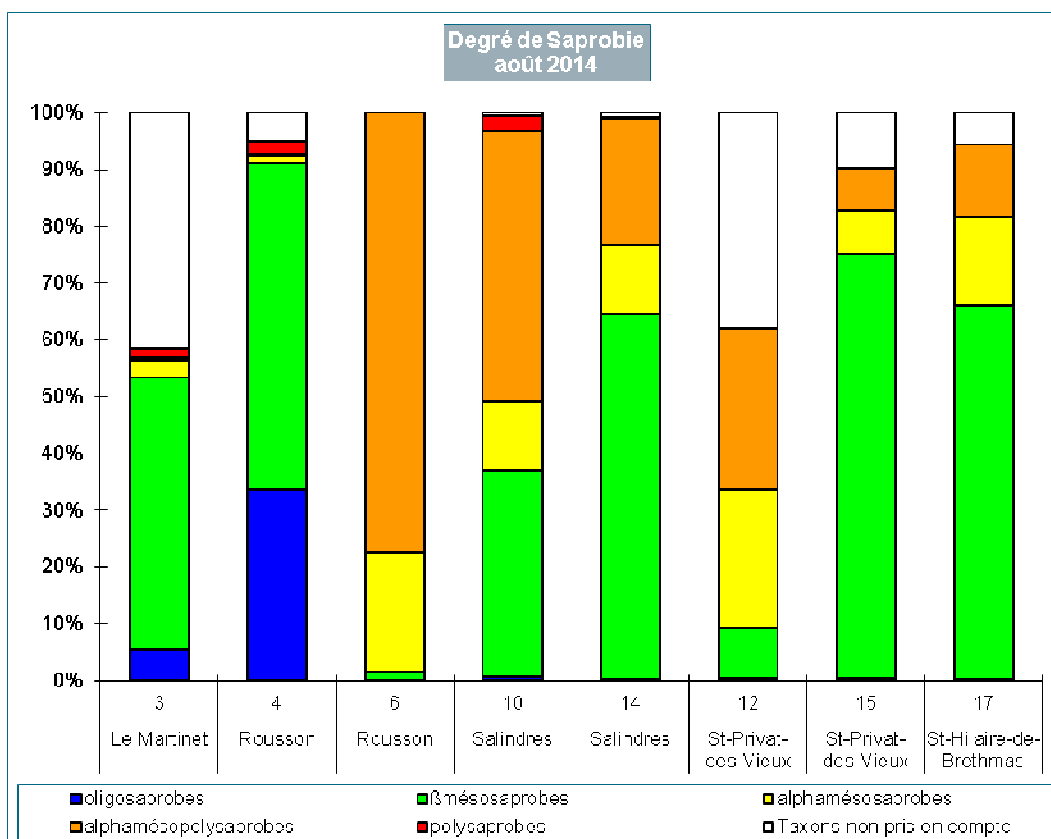
Globalement, en août 2014, comme en mai 2015, les espèces de type N-autotrophe tolérant dominent les divers peuplements sauf aux stations 6 et 12 où la proportion des espèces de type N-hétérotrophe facultatif augmente nettement, confirmant l'élévation des concentrations en azote organique dans les eaux. Ces perturbations s'estompent légèrement vers les stations aval.

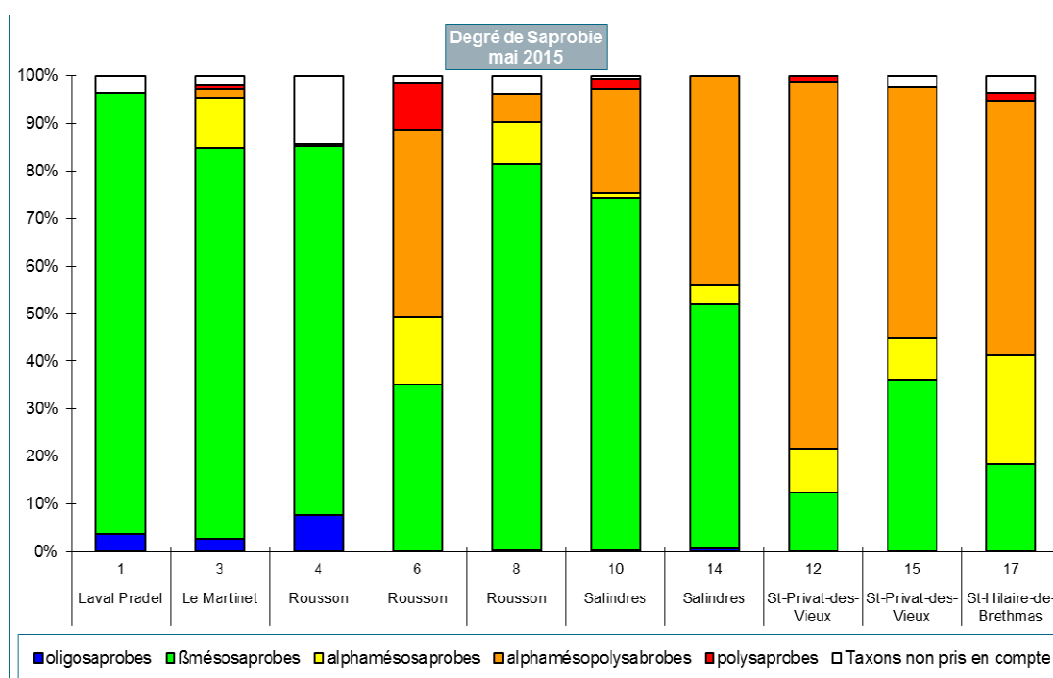


● Matières organiques

Lors de la campagne d'août 2014, le niveau de saprobie semble faible à la plupart des stations, en particulier dans la partie amont du cours d'eau avec une nette dominance d'individus β -mésosaprobies. Mais deux apports importants en matières organiques impactent la qualité de l'eau : à la station 6, en aval de le STEP de Rousson - Pont d'Avène, avec 77% de taxons α -mésopolysaprobe ; et à la station 12, en aval de la confluence avec l'Arias. Cette dégradation du milieu s'estompe difficilement sous l'effet de l'autoépuration en aval de la station 6, probablement en raison d'apports supplémentaires (STEP de Rousson Saut-du-Loup et STEP de Salindres). L'effet de l'autoépuration est plus sensible en aval de l'Arias.

En mai 2015, la partie amont est toujours peu chargée en matières organiques et les stations 6 et 12 sont toujours les stations les plus impactées par une pollution organique. En revanche, lors de cette campagne de printemps, cette pollution du milieu diminue rapidement à l'aval de la station 6 mais difficilement à l'aval de la station 12 malgré une distance plus importante entre les stations. En effet, le niveau de saprobie demeure encore élevé à la station 17 de Sant-Hilaire-de-Brethmas (apports de la STEP de Saint-Privat-des-Vieux ?)..

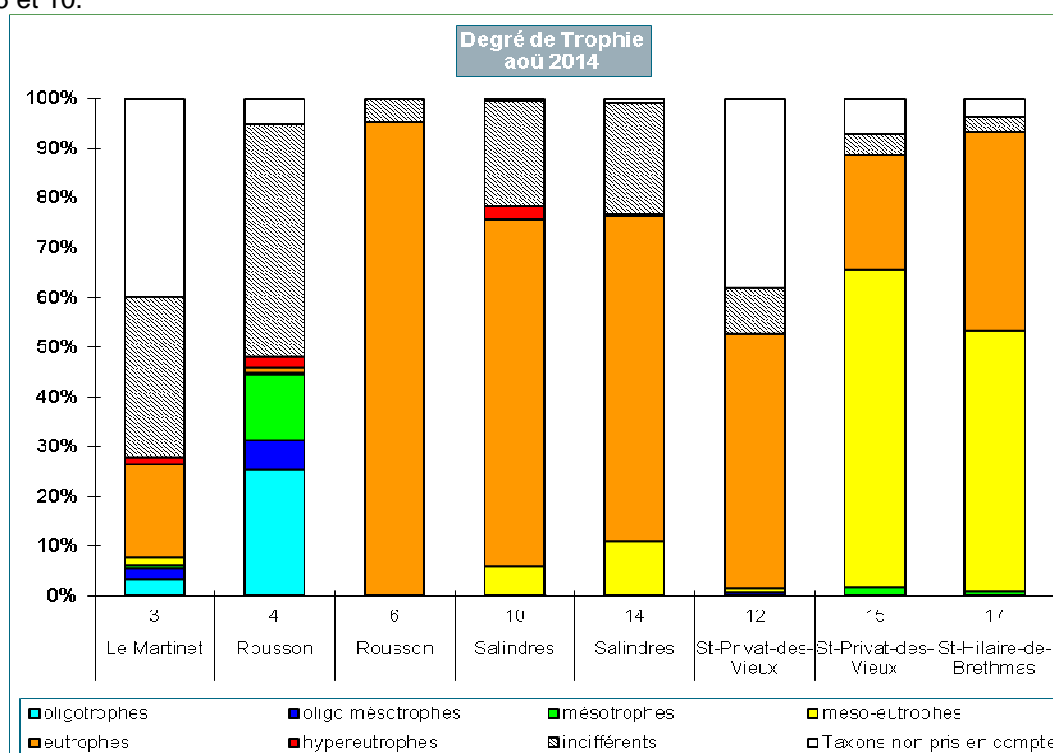


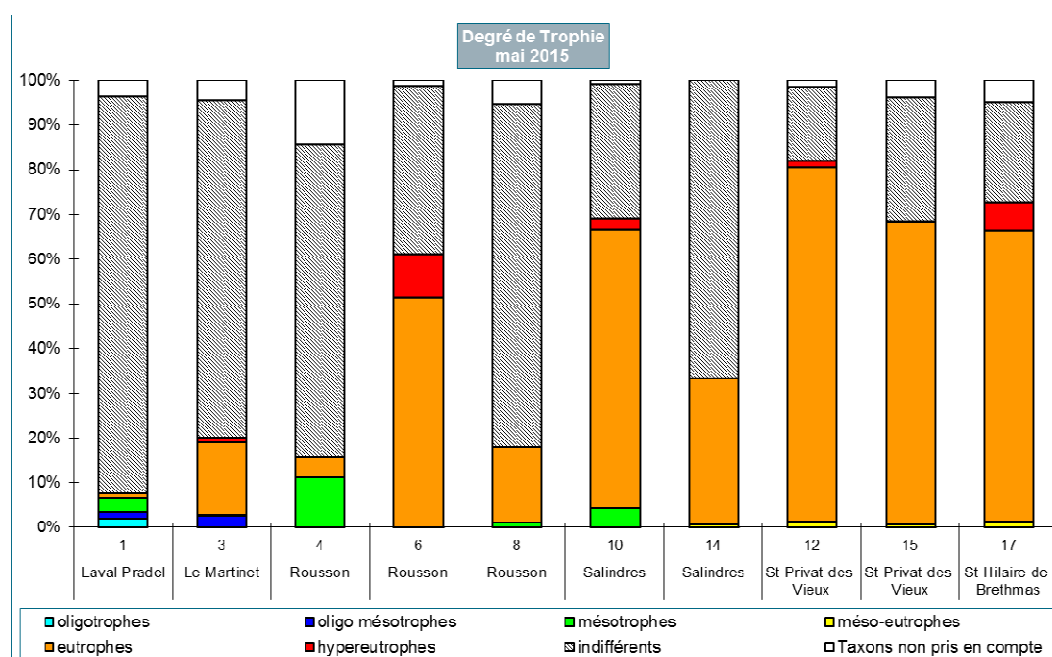


● Trophie

En août 2014, à partir de la station 6, les peuplements de diatomées sont constitués essentiellement de taxons préférant des eaux riches en matières minérales, le secteur amont n'étant visiblement pas soumis à ces problèmes d'eutrophisation.

Lors de la deuxième campagne, le niveau d'eutrophisation est plus délicat à définir car un grand nombre de taxons est indifférent à ce paramètre. Néanmoins, notons la présence d'une proportion importante de diatomées considérées comme eutrophes aux stations 12, 15 et 17 et, dans une moindre mesure, aux stations 6 et 10.





5.1.5. Conclusion

L'étude des peuplements de diatomées de l'Avène a permis de mettre en évidence une qualité biologique bonne à très bonne dans le secteur amont de cette rivière avec un peuplement de diatomées témoignant d'une très bonne oxygénation des eaux et une faible charge en matières organiques et minérales.

En revanche, dès la station 6 située en aval de la STEP de Rousson - Pont d'Avène, une très forte dégradation du milieu est observée. La qualité des eaux devient alors moyenne à médiocre selon la période de prélèvement, avec des signes d'une nette diminution des teneurs en oxygène dissous et d'une forte augmentation des niveaux de saprobie et de trophie.

Les phénomènes d'autoépuration du milieu semblent permettre un léger rétablissement de la qualité du milieu en aval de cette perturbation mais une nouvelle dégradation apparaît à la station 12, située en aval de la confluence avec l'Arias. Cette perturbation impacte un linéaire important de l'Avène puisque même à la station 17, à Saint-Hilaire-de-Brethmas, la qualité biologique demeure toujours dégradée.

Ce diagnostic est très cohérent avec les résultats d'analyses chimiques qui avaient mis en lumière les perturbations subies par le cours d'eau en aval de Pont d'Avène et de la confluence avec l'Arias qui reçoit notamment les rejets du GIE de Salindres. Il insiste toutefois davantage sur l'impact de la station d'épuration de Pont d'Avène sur le plan de la matière organique et de l'azote organique ainsi que sur les perturbations organiques de la station 10 (aval STEP de Rousson – Saut-du-Loup) et de la station 12 (aval Arias).

L'absence de forme tétratogène dans les peuplements ne permet pas de mettre en évidence une pollution toxique particulière.

Au niveau de la station n°15, à St-Privat-des-Vieux, les données obtenues dans le cadre de cette étude (IBD = 12,9) sont à peu près cohérentes avec celles de la station de suivi du réseau RCB entre 2012 et 2015 (10,3 ; 10,9 ; 5,2 ; 12).

5.2. OLIGOCHETES

Ce chapitre reprend les principaux éléments et les conclusions du rapport du bureau d'études IRIS Consultants que l'on trouvera in extenso en annexe 14.

5.2.1. Méthodologie

8 stations situées sur les cours d'eau objet de cette étude ont fait l'objet d'investigations concernant les oligochètes au cours du printemps 2015. Il s'agit des stations 3, 4, 8, 10, 14, 12, 15, 17.

