

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

Rapport de synthèse

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 de synthèse

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	4
2. COMPOSANTES DE L'ETUDE	4
2.1. Démarche générale	4
2.2. Campagnes de mesures	4
2.2.1. Paramètres analysés	5
2.3. Appréciation de la qualité des eaux	6
3. SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION	6
3.1.1. Assainissement communal	6
3.1.2. Fond géochimique et activités minières	6
3.1.2.1. Fond géochimique naturel	6
3.1.2.2. Activités minières	6
3.1.3. Activités industrielles	7
3.1.3.1. Plateforme chimie	7
3.1.3.2. Site industriel de Salindres	7
3.1.4. Activités agricoles	8
4. RESULTATS DES ANALYSES PRATIQUEES	8
4.1. Paramètres physico-chimiques de base et macropollution	8
4.2. Bactériologie des eaux	12
4.3. Métaux dans les eaux, les sédiments et les bryophytes	12
4.4. Pesticides dans les eaux et les sédiments	15
4.5. Micropolluants organiques dans les eaux et les sédiments	15
4.6. EDTA dans les eaux et les sédiments	17
4.7. Diatomées benthiques	19
4.8. Oligochètes	19
5. REPONSES AUX QUESTIONS DE L'ETUDE	20
5.1. sources, caractérisation et dynamique de la pollution par les PCB	20
5.2. sources des contaminations remettant en cause l'atteinte du bon état chimique et du bon état chimique	20
5.3. caractérisation des fonds géochimiques naturels	21
5.4. évaluation du stock de micropolluants de l'Avène et perspectives de remédiation ..	21
5.5. impact qualitatif de l'Avène sur les masses d'eau en contact avec elle : eaux superficielles et souterraines	22
5.6. niveau de toxicité auquel sont exposés les écosystèmes aquatiques	23

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Ce rapport est une synthèse de l'étude des **pressions polluantes** affectant le bassin versant de l'**Avène**.

Affluent rive gauche du Gardon d'Alès en aval de l'agglomération d'Alès dans le département du Gard, l'Avène est soumise à de fortes pressions polluantes dont les principales sont liées au passé minier du bassin versant (mine de Mercoirol, bassin des boues rouges de Séguoussac), à la forte activité industrielle qui s'y est développée (plateforme chimie de Salindres qui regroupe notamment les usines d'Axens et de Rhodia-Solvay) et à l'occupation urbaine (5 stations d'épuration : Laval-Pradel, Rousson Pont d'Avène, Rousson Saut-du-Loup, Salindres, Saint-Privat-des-Vieux).

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 le contrat de rivière et un PAPI de 2^{ème} génération, 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, et 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 ».

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

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

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 implantées 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).

Les 4 campagnes de mesures ont été réalisées aux dates suivantes : 18-20/08/2014, 17-19/11/2014, 23-24/02/2015 et 18-20/05/2015;

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).

Les 4 campagnes de mesures ont été réalisées aux dates suivantes : 3/11/2015, 14 /12/2015, 3-4/03/2016 et 13 /06/2016.

Les cartes des pages suivantes présentent 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.

2.2.1. Paramètres analysés

Les paramètres physico-chimiques analysés ont été répartis par groupes :

- **mesures in situ** sur eau de 5 paramètres effectuées à l'aide de sondes portatives : température, pH, conductivité, oxygène dissous, pourcentage de saturation en oxygène,
- **20 paramètres chimiques de base de l'eau** : matières en suspension, matières organiques, azote, phosphore, chlorophylle a... et **10 paramètres sur les sédiments** ;
- **bactériologie** des eaux (3 paramètres) : coliformes, *Escherichia coli*, entérocoques,
- **22 métaux dans les eaux, 22 dans les sédiments et 15 dans les bryophytes** ;
- **628 pesticides dans les eaux et 320 dans les sédiments** ;
- **134 micropolluants organiques dans les eaux et 128 dans les sédiments** ;
- **EDTA** dans les **eaux** et dans les **sédiments**

En complément de ces analyses chimiques, ont également 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**.

La nature des analyses, donc les groupes de paramètres à analyser, ont été adaptés aux pollutions suspectées et aux conditions climatiques (assecs). Ce programme de suivi a été défini par le maître d'ouvrage en lien avec le Comité de pilotage et a été revalidé en début de prestation.

2.3. APPRECIATION DE LA QUALITE DES EAUX

L'appréciation du niveau de qualité des eaux au regard d'un paramètre se base sur la comparaison de la concentration de ce composé (mg/l ou µg/l) avec des référentiels ou des normes de qualité. Ont notamment été utilisées :

- les normes de qualité environnementale (NQE) définies par l'Union européenne et par la France dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau et reprises par des arrêtés nationaux. Il s'agit de 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 ».
- lorsque ces normes n'existaient pas, aux « Valeurs Guides Environnementales », établies par l'INERIS et/ou aux 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), notamment pour les sédiments et les bryophytes.

3. SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

3.1.1. 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 le tableau suivant qui présente les caractéristiques des stations d'épuration collectives du bassin versant.

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 équ.-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

3.1.2. Fond géochimique et activités minières

3.1.2.1. 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.

De par la nature géologique de son sous