La première étape du plan d'échantillonnage sur un site donné consiste à évaluer le pourcentage de recouvrement de deux types de substrat : les sédiments grossiers (diamètre supérieur à 2,5 mm) et les sédiments fins (diamètre inférieur à 2,5 mm). Les sédiments grossiers englobent les graviers, les galets, les pierres et les blocs alors que les sédiments fins sont composés par des sables, des limons ou de l'argile. Parmi les sédiments fins, les dépôts sableux instables ne sont pas pris en compte.

A partir des préconisations de LAFONT 2011 (voir avant-propos) selon lesquelles les sédiments grossiers doivent préférentiellement être récoltés quand leur recouvrement est supérieur à 80% alors que la préférence doit s'orienter vers les sédiments fins quand leur recouvrement dépasse 60%, les règles suivantes ont été établies :

		Sédiments grossiers (% recouvrement)										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Sédiments fins (% recouvrement)	0					G	G	G	G	G	G	G
	10					G	G	G	G	G	G	
	20					G	G	G	G	G		
	30	F	F	F	F	GF	GF	G	G			
	40	F	F	F	F	F	GF	GF				
	50	F	F	F	F	F	F					
	60	F	F	F	F	F						
	70	F	F	F	F							
	80	F	F	F								
	90	F	F									
	100	F										

- Prise en compte des oligochètes déconseillée
- Situation impossible (somme des recouvrements > 100%)
- G Prélèvements de sédiments grossiers
- F Prélèvements de sédiments fins
- GF Prélèvements de sédiments grossiers ou fins

Les prélèvements des sédiments fins sont réalisés conformément aux indications données dans le chapitre 6.1 ("Echantillonnage dans les sédiments fins ou sableux") de la Norme NF T90-390 relative à la détermination de l'indice oligochètes de bioindication des sédiments (IOBS). Un échantillon est donc constitué par au moins trois prélèvements groupés totalisant une surface > 100 cm² qui sont effectués à l'aide d'un filet Surber, d'une benne ou d'un filet haveneau.

Les prélèvements des sédiments grossiers, majoritaires dans le cadre de cette étude, sont réalisés conformément aux indications données dans le chapitre "Material and methods" de la publication de LAFONT et al. 2006 où nous nous sommes volontairement limités aux sédiments benthiques afin d'avoir le même effort d'échantillonnage que pour les sédiments fins. Un échantillon est donc constitué par trois prélèvements groupés totalisant une surface de 1200 cm² qui sont effectués à l'aide d'un filet Surber. Les échantillons sont prélevés dans la gamme de vitesse du courant la mieux représentée sur le site à l'époque des prélèvements.

Le principal indicateur utilisé est l'**IOBS** (Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments) si les prélèvements ont été réalisés dans les sédiments fins. Le calcul de cet indice est exposé dans la Norme NF T90-391.

Dans notre cas, les prélèvements ayant été effectués dans les sédiments grossiers, le principal indicateur utilisé est le **L2P**, qui est basé sur des proportions de richesse de 4 groupes fonctionnels. Le calcul de cet indice est donné dans la publication de LAFONT et al. 2010. L'échelle de valeurs de L2P est donnée dans le tableau ci-après. Elle est basée sur les interprétations données dans la publication de LAFONT et al. 2010 (op.cit.).

Valeurs de L2P	Niveau de pollution
> 6	Négligeable (site de référence)
3 à 6	Faible (zone préservée)
0 à 3	Moyen
< 0	Elevé

Un certain nombre d'autres indicateurs ou paramètres liés aux oligochètes sont utilisés pour affiner le diagnostic. Il s'agit de la **richesse taxonomique** (nombre minimal de taxons), de la **densité** (nombres de taxons pour 0,1 m²), du **biovolume par unité de surface** (cm³ d'oligochètes par m²) et du **biovolume par unité d'effectif** (cm³ pour 10000 individus représentant la taille moyenne).

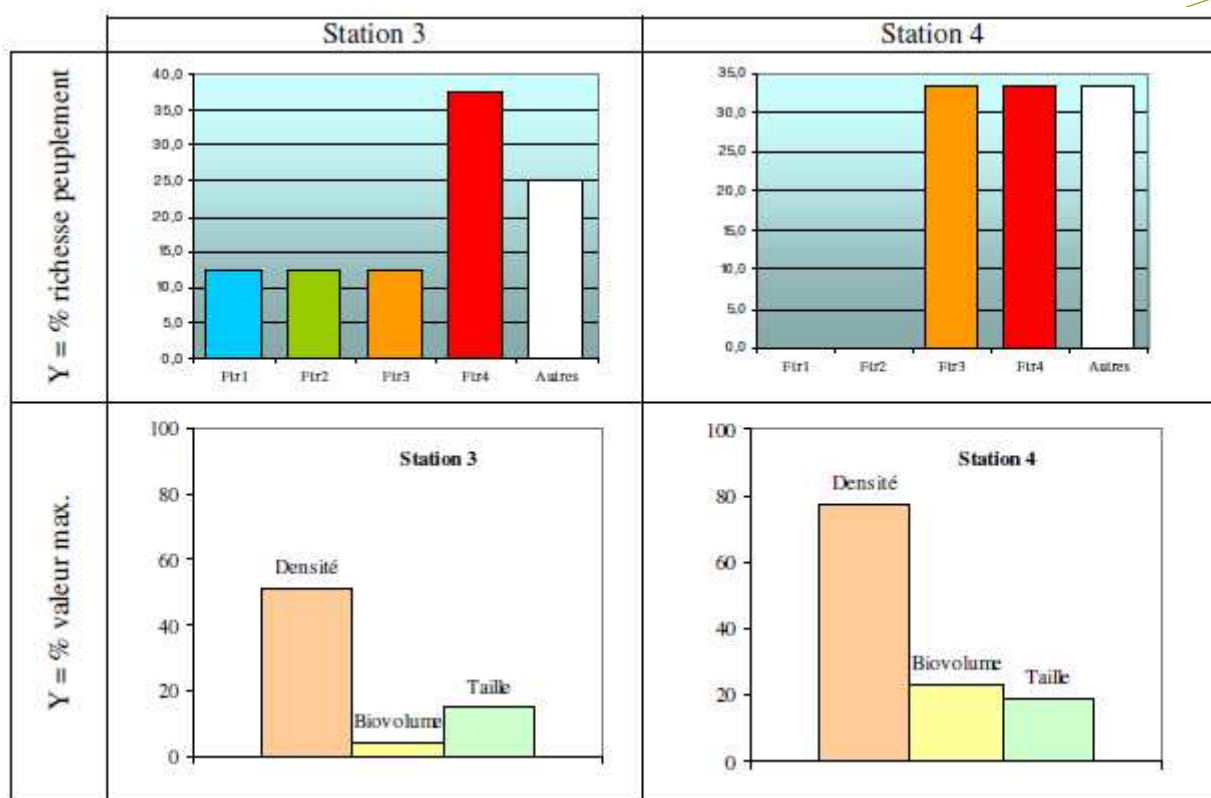
5.2.2. Analyse au fil de l'eau

Le site amont (station 3) se distingue des autres points par une grande diversité fonctionnelle. C'est en effet le seul site étudié où les 4 groupes fonctionnels sont représentés.

La présence des deux groupes les plus sensibles à la pollution de l'eau (Ftr1 et Ftr2) contribue à augmenter la valeur de l'indice L2P, qui est une des plus élevée du bassin (-0,97). Il faut toutefois garder à l'esprit qu'en valeur absolue, la valeur de L2P reste faible et correspond encore à un niveau élevé de pollution.

Par rapport aux autres points, cette station se distingue également par une faible abondance, tant en terme de densité que de biovolume.

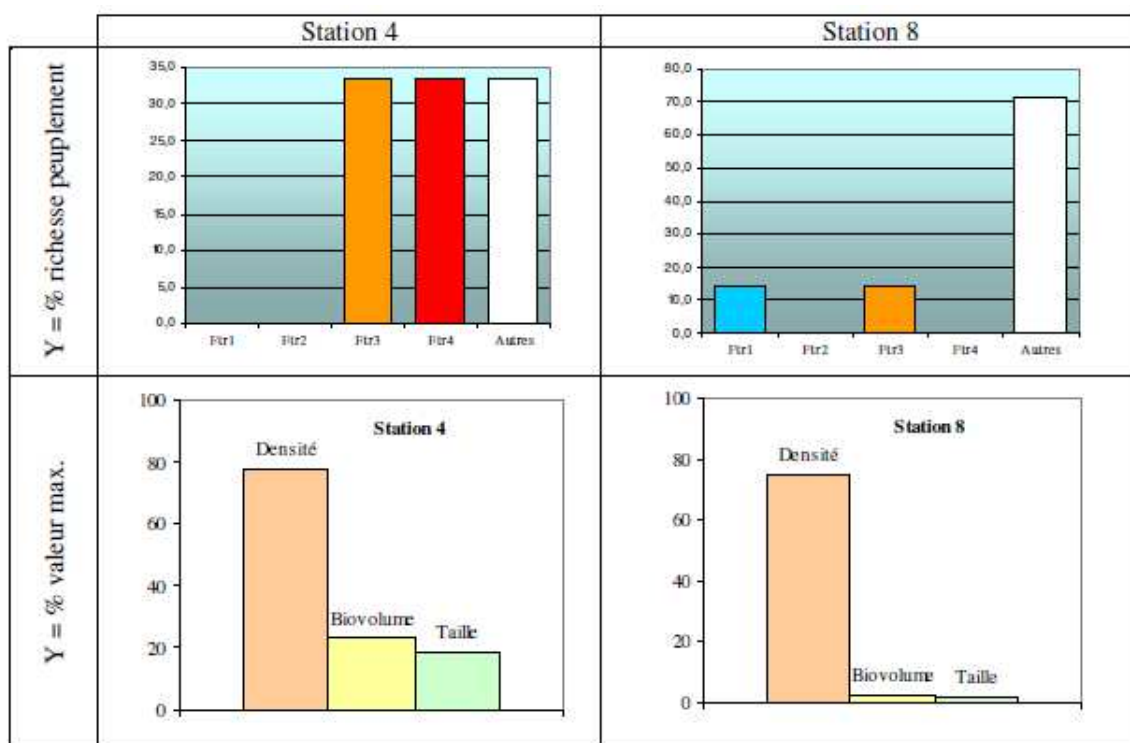
A Pont-d'Avène (station 4), la valeur de L2P baisse fortement en raison de la disparition des groupes fonctionnels sensibles à la pollution (Ftr1 et Ftr2). Par ailleurs, l'abondance (en termes de biovolume et de densité) augmente nettement. Ces deux éléments suggèrent une contamination organique des sédiments, éventuellement accompagnée d'une pollution exercée par les micropolluants.



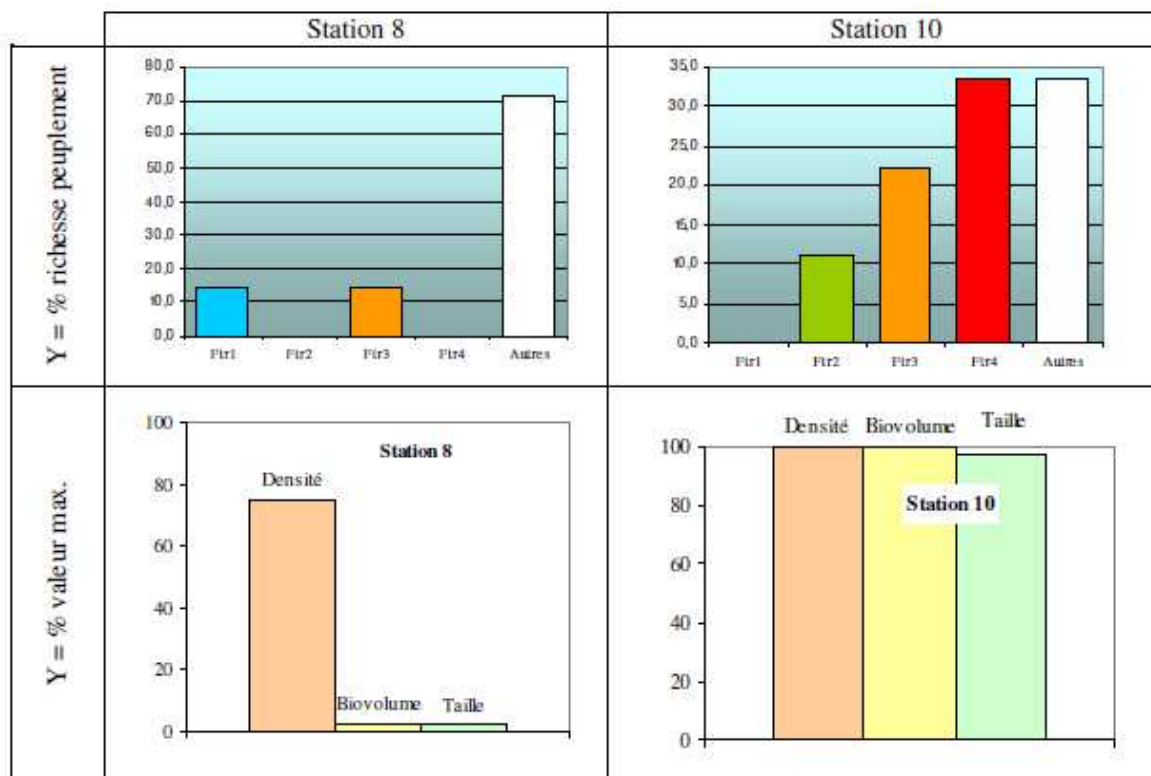
A l'aval du bassin de Segoussac (station 8), la structure fonctionnelle du peuplement d'oligochètes est très originale. C'est en effet le seul point étudié où le groupe fonctionnel Ftr4 (taxons associés à des boues organiques) est absent. Parmi les taxons tolérants vis-à-vis de la pollution, le seul ensemble fonctionnel représenté est le groupe Ftr3, qui englobe des taxons pouvant résister à une pollution de l'eau qui peut-être exercée par des micropolluants.

Dans le cas présent, il n'y a qu'un seul taxon concerné, *Pristina jenkinsae*. L'hypothèse d'une pollution de type toxique en absence de contamination organique pourrait également expliquer la faible densité en terme de biovolume, qui baisse nettement par rapport à l'amont (station 4) ainsi que la plus petite taille des oligochètes récoltés.

La disparition du groupe Ftr4 est à l'origine de la remontée de l'indice L2P qui atteint la valeur de 0, valeur élevée pour le bassin mais faible dans l'absolu et traduisant toujours un niveau non négligeable de pollution.



A l'aval de Rousson (site 10), le peuplement d'oligochètes est très différent de celui prévalant dans la station précédente. En effet, le groupe Ftr4 (liés aux boues organiques) réapparaît (représenté par des espèces telles que *Ilyodrilus templetoni*, *Potamothrix bavaricus* ou *Limnodrilus hoffmeisteri*) alors que le biovolume et la taille moyenne augmentent très nettement pour atteindre les valeurs les plus élevées parmi les points d'études du bassin. Ces différents éléments suggèrent une nette contamination organique de l'eau.



A l'aval de Salindres et en amont de l'Arias (station 14), le peuplement d'oligochètes est très appauvri. Nous n'avons en effet récolté que deux individus appartenant à l'espèce *Eiseniella tetraedra*. Il s'agit d'une espèce ripicole, qui peut survivre dans un sol humide. Cette situation suggère que sur ce site, le facteur écologique limitant est avant tout d'ordre hydrologique (épisode de forte réduction du débit, voire d'assèchement du lit peu avant les prélèvements).

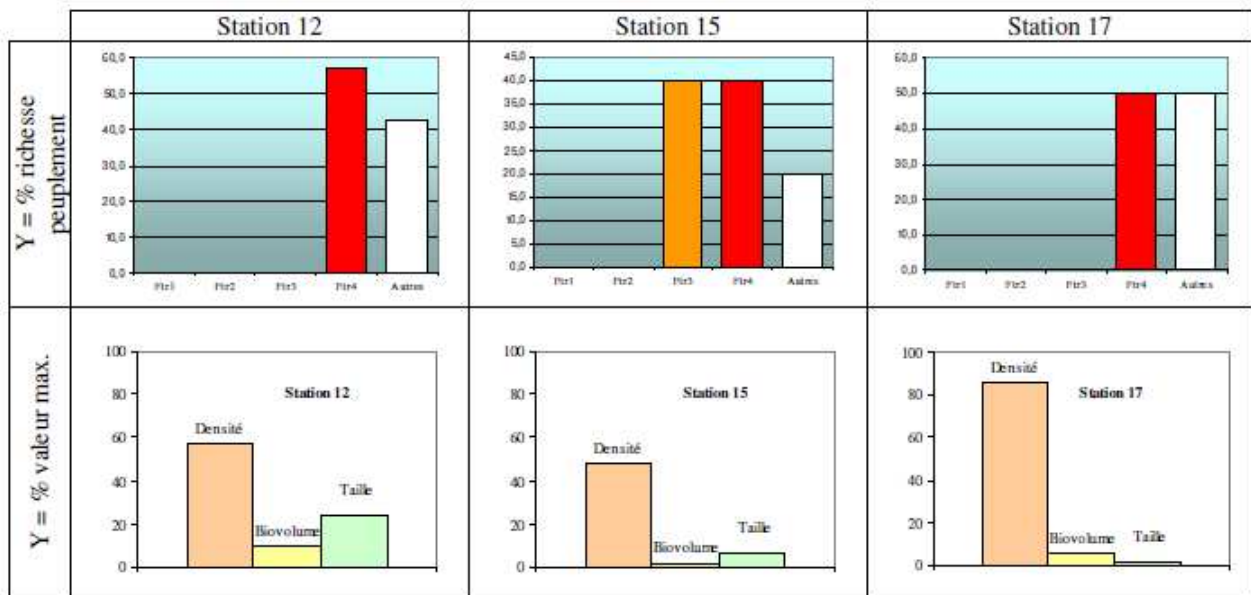
Enfin, **les trois derniers sites aval (stations 12, 15 et 17)** présentent un peuplement d'oligochètes assez homogène d'un site à l'autre.

Parmi les taxons tolérant la pollution, le groupe Ftr4 (lié aux boues organiques) est bien représenté (par des taxons tels que *Potamothrix bavaricus*, *Tubifex tubifex* et *Limnodrilus hoffmeisteri*), alors que les groupes polluosensibles (Ftr1 et Ftr2) sont absents.

Par ailleurs, le biovolume et la taille moyenne ne sont pas très élevés.

Le site 15, se distingue toutefois de ses voisins par la présence du groupe Ftr3 (espèces tolérantes vis-à-vis des micropolluants, telles que *Nais elinguis* et *Marionina riparia*) et par une abondance (tant en termes de densité que de biovolume) particulièrement faible.

Ces résultats évoquent un niveau assez élevé (pour le bassin) de contamination de la partie aval de l'Avène qui doit avoir sans doute des composantes organiques et toxiques. La part des micropolluants est vraisemblablement plus marquée sur le site 15 (présence de Ftr3 et abondance plus faible).

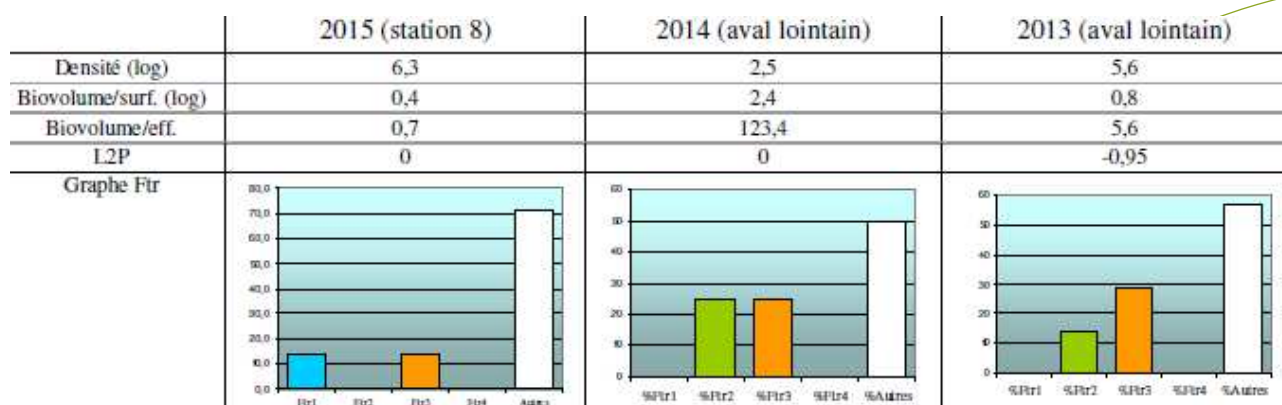


5.2.3. Comparaison avec des données antérieures

Les seules données antérieures où une méthodologie similaire à été utilisée concernent le contrôle réglementaire du milieu récepteur du bassin de Segoussac. Il s'agit d'une étude réalisée pour le groupe Rio Tinto. La partie "oligochètes" a été effectuée par Iris consultants au cours des années 2013 et 2014.

Parmi les trois points prospectés dans le cadre de cette étude, un seul peut être comparé aux points retenus pour ce travail, il s'agit du point "aval lointain" de l'étude "Rio Tinto" qui est très proche de la station 8 de ce travail.

Les résultats sont rassemblés ci-après :



Les résultats 2014 et 2013 présentent plusieurs points communs avec 2015.

Cela concerne par exemple l'absence du groupe fonctionnel Ftr4 (espèces liées aux boues organiques). Ainsi, le seul ensemble tolérant la pollution est constitué par le groupe Ftr3, constitué de taxons ayant une certaine résistance aux micropolluants (tels que *Pristina jenkiniae*, *Lumbriculus variegatus*, *Marionina riparia* ou *Nais elinguis*).

La valeur de L2P varie peu d'une année à l'autre, avec des valeurs comprises entre 0 et -1, ce qui correspond à un niveau assez élevé de pollution.

En ce qui concerne les autres paramètres (densité, biovolume par surface et biovolume par effectif), l'année 2013 ressemble beaucoup à 2015 alors que 2014 se distingue par une densité plus faible, un biovolume par surface et une taille moyenne (biovolume par effectif) plus élevés.

Il est possible que les différences observées en 2014 par rapport aux années 2013 et 2015 soient liées à une forte contrainte hydrologique en 2014 (période de très faible écoulement voire d'assèchement avant la date des prélèvements). En effet, sur 8 individus récoltés, il y a 3 *Eiseniella tetraedra*, espèce ripicole pouvant survivre dans des sols humides. Il s'agit d'une espèce de grande taille, à l'origine des valeurs élevées de biovolume.

5.2.4. Conclusion

L'étude des oligochètes suggère un niveau de pollution élevé dans la plus grande partie du bassin (valeurs de L2P ≤ 0) si l'on excepte l'aval de Salindres (site 14) où les contraintes hydrologiques sont vraisemblablement prépondérantes.

Ce niveau de pollution est lié à une charge organique non négligeable, sans doute fréquemment accompagnée d'une contamination par les micropolluants, en particulier à Pont-d'Avène (station 4) et Saint-Privat-des-Vieux (station 15).

Les analyses chimiques confirment la présence de pesticides et autres micropolluants au niveau de ces stations. Les métaux étant, quant à eux davantage présents dans la station 15.

La station 12, réceptrice des eaux de l'Arias, donc des rejets du GIE de Salindres, n'apparaît pas autant perturbée par les micropolluants lors de l'analyse de peuplements oligochètes que lors de l'analyse des eaux de surface.

Nous rappelons toutefois que les effets d'une pollution de type toxique sont souvent atténués en présence d'une contamination organique de l'eau (voir ROSSO-DARMET et LAFONT, 1998¹), ce qui ne facilite pas l'interprétation des résultats.

Au regard des oligochètes, la charge organique est particulièrement élevée à l'aval de la STEP de Rousson Saut du Loup (site 10). Ceci est cohérent avec les inventaires diatomiques mais n'a pas été mis en évidence par les analyses chimiques sur l'eau.

Il y a toutefois un site (station 8), localisé à l'aval de l'exutoire du plan d'eau de Segoussac, où la contamination organique est faible et où la principale source de pollution provient des micropolluants. Le peuplement d'oligochètes de ce secteur est suivi depuis 3 ans et les résultats obtenus cette année confirment en grande partie ceux des deux années précédentes.

6. RECONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE CONCERNANT LES SEDIMENTS

6.1. OBJECTIFS

Une reconnaissance exhaustive à pied des 14 km du linéaire aval de l'Avène entre le rejet de la station d'épuration de Rousson et la confluence avec le Gardon a été réalisée lors de la seconde année de suivi en décembre 2015 et février 2016. Elle avait pour objectifs :

- d'inventorier les principales zones de dépôts de sédiments fins ;
- d'estimer les volumes de sédiments déposés ;
- d'identifier des stations potentielles d'analyse de ces sédiments.

Des prélèvements de sédiments ont ensuite été réalisés pour analyses des métaux et micropolluants.

Ces investigations répondent à plusieurs préoccupations émanant du diagnostic initial :

- mieux évaluer le stock sédimentaire de l'Avène, qui présente une forte hétérogénéité amont aval avec alternance de grandes zones dépourvues de sédiments et de petits secteurs lenticulaires de dépôt,
- connaître la proportion de sédiments fins qui sont les plus susceptibles de retenir la pollution métallique ou organique,
- mieux appréhender la pollution dans la traversée de Salindres où des apports au travers du remblai du site industriel sont probables,
- essayer de localiser les sources de PCB qui contaminent le cours d'eau au niveau de Saint-Privat-des-Vieux,
- affiner le diagnostic concernant les autres micro-polluants.

Les analyses physico-chimiques pratiquées sur les sédiments prélevés suite à cette reconnaissance de terrain ont été interprétées dans les chapitres précédents en même temps que les analyses pratiquées lors de la première année de suivi.

Nous nous intéresserons dans ce chapitre exclusivement au stock sédimentaire en place.

6.2. MODE OPERATOIRE

La reconnaissance du linéaire s'est déroulée à pied sur trois journées depuis l'aval vers l'amont, dans des conditions hydrologiques de basses eaux, stabilisées depuis plusieurs jours.

Date	Zone prospectée	Longueur (km)	Remarque
22/12/2015	De la confluence avec le Gardon jusqu'au Bois de Bedosse en amont de la route d'Uzès	4,7	
23/12/2015	Du Bois de Bedosse en amont de la route d'Uzès, jusqu'à la confluence avec l'Arias	5,1	
18/02/2016	De la confluence avec l'Arias jusqu'au rejet de la STEP de Rousson	4,4	Traversée de Salindres

Chaque zone de dépôt de sédiment fin a été inventoriée, photographiée, géolocalisée et décrite avec les informations suivantes :

- localisation dans le lit (rive droite, rive gauche, chenal) ;
- nature granulométrique du sédiment (limon, argile, sable fin) ;
- dimension de la placette ;
- estimation de l'épaisseur du dépôt ;
- complément d'information (ex : pied de la pile du pont en rive droite,...).

Contraintes : l'Avène présente parfois un encaissement important marqué par des berges verticales ne permettant pas un accès facile au lit en eau. De même, certaines zones profondes, notamment dans la partie aval du bassin n'ont pas pu être prospectée. Par conséquent, certaines informations renseignées ont été estimées visuellement depuis la berge ou à partir d'échantillons collectés à l'aide d'une perche télescopique.

6.3. LOCALISATION DES ZONES DE DEPOT

La reconnaissance exhaustive des 14 km du linéaire aval de l'Avène a permis d'inventorier plus de 55 zones de dépôt sédimentaire (cf. annexe 15). Toutefois, la quantité de sédiment déposé dans le lit de l'Avène est relativement faible et l'on observe sur une grande partie du linéaire un lit composé d'affleurements de roche mère et de dépôts de matériaux grossiers (cailloux, pierres, blocs), notamment sur les 6 kilomètres en aval de la confluence avec l'Arias. De plus, les crues importantes survenues durant l'automne 2015 ont probablement contribué à la remobilisation d'une grande partie des sédiments de l'Avène.

En amont de la confluence avec l'Arias, et dans la traversée de Salindres, les placettes de sédiments sont relativement nombreuses (environ 1 placette / 180 m linéaire) mais de taille relativement petite, sauf au niveau de deux mouilles profondes favorables à la sédimentation du limon.

Dans le tiers aval du linéaire parcouru, l'inventaire des placettes de sédiments a été plus difficile et moins précis en raison des contraintes d'accès au lit en eau et des hauteurs d'eau parfois élevées. Les placettes de sédiments fins sont moyennement denses et souvent dominées par des sables fins. Cependant, on note la présence de plusieurs zones importantes de sédimentation situées en amont de seuils (moulin de Tribies, moulin du Juge) ou en aval d'ouvrages comme des piles de pont. Enfin, la zone de confluence avec le Gardon constitue également une zone importante de dépôt.

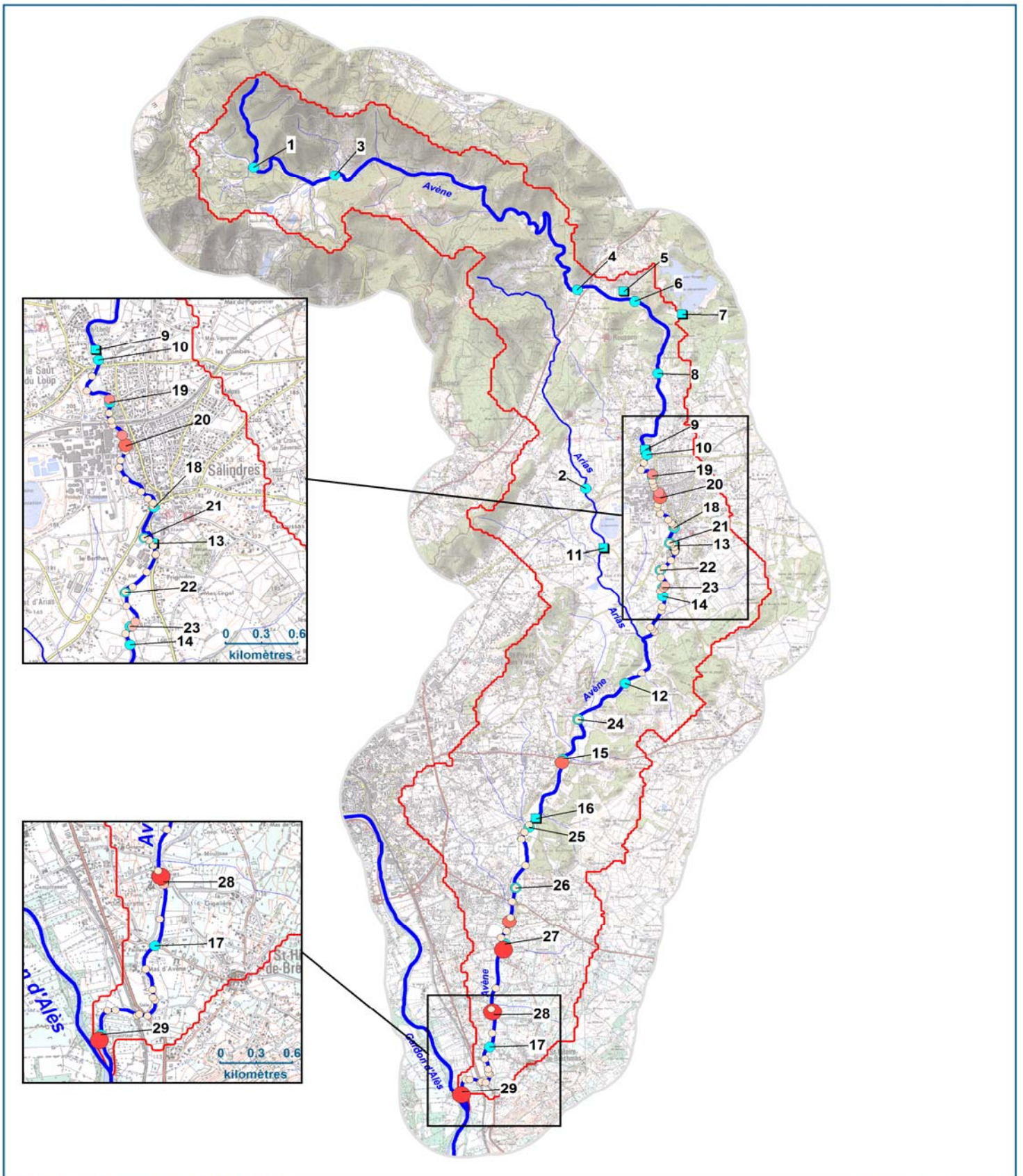


Affleurement de dalle et atterrissement de galets dans le cours intermédiaire de l'Avène en aval de l'Arias



Zone importante de dépôt de limon en amont du passage busé de l'Avène dans la traversée de Salindres

La carte page suivante illustre la répartition des zones de sédimentation inventoriées.



Sources : données Aquascop 2016, SMAGE, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
 - Station de prélèvement sur rejet
 - 29 Station de prélèvement (code station)
 - Limites du bassin versant de l'Avène
- | | |
|---|---|
| Volume estimé de sédiments (en m3) | |
| ● 0 - 10 | ● 40 - 80 |
| ● 10 - 20 | ● 80 - 500 |
| ● 20 - 40 | |



6.4. ESTIMATION DES VOLUMES DE SEDIMENTS

Une estimation du volume de sédiments a été effectuée pour chaque placette afin de hiérarchiser les principales zones de dépôt et d'identifier les zones potentielles de stockage ou de relargage de polluants. Elle figure en annexe 15.

Ces résultats sont à manipuler avec précaution car ils s'accompagnent d'une grande incertitude, notamment dans la partie aval, compte tenu des contraintes d'accès au lit et au fond du cours d'eau. Une approche plus approfondie devra impérativement être menée en complément si des projets de calcul ou de modélisation précise de flux, ou encore de curage du lit sont envisagés.

En amont de la confluence avec l'Arias, les placettes de sédiment identifiées (placettes 1 à 27) représentent un volume total d'environ 140 m³.

De l'Arias au Gardon, le volume total est de l'ordre de 1 000 m³, dont 85 % se concentrent sur trois secteurs : amont du seuil du moulin du juge (station 27), amont du moulin de Tribies (station 28) et amont confluence avec le Gardon.

6.5. CONCLUSION

Les analyses chimiques des sédiments fins de l'Avène ont montré que ces derniers présentaient des niveaux variables de contamination par les micropolluants minéraux et organiques.

La réduction de cette charge polluante par curage serait bénéfique tant pour la restauration de la qualité de ce cours d'eau que pour la préservation de celle du Gardon. Toutefois elle n'est pas exempte d'inconvénients.

Dans la traversée de Salindres et jusqu'à la confluence avec l'Arias, le volume à extraire est faible (140 m³ très approximativement) et contient une bonne partie de la pollution métallique, mais il est réparti en une multitude de placettes.

En aval de la confluence avec l'Arias, les placettes sont, proportionnellement au linéaire, moins nombreuses et un faible nombre d'entre elles concentre l'essentiel des sédiments. Cependant, les volumes sont conséquents (1 000 m³) et les accès à ces placettes sont plus difficiles.

En dernier lieu, ôter la fraction fine du substrat de l'Avène par un curage systématique ne serait pas sans impact écologique. En effet, ce substrat fin participe à la diversité des habitats aquatiques et constitue un biotope rare dans l'Avène qui est susceptible d'abriter une faune benthique spécifique.

Tableau : principales zones de dépôt identifiées

Latitude	Longitude	Incertitude	Largeur (m)	Longueur (m)	Épaisseur (m)	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Localisation	Granulométrie	Commentaire	Code station étude
44,175104	4,153623	Faible	4	30	0,2	120	24	Chenal + RD	Limon + Litières	En aval du Saut-du-Loup	19 (06SED001)
44,172146	4,154873	Faible	5	20	0,2	100	20	Chenal	Litières + Limon	Dans Salindres, en amont du passage busé en souterrain de l'Avène	
44,171333	4,15519	Faible	5	30	0,3	150	45	RG	Limon fin	Dans Salindres, en amont du passage busé en souterrain de l'Avène	20 (06SED002 / 06SED012)
44,157113	4,155743	Moyenne	5	10	0,2	50	10	RD	Sable fin	Mouille en amont du pont de la RD364	
44,156744	4,155417	Faible	7	12	0,15	84	12,6	Chenal + RD	Limon + sable fin	Sous le pont de la RD364	23 (06SED005 / 06SED013)
44,128747	4,133215	Faible	10	15	0,3	150	45	Chenal	Sable fin colmaté	Aval pont de la route de Bagnol sur Cèze	
44,103231	4,121357	Forte	5	40	0,2*	200	40	RG	Litière + sable fin + limon	Mouille profonde, inaccessible	
44,099656	4,120083	Forte	12	180	0,2*	2160	432	Chenal	Limon + sable fin	Zone de retenue en amont du seuil du Moulin du Juge	27 (06SED009)
44,088681	4,117407	Forte	17	70	0,2*	1190	238	Tout	Litière + sable fin + limon	Zone de retenue en amont du seuil du Moulin de Tribies	28 (06SED010)
44,088061	4,117676	Faible	7	9	0,3	63	18,9	RD	Limon	Pied du seuil du Moulin de Tribies	
44,075365	4,110452	Moyenne	10	90	0,2	900	180	Tout	Limon	A proximité de la confluence avec le Gardon	29 (06SED011)

*épaisseur de sédiment estimée

7. CONCLUSION GENERALE

La conclusion de cette étude comprend deux volets : le premier est une compilation des conclusions de chacune des analyses conduites au cours des chapitres précédents ; le second apporte des réponses aux différents sous-objectifs qui s'étaient fixés cette étude.

7.1. SYNTHÈSE PAR GROUPE DE PARAMÈTRES

7.1.1. Paramètres physico-chimiques de base - Groupe GP1

La **température** de l'eau est très élevée en été où elle devient défavorable à la vie aquatique, notamment au niveau de pont d'Avène où elle dépasse 27 °C.

Des **désoxygénations** ou des suroxygénations révélatrices d'une forte activité photosynthétique ont été observées. Les secteurs les plus sensibles se situent entre les stations 4 et 6 (Pont-d'Avène) et 12 à 17 (aval Arias).

Excepté au niveau des sources qui drainent un bassin géologiquement différent (station 1), les eaux de l'Avène sont **dures** et **fortement minéralisées**.

La **conductivité** n'est déclassante qu'en amont (station 1) où elle est naturellement très faible et en aval de l'Arias (station 12) où elle est très élevée. Sa valeur est fortement dépendante du débit (elle augmente quand le débit diminue).

Très bonne en amont, la qualité des eaux au regard des concentrations en **chlorures** devient « médiocre » à « mauvaise » en aval de l'Arias (stations 12, 15 et 17) en période de bas débit.

Les **sulfates** déterminent une qualité « mauvaise » en aval de Mercoirol (station 3) et en aval de l'Arias (station 12, 15 et 17).

Calcium et **sodium** déterminent généralement une « bonne » qualité sauf en aval de l'Arias (stations 12 et 15) où la qualité est seulement « moyenne » ou « médiocre » du fait de leur sur-concentration en période de bas débit.

Le **magnésium** ne pose problème qu'en aval des mines de Mercoirol (station 3) où la qualité est « médiocre ».

L'Avène reçoit une faible charge organique et reste d'une « bonne » à « très bonne » qualité au regard des paramètres **DBO₅** (demande biochimique en oxygène), **COD** (carbone organique dissous) et **NKJ** (Azote Kjeldahl). Les singularités principales concernent l'aval de Pont d'Avène (station 6) en août où la qualité vis à vis du COD est seulement « moyenne », et le centre de Salindres (station 18) où la qualité au regard de la DBO₅ est « médiocre ».

Concernant l'azote, l'état est également « bon » vis-à-vis des **nitrites** (NO₂), sauf en août en aval de Pont d'Avène (station 6) où la concentration dépasse 50 mg/l.

L'**ammonium** dépasse la classe d'état « bon » de la DCE et atteint la classe "moyen", qu'aux stations 6, 10, 12 au mois d'août 2014, à la station 15 au mois de mai 2015, et à la station 18 au mois de décembre 2015, périodes de faible hydraulicité. Le plus fort déclassement a lieu au niveau de la station 12 au mois de décembre 2015 : classe d'état « médiocre » avec 2,7 mg NH₄/l.

Le paramètre **nitrites** (NO₂) est très déclassant ; il détermine une qualité « médiocre » à Saint-Privat-des-Vieux (station 15) et « mauvaise » en aval de Pont d'Avène (station 6), en amont de Salindres (station 10) et en aval de l'Arias (station 12).

Le phosphore pénalise également fortement l'état DCE du cours d'eau puisque plusieurs points sont de « mauvaise » qualité au regard des paramètres **orthophosphates** (PO_4) et **phosphore total** (Ptotal) : aval Pont d'Avène (station 6), aval Rousson - Saut du Loup (station 10) et aval Salindres (station 14). Dans le centre de Salindres (station 18), l'état des eaux pour ces paramètres est à peine « moyen ».

Malgré une charge nutritive importante (azote et phosphore), les concentrations en **chlorophylle a** et **phéopigments** se maintiennent dans la classe de qualité « bonne » du SEQ-Eau.

Tous les dépassements du « bon état » de la DCE sont récapitulés au chapitre suivant.

Globalement, en fermeture de bassin, les résultats obtenus sont cohérents avec ceux fournis par le SIE au niveau de la station 06127900 de Saint-Privat-des-Vieux (voir chapitre bibliographique).

Les principales différences sont :

- l'absence de perturbation liée au COD lors de ce suivi (facteur provoquant un déclassement en état « moyen » dans le SIE,
- des teneurs moins pénalisantes en ammonium (classe d'état « médiocre » dans le SIE et « moyen » dans ce suivi.

Les résultats obtenus sont également très cohérents avec ceux fournis par le Conseil Départemental au niveau de la station 06127980 de Saint-Hilaire-de-Brethmas (voir chapitre bibliographique).

L'analyse des concentrations et des flux mesurés dans le cadre de ce suivi permet en outre d'identifier des sources de pollution pouvant être à l'origine des déclassements mentionnés ci-dessus. Nous les répertorions par secteur géographique dans le tableau suivant, mais il est important de souligner que la liste de ces sources de pollution n'a pas de caractère d'exhaustivité car elle n'a été établie que sur la base des mesures sur rejets effectuées dans le cadre de cette étude.

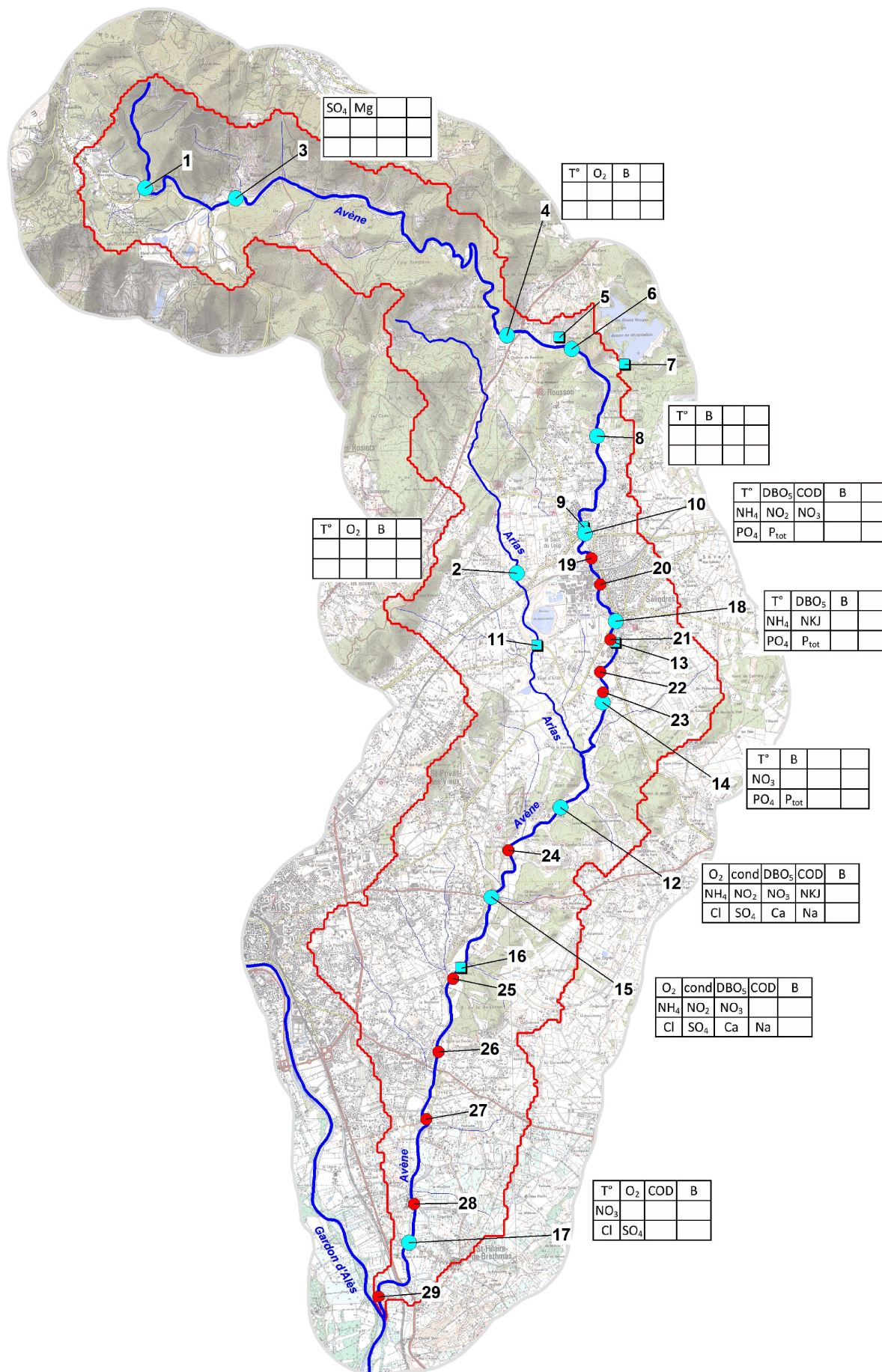
Macropolluants et secteurs géographiques impactés

	Stations de mesures (cf. carte jointe)												
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17	
Température			Impact des rejets en période de très faible hydraulicité										
O ₂													
Conductivité										GIE			
Chlorures										GIE			
Sulfates		Mercoirol + géochimie								GIE			
Calcium										GIE + BV Arias			
Sodium										GIE			
Magnésium		Mercoirol + géochimie											
DBO ₅							Rousson + Salindres ?			GIE			
COD				STEP Pont-d'Avène			STEP Saut-du-Loup			GIE + Rejets entre 14 et 12 ?		STEP St-Privat	
NH ₄				STEP Pont-d'Avène			STEP Saut-du-Loup			GIE			
NO ₂				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup			GIE			
NO ₃				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup		STEP Salindres + agriculture	Agriculture			
NKJ				STEP Pont d'Avène				?		GIE			
PO ₄				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup		STEP Salindres				
Ptotal				STEP Pont d'Avène			STEP Saut-du-Loup		STEP Salindres				

Le cours d'eau souffre également d'un **déficit hydrologique** en période estivale qui accentue considérablement les problèmes de qualité mentionnés précédemment. C'est en effet en août et en mai, alors que les débits étaient les plus faibles, que les déclassements les plus importants ont été observés. Cette situation est particulièrement marquée en aval de la station d'épuration de Pont d'Avène malgré la faible capacité de cette unité de traitement.

Le climat méditerranéen contribue également à une augmentation importante de la **température** de l'eau dès le mois de mai, augmentation qui n'est pas compensée par l'effet d'ombrage de la ripisylve ou l'agitation des eaux. En période estivale, lorsque les rejets représentent une part plus importante des débits de l'Avène, leur impact thermique sur le cours d'eau est perceptible.

Fort ensoleillement, températures élevées, apports azotés et phosphorés conséquents et faibles vitesses d'écoulement sont aussi des facteurs qui contribuent au développement de la **flore macrophytique** (périphyton, hydrophytes) responsable de suroxygénations et de désoxygénations momentanées des eaux.



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
- Analyses de sédiment en rivière
- Station de prélèvement sur rejet
- Limites du bassin versant de l'Avène
- 13 Station de prélèvement (code station)

Dégradation constatée de la qualité de l'eau

- | | | |
|----|----------------|--|
| T° | O ₂ | Paramètres physicochimiques "classiques" (GP1) |
| | B | Bactériologie (GP2) |



7.1.2. Bactériologie des eaux - Groupe GP2

L'Avène est soumise à une contamination bactériologique importante : toutes les stations situées entre l'amont de Pont d'Avène (station 4) et le Gardon ont dépassé le seuil de 100 *E.coli*/100 ml (limite entre les classes « bonne » et « passable » du SEQ-Eau) au cours du suivi ; toutes les stations situées entre Salindres (station 10) et le Gardon ont dépassé le seuil de 2000 *E.coli*/100 ml (limite entre les classes « passable » et « médiocre »).

Cette contamination bactériologique est étroitement liée aux rejets urbains via les stations d'épuration. Néanmoins, les rejets des stations ne semblent pas être les seuls en cause. En effet, une augmentation des concentrations en germes témoins de contamination fécale a lieu après les épisodes pluvieux (novembre 2014 et novembre 2015) ce qui laisse à penser que le ruissellement pluvial urbain ou des surverses de temps pluviaux des réseaux unitaires pourraient être en cause. En outre, de mauvais branchement d'eaux usées sur le réseau pluvial ou des rejets directs d'eau usée dans le milieu naturel ne sont pas à exclure non plus.

Paramètres bactériologiques et secteurs géographiques impactés

	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17
<i>E. coli</i> et Entérocoques			STEP communales (+ ruissellement pluvial urbain et réseau d'assainissement ?)									

7.1.3. Métaux dans les eaux, les sédiments et les bryophytes - Groupes GP3, GP8 et GP12

L'analyse **géologique** laissait entendre la présence possible d'antimoine (Sb), d'argent (Ag), d'arsenic (As), de baryum (Ba), de fer (Fe), de nickel (Ni), de plomb (Pb) et de zinc (Zn) au niveau des stations 1 et 3 situées en amont du bassin versant.

Les anciennes activités minières sont quant à elles potentiellement productrices d'arsenic (As), cadmium (Cd), cuivre (Cu), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb), zinc (Zn) et sulfates.

Les analyses pratiquées dans le cadre de cette étude confirment l'existence d'un fond géochimique pour la plupart de ces molécules. Notre diagnostic est réservé seulement pour le cadmium et le fer.

Les **stations d'épuration** communales sont faiblement contributives aux flux et à la qualité des eaux de l'Avène au regard des métaux. On signalera toutefois que la station d'épuration de Pont d'Avène est celle où le plus grand nombre de métaux a été rencontré. On en dénombre 9 : l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le bore, le cobalt, le cuivre, le mercure, le nickel et le zinc. La plupart de ces éléments pourraient provenir de l'eau de distribution.

Les **rejets du GIE** contiennent 11 métaux : l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le bore, le cobalt, le mercure, le molybdène, le nickel, le thallium, le vanadium et le zinc. Tous, sauf le baryum, sont présents à des teneurs supérieures au fond géochimique probable. On ne discerne pas d'évolution de la qualité des rejets du GIE suite à l'arrêt des apports en provenance de Séguoussac en juillet 2015.

Les eaux issues du bassin des **boues rouges de Séguoussac** se caractérisent par la présence d'arsenic, de bore, de molybdène et de vanadium.

Dans l'**Avène**, arsenic, baryum, molybdène, nickel, thallium, uranium, vanadium dépassent les niveaux ou valeurs guides environnementales de la DCE en différents secteurs. Mais, de façon plus précise, seuls l'arsenic et le zinc dépassent les NQE (l'arsenic à toutes les stations sauf les stations 1, 3, 2 et le zinc à toutes les stations sauf les stations 1, 3, 7, 2).

Les dépassements les plus significatifs concernent le molybdène de la confluence avec l'Arias (station 12) au Gardon (station 17) sous l'effet des rejets du GIE, le nickel qui détermine une classe de qualité « médiocre » en août en aval de la confluence avec l'Arias (station 12), le zinc qui confère au cours d'eau une qualité « passable » de l'amont à l'aval.

La plupart des métaux sont susceptibles de s'accumuler dans les sédiments de l'Avène dans la traversée de Salindres et en aval de l'Arias.

Globalement, les résultats qualitatifs obtenus au niveau de la station 15 sont cohérents avec ceux fournis par la station du RCE 06127900 à Saint-Privat-des-Vieux (voir chapitre bibliographique). Le RCE pointe l'arsenic, le cadmium, le nickel et le zinc comme facteurs déclassants. Ici seul, le cadmium n'a pas été mis en évidence.

Les résultats sur sédiments obtenus à la station 17 sont également très cohérents avec ceux fournis par le Conseil Départemental au niveau de la station 06127980 de Saint-Hilaire-de-Brethmas (voir chapitre bibliographique). Arsenic, plomb et zinc sont déclassant dans les sédiments prélevés par le Conseil Départemental. Ils le sont également dans ce suivi qui relève en plus le déclassement par le cadmium.

En revanche, les analyses sur bryophytes du Conseil Départemental donnent des facteurs de concentration plus élevés que ceux obtenus lors de ce suivi, mais difficilement interprétables car très évolutifs d'une année sur l'autre.

Le tableau suivant présente, pour chaque paramètre chimique, les secteurs où des augmentations de concentrations dans l'eau, les sédiments et les bryophytes ont pu être constatées. Ces anomalies sont mises en relation avec les sources de pollution les plus probables identifiées. Toutefois, tous les rejets du bassin versant n'ayant pas fait l'objet d'analyses physico-chimiques, la liste de ces sources de pollution n'est pas exhaustive. En particulier, au niveau de la station 14 (aval Salindres), voire au niveau de la station 12 (aval Arias), des rejets provenant du site industriel de Salindres, donc indépendants des apports de la nappe ou de ceux du GIE, peuvent s'ajouter à ceux identifiés dans le tableau.

Métaux et secteurs géographiques impactés

	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	22/14	2	12	15	17
Antimoine		Géochimie* 2 µg/l				STEP Saut-du- Loup				GIE		STEP St- Privat
Arsenic		Géochimie		STEP Pont- d'Avène				Nappe**		GIE		
Baryum		Géochimie 58 µg/l							Géochimie			
Bore		Géochimie 34 µg/l						Nappe	Géochimie	GIE		
Cadmium								Nappe		GIE ?		
Chrome								?			?	
Cobalt		?						Nappe		GIE		
Cuivre		Géochimie						Nappe			GIE Cultures ?	
Etain								Industries STEP Salindres ?				
Mercure		Géochimie			?					GIE		
Molybdène										GIE		
Nickel		Géochimie		STEP Pont- d'Avène						GIE		
Plomb		Géochimie							Géochimie			
Thallium								Nappe		GIE		
Uranium		Géochimie ?										
Vanadium								Nappe ?		GIE		
Zinc		Géochimie								GIE		

Station ou secteur de cours d'eau présentant des concentrations dans l'eau, les sédiments ou les bryophytes plus élevées ou des flux plus importants

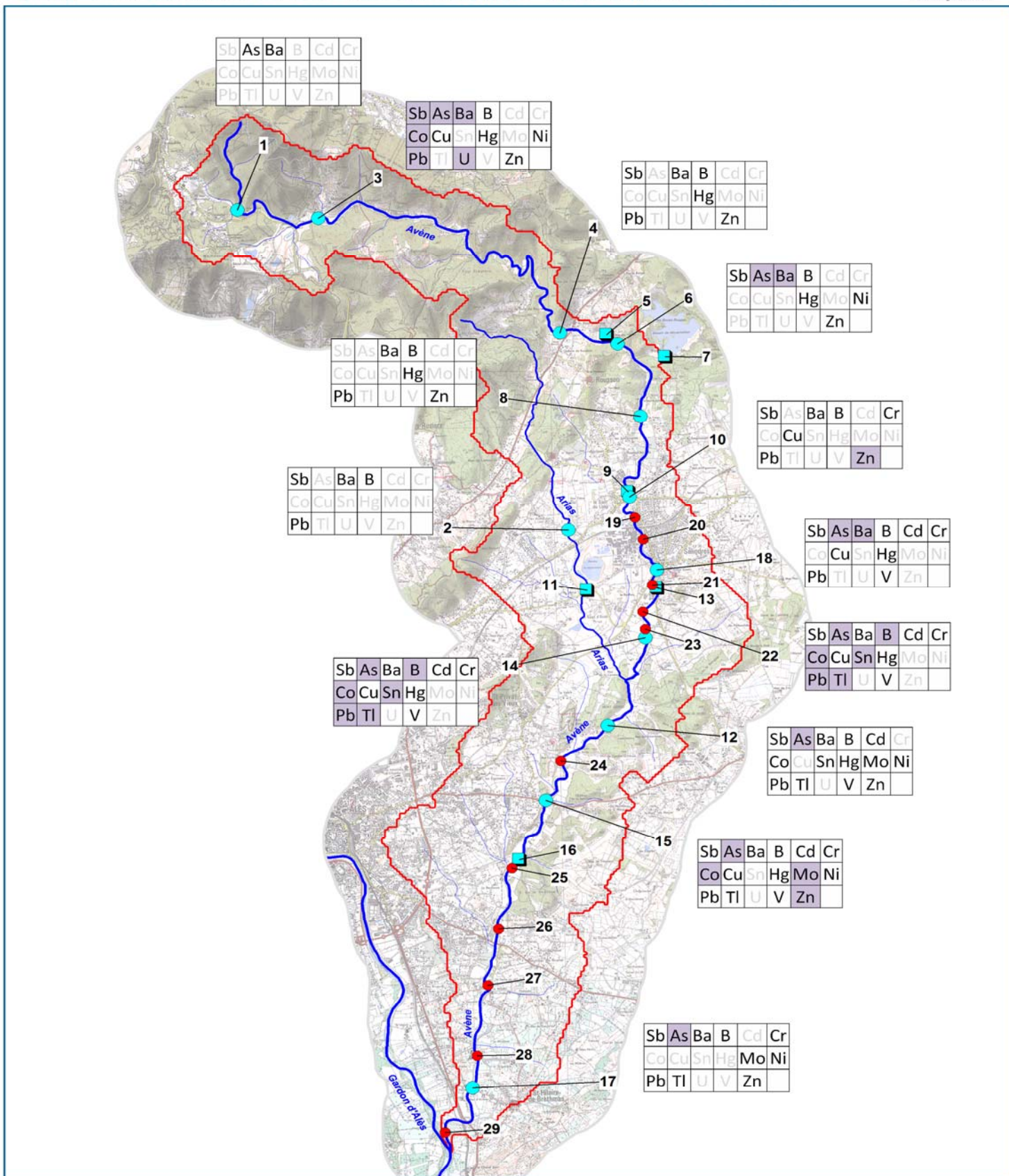
Station ou secteur de cours d'eau où les sédiments sont de qualité « médiocre » au sens du SEQ-Eau, présentent les plus fortes teneurs.

* : fond géochimique ou exploitation minière (avec indication de la concentration moyenne des eaux de surface)

** : nappe sous-jacente de la plate-forme industrielle de Salindres

Nom : source de pollution probable. Nom ? : source de pollution à confirmer. **En gras** : flux > 50 % de la somme des rejets mesurés sur le bassin versant

? : aucune source de pollution clairement identifiée



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
- Limites du bassin versant de l'Avène
- Station de prélèvement sur rejet
- 4 Station de prélèvement (code station)
- Analyses de sédiment en rivière

Dégradations constatées de la qualité (voir rapport)

- Sb As Eléments présents dans l'eau, les sédiments ou les bryophytes à des concentrations significatives
- Sn Hg Eléments présents dans les sédiments à des concentrations fortes



7.1.4. Pesticides dans les eaux et les sédiments - Groupes GP4, GP4-GP5 et GP9

La contamination de l'Avène par les pesticides est réelle puisque une quarantaine de molécules différentes ont été identifiées mais reste modérée dans le sens où la plupart d'entre elles se concentrent sur un faible linéaire et où les concentrations dans le milieu naturel dépassent rarement les Normes de Qualité Environnementale de la DCE ou le seuil de la classe de qualité « bonne » du SEQ-Eau.

Elle affecte principalement le linéaire compris entre l'amont de Salindres (station 10) et l'aval de la confluence avec l'Arias (station 12).

La densité des stations de prélèvement du réseau de mesures mis en place dans le cadre de cette étude ne permet pas d'effectuer un diagnostic précis de la situation de l'Avène en amont de Salindres. Toutefois, la faible occupation agricole des sols dans ce secteur ne laisse pas envisager une forte contamination par les pesticides.

Pesticides et secteurs géographiques impactés

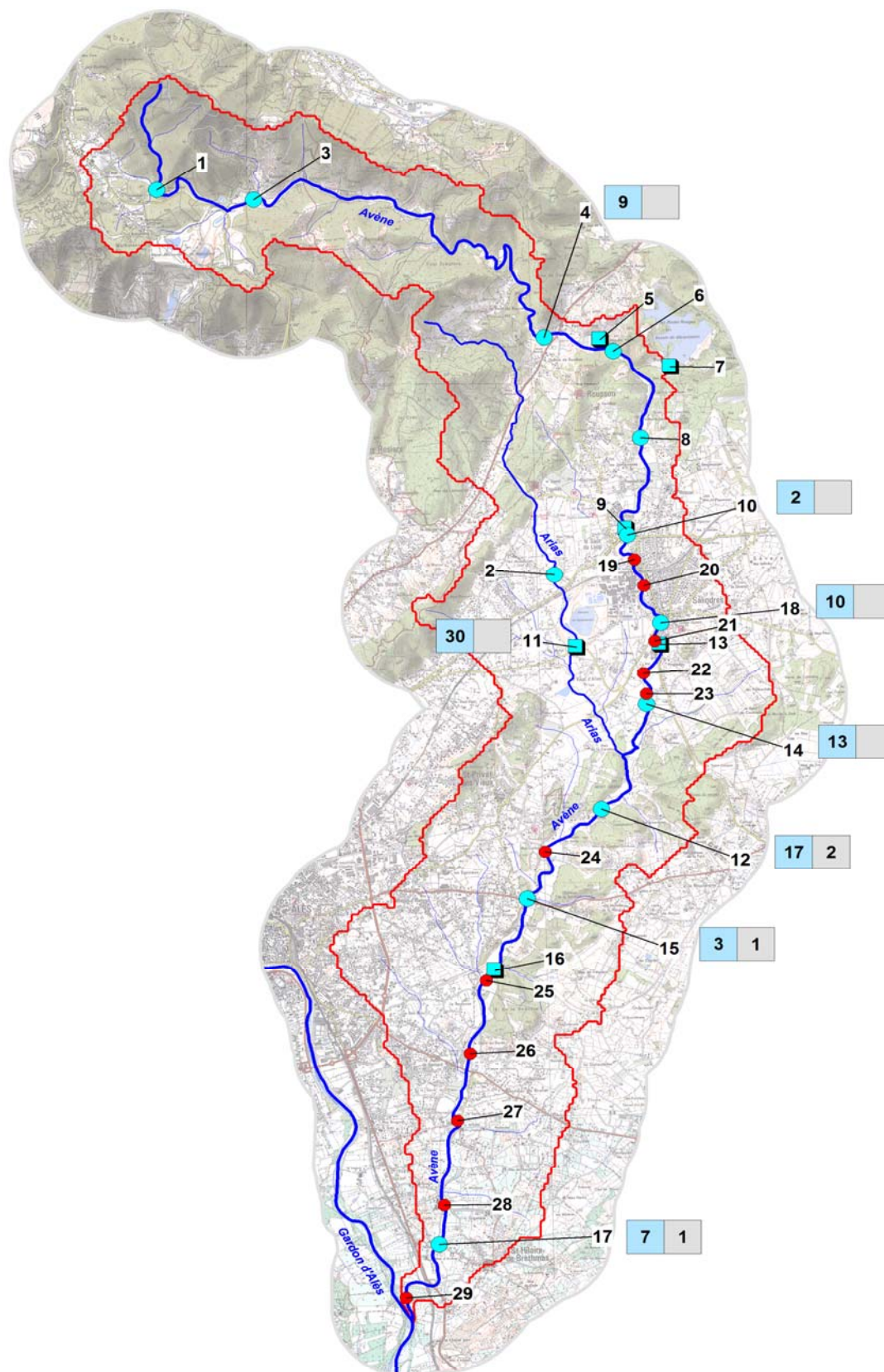
	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17
Pesticides			?			Usages urbains et/ou domestiques ?				GIE Agriculture		

Nom : source de pollution probable

Nom ? : source de pollution à confirmer

? : aucune source de pollution clairement identifiée

Remarque : les impacts ont été identifiés à partir des mesures sur eau et sédiment et bryophyte, mais l'existence d'un impact ne préjuge en rien de son importance.



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
- Analyses de sédiment en rivière
- Station de prélèvement sur rejet
- 1 Station de prélèvement (code station)
- Limites du bassin versant de l'Avène

Dégradations constatées de la qualité de l'eau
Eau Nombre de molécules de pesticides quantifiées dans l'eau ou les sédiments
Sédiments



7.1.5. Micropolluants organiques dans les eaux et les sédiments - Groupes GP5 et GP10

Les analyses pratiquées sur les **eaux de surface** et celles pratiquées sur les sédiments fournissent des renseignements différents et complémentaires sur le niveau de pollution du bassin de l'Avène par les micropolluants organiques.

Les analyses dans l'eau révèlent la présence de 12 substances dans la traversée de Salindres et 18 substances dans les rejets du GIE. Parmi celles-ci, 2 (le **chloroforme** et le **dichlorobenzène-1,2**) sont détectables dans le cours aval de l'Avène, mais à des concentrations relativement faibles, puisque ne dépassant pas le seuil de la classe de qualité « bonne » du SEQ-Eau.

Le **naphtalène** est présent de l'amont à l'aval du cours d'eau, mais à des niveaux de concentration très faibles (moins de 0,04 µg/l).

Nonylphénols, chrysène, phénanthrène, diméthylamine et tétrachloroéthylène contaminent également localement le cours d'eau, mais le niveau de pollution de l'Avène reste, là encore, relativement faible pour ces paramètres.

Le **di(2-ethylhexyl)phtalate** est le paramètre le plus déclassant dans les eaux de l'Avène puisqu'il détermine une classe de qualité seulement « moyenne » au sens du SEQ-Eau.

Les analyses du sédiment, révèlent quant à elles la présence de molécules faiblement représentées ou non détectées dans l'eau qui pourraient, pour certaines, résulter d'une pollution passée.

Parmi ces molécules figurent des **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** qui déterminent, en toutes stations échantillonnées, un niveau de qualité seulement « moyen » mais qui s'accumulent préférentiellement en aval de la STEP de St-Privat-des-Vieux (station 25).

Les **bromodiphényl éther (BDE)**, bien que présents un peu partout, s'accumulent préférentiellement dans les sédiments de la station 10 située en aval de la STEP de Rousson - Saut-du-Loup.

Les **polychlorobiphényles (PCB)** contaminent les sédiments de l'Avène entre les stations 23 (aval Salindres) et 29 (confluence Gardon). Dans ce secteur les niveaux de contamination les plus élevés sont mesurés au niveau des stations 23 (aval Salindres), 15 (pont de la D6 à St-Privat-des-Vieux), et 25 (aval St-Privat) où ils certifient la contamination de la chaîne trophique.

La présence de ces contaminations, ne préjuge en rien de l'origine des pollutions, surtout lorsqu'elles mettent en jeu des molécules d'usage ancien qui ont pu migrer avec le courant.

Micro-polluants organiques et secteurs géographiques impactés

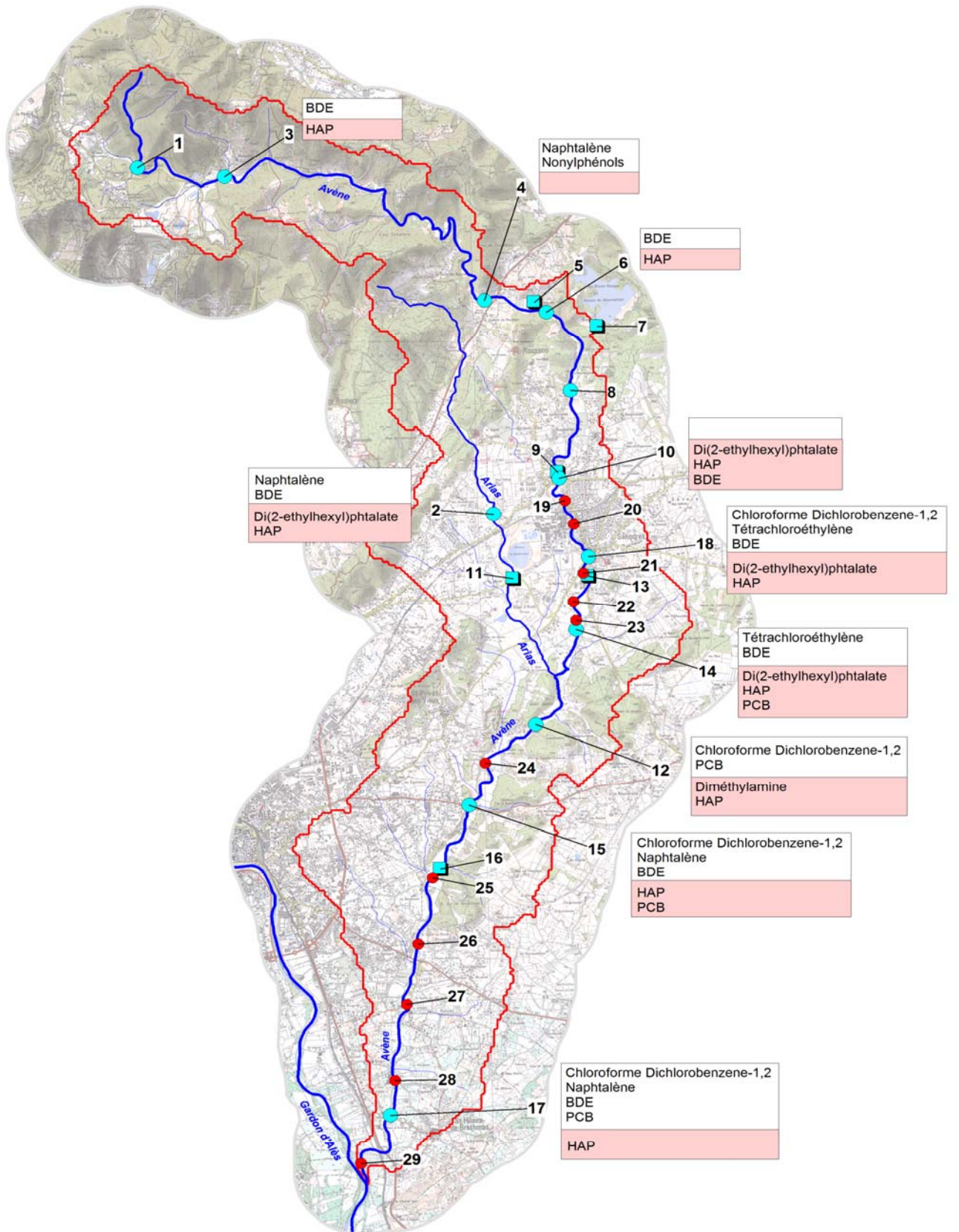
	Stations de mesures (cf. carte jointe)											
	1	3	4	6	8	10	18	14	2	12	15	17
Toutes molécules confondues	Pas de mesure				Pas de mesure							
Chloroforme Dichlorobenzène-1,2												
Naphtalène												
Nonylphénols												
Tétrachloroéthylène												
Di(2-ethylhexyl)phtalate												
Diméthylamine												
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)												
Bromodiphényléther (BDE)												
Polychlorobiphényles (PCB)												



Station ou secteur de cours d'eau présentant des concentrations dans l'eau ou les sédiments supérieures au seuil de quantification du laboratoire



Station ou secteur de cours d'eau où on observe soit un dépassement de la classe « bonne » du SEQ-Eau ou du minimum des normes environnementales dans les eaux, soit un dépassement de la classe « bonne » du SEQ-Eau ou une sur-concentration dans les sédiments.



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

- Station de prélèvement en rivière
- Analyses de sédiment en rivière
- Station de prélèvement sur rejet
- 1 Station de prélèvement (code station)
- Limites du bassin versant de l'Avène

Dégradations constatées de la qualité de l'eau ou des sédiments (voir rapport)

- BDE Concentration > seuil de quantification du laboratoire
- HAP Concentration significativement élevée



7.1.6. EDTA dans les eaux et les sédiments - Groupe GP6 et GP11

L'EDTA (Éthylène Diamine Tétra-Acétique), ou acide éthylène diamine tétraacétique est un produit au fort pouvoir chélatant (ou complexant) ce qui lui permet de former des complexes métalliques très stables. Ses utilisations sont diverses ; il est employé dans de nombreux secteurs : médecine, industrie du papier, agronomie, agroalimentaire, cosmétique...

Susceptible d'être utilisé au niveau du GIE de Salindres, ce produit n'a été recherché que dans les eaux et les sédiments des stations 2 (Arias amont) et 12 (Avène à l'aval de la confluence avec l'Arias).

Les mesures effectuées n'ont pas permis de mettre en évidence de pollution de l'Arias et de l'Avène en aval de la confluence avec l'Arias.

7.1.7. Diatomées benthiques

L'étude des peuplements de diatomées prélevées dans l'Avène a permis de mettre en évidence une qualité biologique de l'eau bonne à très bonne dans le secteur amont de cette rivière avec des peuplements algaux témoignant d'une très bonne oxygénation des eaux et d'une faible charge en matières organiques et minérales.

En revanche, dès la station 6 située en aval de la STEP de Rousson - Pont d'Avène, une très forte dégradation du milieu est observée. La qualité des eaux devient alors moyenne à médiocre selon la période de prélèvement, avec une nette diminution des teneurs en oxygène dissous et une forte augmentation des niveaux de saprobie et de trophie.

Les phénomènes d'autoépuration du milieu semblent permettre un léger rétablissement de la qualité du milieu en aval de cette perturbation mais une nouvelle dégradation apparaît à la station 12, située en aval de la confluence avec l'Arias. Cette perturbation impacte un linéaire important de l'Avène puisque même à la station 17, à Saint-Hilaire-de-Brethmas, la qualité de l'eau demeure toujours dégradée.

Ce diagnostic est très cohérent avec les résultats d'analyses chimiques qui avaient mis en exergue les perturbations subies par le cours d'eau en aval de Pont d'Avène et de la confluence avec l'Arias qui reçoit notamment les rejets du GIE de Salindres. Il insiste toutefois davantage sur l'impact négatif de la station d'épuration de Pont d'Avène sur le plan de la matière organique et de l'azote organique ainsi que sur les perturbations organiques de la station 10 (aval STEP de Rousson – Saut-du-Loup) et de la station 12 (aval Arias).

L'absence de forme tératogène dans les peuplements ne permet pas de mettre en évidence une pollution toxique particulière.

7.1.8. Oligochètes

L'étude des oligochètes suggère un niveau de pollution élevé sur la plus grande partie du bassin si l'on excepte l'aval de Salindres (site 14) où les contraintes hydrologiques sont vraisemblablement prépondérantes.

Ce niveau de pollution est lié à une charge organique non négligeable sans doute fréquemment accompagnée d'une contamination par les micropolluants, en particulier à Pont-d'Avène (station 4) et Saint-Privat-des-Vieux (station 15).

Les analyses chimiques confirment la présence de pesticides et autres micropolluants au niveau de ces stations. Les métaux étant, quant à eux davantage présents dans la station 15.

La station 12, réceptrice des eaux de l'Arias, donc des rejets du GIE de Salindres, n'apparaît pas autant perturbée par les micropolluants lors de l'analyse de peuplements oligochètes que lors de l'analyse des eaux de surface.

Nous rappelons toutefois que les effets d'une pollution de type toxique sont souvent atténués en présence d'une contamination organique de l'eau (voir ROSSO-DARMET et LAFONT, 1998¹), ce qui ne facilite pas l'interprétation des résultats.

Au regard des oligochètes, la charge organique est particulièrement élevée à l'aval de la STEP de Rousson Saut du Loup (site 10). Ceci est cohérent avec les inventaires diatomiques mais n'a pas été mis en évidence par les analyses chimiques sur l'eau.

Il y a toutefois un site (station 8), localisé à l'aval de l'exutoire du plan d'eau de Segoussac, où la contamination organique est faible et où la principale source de pollution provient des micropolluants. Le peuplement d'oligochètes de ce secteur est suivi depuis 3 ans et les résultats obtenus cette année confirment en grande partie ceux des deux années précédentes.

7.2. REPONSES AUX QUESTIONS POSEES INITIALEMENT

Au-delà des investigations relatives à la recherche des sources de pollution du bassin versant de l'Avène et à l'analyse de leur contribution respective à la qualité des eaux, l'étude devait s'attacher à répondre aux sous-objectifs suivants :

- SO 1 : sources, caractérisation et dynamique de la pollution par les PCB ;
- SO 2 : sources des contaminations remettant en cause l'atteinte du bon état chimique ;
- SO 3 : caractérisation des fonds géochimiques naturels ;
- SO 4 : évaluation (en 1ère approche) du stock de micropolluants de l'Avène et perspectives de remédiation (si nécessaire) ;
- SO 5 : impact (qualitatif) de l'Avène sur les masses d'eau en contact avec elle : eaux superficielles (Gardon d'Alès) et souterraines ;
- SO 6 : niveau de toxicité auquel sont exposés les écosystèmes aquatiques.

Au regard de l'analyse bibliographique et des résultats des campagnes de mesures effectuées dans le cadre de cette étude, les éléments que nous pouvons apporter à ces questionnements sont fournis ci-dessous.

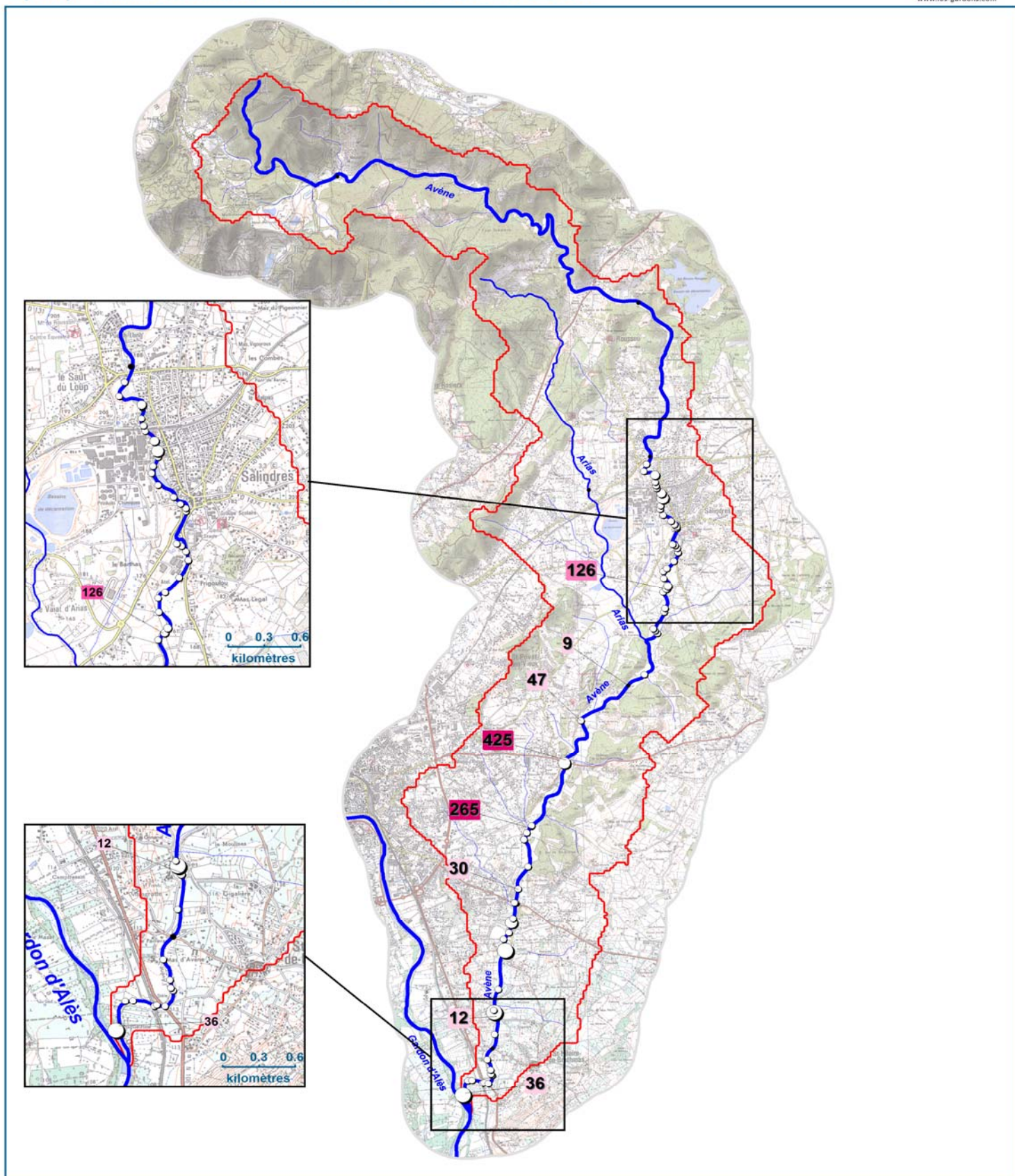
7.2.1. Pollution par les PCB

Une pollution des sédiments par les PCB a été mise en évidence entre les stations 23 et 29, c'est-à-dire entre l'aval de Salindres et la confluence avec le Gardon d'Alès.

Dans ce secteur les niveaux de contamination les plus élevés sont mesurés au niveau des stations 23 (aval Salindres), 15 (pont de la D6 à St-Privat-des-Vieux), et 25 (aval St-Privat). La qualité définie par le SEQ-Eau en ces points est « moyenne » mais les concentrations supérieures à 120 µg/kg seront considérées comme préjudiciables à la faune aquatique et à la santé humaine.

Les sources de contamination n'ont pas été déterminées. Seul un poste électrique situé 1,2 km en amont de la station 15 a été repéré sans qu'on puisse le mettre formellement en cause.

L'absence de PCB dans les eaux (concentrations inférieures aux seuils de quantification du laboratoire) atteste non seulement du faible pouvoir de dissolution de ces substances dans les eaux mais conduit également à imaginer un faible taux de migration vers l'aval. Cette migration se faisant essentiellement par déplacement des sédiments lors des crues.



Sources : données Aquascop 2016, SMAGE, Scan25 IGN

Cartographie : Aquascop, 2016

Légende

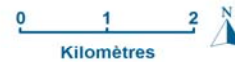
Teneur des sédiments en PCB totaux (µg/kgMS)

- 9 inférieur à 50 µg/kgMS
- 126 plus de 150 µg/kgMS
- 30 de 50 à 150 µg/kgMS

Volume estimé de sédiments (en m3)

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 40
- 40 - 80
- 80 - 500

- Limites du bassin versant de l'Avène
- Station d'analyse de sédiments



7.2.2. Dépassement du bon état DCE

Le tableau suivant liste les dépassements du bon état écologique évoqués au chapitre précédent.

Les stations en gras sont situées sur des rejets. Elles ne sont donc pas concernées par le respect du bon état écologique et ne sont mentionnées que pour mémoire.

Paramètres	Sites
Oxygène dissous	5 , 9 , 10, 13 , 11 , 12, 15, 16
Taux de saturation en oxygène	5 , 9 , 10, 13 , 2, 12, 15, 16
DBO ₅	5 , 18, 11 , 16
COD	5 , 6, 7 , 9 , 11 , 16
PO ₄	5 , 6, 9 , 10, 18, 13 , 14, 12, 16
Ptotal	5 , 6, 9 , 10, 18, 13 , 14, 16
NH ₄	5 , 6, 9 , 10, 18, 13 , 11 , 12, 15, 16
NO ₂	5 , 6, 9 , 10, 13 , 11 , 12, 15, 16
NO ₃	5 , 6

Des dépassements de la NQE-MA (Norme de Qualité Environnementale en moyenne annuelle) sont observés pour les micropolluants et sites présentés dans le tableau suivant.

Les paramètres en caractères normaux font partie de ceux pris en compte pour l'évaluation de l'état écologique. Ceux en gras sont pris en compte dans l'évaluation de l'état chimique.

Les stations en gras sont situées sur des rejets. Elles ne sont donc pas concernées par le respect du bon état chimique ou écologique.

Paramètres	Sites
Aminotriazole	4, 11 , 12
Chloroforme	11
Cuivre	5
Dichlorométhane	11
Endosulfan	11 , 12
Fluoranthène	18, 11
Hexachlorocyclohexane	11 , 12, 15
Métazachlore	4
Arsenic	Tous les sites sauf 1, 3, 2 (amont bassin), 9 , 13 , 16 (STEP Saut-du-Loup, Salindres, Saint-Privat)
Zinc	Tous les sites sauf 1, 3, 7, 2 (parties amont des bassins)
Nickel *	6, 11 , 12, 15, 17

Concernant les stations situées en rivière :

- la station 4 en amont de Pont-d'Avène ne respecte pas épisodiquement le bon état écologique pour 2 pesticides (aminotriazole et méthazachlore) dont l'origine est indéterminée ;
- la station 18, située dans Salindres, a été contaminée pour une campagne par du fluoranthène au-delà du seuil de la NQE-MA ;
- l'arsenic contamine au-delà de la NQE-MA la plupart des stations. Son origine probable est discutée au chapitre 4.5. Le fond géochimique, des rejets ponctuels, dont celui de la STEP de Pont-d'Avène et celui du GIE, ainsi que le sous-sol de Salindres sont vraisemblablement en cause ;
- le zinc est aussi présent dans toutes les stations. Son origine géochimique est donc très probable mais la principale source reste le GIE de Salindres.

- Le nickel est cité ici pour mémoire. La NQE MA prise en compte (4 µg/l) n'est en effet pas directement comparable aux concentrations mesurées puisqu'elle se rapporte uniquement à la fraction biodisponible du zinc.

Concernant les rejets, celui du GIE présente les dépassements les plus fréquents des NQE et constitue la principale source de la dégradation de la qualité des eaux de l'Avène au niveau de la station 12 située en aval de la confluence avec l'Arias. Il n'a pas été réalisé d'analyse dans l'eau de l'Arias en aval du rejet du GIE. Néanmoins, le rejet du GIE apportant en période de sécheresse l'essentiel du débit de l'Arias, il est fort probable que le niveau de contamination de ce cours d'eau soit élevé.

7.2.3. Fonds géochimiques

Un fond géochimique a été mis en évidence pour les paramètres suivants : antimoine, arsenic, baryum, bore, cuivre, mercure, nickel, plomb, uranium (?), zinc.

C'est au niveau de la station 3 (aval Mercoirol) que commence à se manifester l'impact de ce fond par des augmentations de concentrations dans les eaux de surface et les sédiments.

Pour certains paramètres (antimoine, baryum, bore, plomb), le fond géochimique se propage et est perceptible jusqu'à l'aval du bassin versant. Pour d'autres (arsenic, cuivre, mercure, nickel, zinc), l'impact des apports géologiques sur la partie aval du bassin est difficile à mettre en évidence.

7.2.4. Stock de micropolluants dans les sédiments

Une reconnaissance du stock de sédiments fins (limons, sables fins) de l'Avène entre l'amont de Salindres (station 10) et la confluence avec le Gardon d'Alès effectuée dans le cadre de cette étude a montré une répartition très hétérogène de ces matériaux fins sous forme de placettes représentant des volumes réduits.

Une soixantaine de placettes ont ainsi été repérées le long des 14 km de cours d'eau. Elles représentent une surface totale de l'ordre de 5 700 m² et un volume approximatif de 1 140 m³.

En amont de la confluence avec l'Arias, les placettes de sédiment identifiées représentent un volume total d'environ 140 m³.

De l'Arias au Gardon, le volume total est de l'ordre de 1 000 m³, dont 85 % se concentrent dans trois secteurs : amont du seuil du moulin du juge (station 27), amont du moulin de Tribies (station 28) et amont confluence avec le Gardon (station 29).

Ces sédiments concentrent des micropolluants organiques divers (groupe de paramètres GP10) qui déterminent des classes de qualité de niveau généralement « bon » à « moyen » au sens du SEQ-Eau.

Leur extraction par des moyens mécaniques (curage et transport en décharge spécialisée) est envisageable mais pose plusieurs problèmes qu'une étude plus poussée devra examiner. Nous en dressons ci-dessous une première liste.

- Le grand nombre de placettes et leur niveau de contamination relativement homogène ne permet pas de déterminer des secteurs d'intervention privilégiés sauf à intervenir sur une seule catégorie de paramètres. Les PCB, par exemple, se concentrent préférentiellement dans les stations 23, 15, 25 implantées respectivement en amont immédiat de l'Arias, au pont de la D6 et en aval de la STEP de St-Privat-des-Vieux. Le curage des quelques placettes situées au droit et en aval immédiat de ces stations représenterait un volume d'environ 60 m³, soit 6 camions approximativement. Toutefois, la présence de PCB (en quantité moindre) dans les stations intermédiaires et le fait que toutes les placettes n'aient pas été analysées sur le plan chimique, plaiderait plutôt en faveur d'un curage intégral du secteur aval de l'Arias, soit 1 000 m³ et une centaine de camions.

- La partie fine des sédiments de l'Avène constitue un habitat aquatique pour les invertébrés dont l'intérêt réside ici dans sa rareté. Une réduction significative de la superficie occupée par ce type de substrat conduirait à une perte significative de diversité des habitats, donc des populations benthiques, premier maillon de la chaîne alimentaire.
- Les difficultés d'accès au cours d'eau sont importantes et il est vraisemblable que les interventions sur certaines placettes ne puissent avoir lieu qu'en empruntant le lit du cours d'eau ce qui aurait un impact sur la faune et la flore aquatique.
- Le transport (avec ou sans ressuyage) et la mise en décharge spécialisée des sédiments présentent un coût non négligeable ainsi que des nuisances liées au trafic des camions.
- Enfin, le gain écologique est à mettre en relation avec le coût et les nuisances de cette opération. En première approche, ce gain équivaldrait au maximum à celui de deux classes de qualité du SEQ-Eau pour ce qui concerne l'Avène. Mais son évaluation doit également intégrer une interruption du transfert des polluants vers le Gardon par charriage sédimentaire. Toutefois, l'opération n'est pas garante d'une nouvelle contamination des sédiments si les actions au niveau des sources de pollution ne sont pas entreprises.

7.2.5. Impact de l'Avène sur les autres masses d'eau

L'impact de l'Avène sur les masses d'eau souterraines n'a pas pu être mis en évidence au travers des études et données existantes. En revanche, comme indiqué au chapitre 7.2.3, un impact des masses d'eau souterraines sur l'Avène est perceptible. Il résulte du ressuyage des terrains géologiques naturels de la région mais également des zones d'extraction minières dont la principale est celle de Mercoirol.

Les analyses pratiquées au niveau des sédiments et de l'eau de l'Avène dans la traversée de Salindres, ainsi que les données bibliographiques, montrent que des eaux drainant le remblai de la plate-forme industrielle de Salindres sont susceptibles de parvenir à l'Avène et de constituer une autre source de pollution métallique pour le cours d'eau. Avec toutes les réserves que l'absence de mesures dans la nappe suggère, les paramètres concernés seraient : l'arsenic, le bore, le cadmium, le cobalt, le cuivre, le thallium et le vanadium.

L'impact de l'Avène sur le Gardon d'Alès est limité en termes de concentrations. En effet, sur la base des ratios de superficie de bassin versant (57 km² pour l'Avène et 315 km² pour le Gardon d'Alès à Alès), le facteur de dilution du Gardon est de 21, ce qui signifie que l'augmentation de concentration dans le Gardon d'un polluant apporté par l'Avène est 21 fois plus faible que la concentration de ce même polluant mesurée dans l'Avène.

Les mesures de concentrations des paramètres du groupe GP1 (physico-chimie de base) effectuées dans le cadre de cette étude au niveau de la station la plus aval de l'Avène (station 17) ont montré que les composés les plus déclassants de la qualité des eaux étaient les chlorures et les sulfates, avec des valeurs maximales de 291 mg/l de chlorures et 475 mg/l de sulfates en août 2014. Pour ces deux paramètres, l'augmentation résultante de concentration dans le Gardon serait de 14 mg Cl/l et 23 mg SO₄/l, valeurs très inférieures aux limites supérieures de la classe de qualité « très bonne » du SEQ-Eau (respectivement 50 mg Cl/ et 60 mg SO₄/l).

Pour les métaux dépassant la NQE-MA au niveau de la station 17, les augmentations maximales correspondantes de concentrations seraient les suivantes :

- arsenic : + 0,52 µg/l,
- nickel : + 0,3 µg/l,
- zinc : + 0,9 µg/l.

Ces valeurs sont inférieures aux NQE-MA (0,83 µ As/l, 4 µg Ni/l, 7,8 µg Zn/l).

En revanche, pour le Molybdène (qui ne fait pas l'objet d'une NQE-MA) l'augmentation maximale de concentration dans le Gardon serait significative (+ 61 µg Mo/l contre 6,7 µg/l pour la VGE – Eau douce).

Les pesticides et micropolluants organiques des groupes GP4 et GP5 rencontrés au niveau de l'Avène aval définissent des qualités inférieures aux normes de qualité environnementales ou à la limite supérieure de la classe de qualité « bonne » du SEQ-Eau. En conséquence, l'impact de l'Avène sur le Gardon pour ces paramètres est limité.

Des stations de suivi de la qualité d'eau du Gardon d'Alès sont situées en amont et en aval de la confluence avec l'Avène.

Celles à Saint-Hilaire-de-Brethmas (amont – RCS- code 06128000) et à Vézénobre (aval – RCD-code 06128250) fournissent des données récentes mais peu nombreuses et non concomitantes. Elles ne donnent donc qu'une image très partielle de l'impact de l'Avène sur la qualité des eaux du Gardon.

De celles acquises en 2011, on retiendra que le bilan en oxygène, en nutriments et en acidification est « bon » aussi bien en amont qu'en aval de l'Avène.

Les bryophytes en aval de la confluence avec l'Avène présentent des facteurs d'accumulation très faibles sauf pour l'antimoine, paramètre qui pourtant ne dépasse pas 5 µg/l dans les eaux de l'Avène (toutes stations confondues).

Les sédiments du Gardon en aval de l'Avène présentent d'une contamination par l'arsenic, le plomb et le zinc (niveau de qualité moyen). Pour ces paramètres, comme pour les autres mesurés sur sédiment (antimoine, baryum, bore, cadmium, chrome, cuivre, étain, mercure, nickel, sélénium), toutes les concentrations du Gardon sont inférieures aux concentrations mesurées dans les sédiments de l'Avène.

Ne disposant pas des concentrations dans les sédiments du Gardon en amont de l'Avène, il est délicat d'affirmer que l'Avène a un impact sur les sédiments du Gardon. Néanmoins, pour l'arsenic, le baryum, le bore, le nickel et le zinc, cet impact est probable dans la mesure où les concentrations mesurées dans les eaux de l'Avène (toutes stations confondues) sont généralement plus élevées que celles mesurées dans les eaux du Gardon en amont de la confluence.

En résumé, hormis le molybdène, l'impact de l'Avène sur la qualité des eaux du Gardon est probablement faible étant donnée la forte capacité de dilution du Gardon, mais l'Avène contribue tout aussi probablement à augmenter les stocks de métaux dans les sédiments du Gardon et en particulier ceux d'arsenic, de baryum, de bore, de nickel et de zinc.

7.2.6. Niveau de toxicité auquel sont exposés les organismes aquatiques de l'Avène

Aucun test de toxicité des eaux de l'Avène n'a été effectué dans le cadre de cette étude.

Sans parler de toxicité, puisqu'aucune forme teratogène n'a été trouvée dans les peuplements de diatomées, les inventaires diatomiques montrent néanmoins un peuplement très perturbé en aval de la station d'épuration de Rousson-Pont-d'Avène (station 6) ainsi qu'en aval de la confluence avec l'Arias (station 12).

Les oligochètes ont souligné, quant à eux, une pollution généralisée du cours de l'Avène, mais plus marquée au niveau des stations 4 (Pont-d'Avène) et 15 (St-Privat-des-Vieux).

Tous les métaux, pesticides ou micropolluants organiques cités au chapitre 7.2.2 et qui dépassent la NQE-MA présentent une toxicité préjudiciable à des organismes aquatiques car cette NQE-MA a été définie par rapport à des mesures d'impact effectuées sur des organismes vivants dans la colonne d'eau. Font exception l'arsenic et le fluoranthène dont la NQE-MA se réfère à des prédateurs secondaires (mammifères, oiseaux...) et le dichlorométhane dont la NQE-MA est basée sur l'eau de boisson. En conséquence, les organismes aquatiques de toutes les stations de l'Avène, à l'exception peut-être de ceux des stations amont (1, 3), ainsi que ce deux l'Arias en aval des rejets du GIE, sont exposés à un risque de toxicité au regard de la qualité des eaux.

8. ANNEXES HORS TEXTE

- 8.1. ANNEXE 1 : EXTRAIT DU PLAN D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DURABLE RELATIF AU PROJET DE SAGE DES GARDONS
- 8.2. ANNEXE 2 : FICHES DE PRESENTATION DES STATIONS DE MESURE
- 8.3. ANNEXE 3 : PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ANALYSES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE
- 8.4. ANNEXE 4 : GRILLES D'APPRECIATION DE LA QUALITE DES EAUX DU SEQ-EAU V2
- 8.5. ANNEXE 5 : PLATE-FORME CHIMIQUE DE SALINDRES - INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX - GOLDR ASSOCIATES - 2012
- 8.6. ANNEXE 6 : GIE CHIMIE SALINDRES - CAMPAGNE RSDE - IRH - 2011
- 8.7. ANNEXE 7 : ETUDE D'IMPACT DU GIE DE SALINDRES - APAVE - 2012.
- 8.8. ANNEXE 8 : ETUDE D'IMPACT D'AXENS - 2011
- 8.9. ANNEXE 9 : ETUDE D'IMPACT RHODIA OPERATIONS - 2012
- 8.10. ANNEXE 10 : RESULTATS DES ANALYSES PRATIQUEES SUR LES EAUX DE SURFACE DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE
- 8.11. ANNEXE 11 : RESULTATS DES ANALYSES PRATIQUEES SUR LES SEDIMENTS DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE
- 8.12. ANNEXE 12 : RESULTATS DES ANALYSES PRATIQUEES SUR LES BRYOPHYTES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE
- 8.13. ANNEXE 13 : RESULTATS DES INVENTAIRES DE DIATOMEES
- 8.14. ANNEXE 14 : RESULTATS DES INVENTAIRES D'OLIGOCHETES
- 8.15. ANNEXE 15 : ZONES DE DEPOT SEDIMENTAIRE
- 8.16. ANNEXE 16 : BIBLIOGRAPHIE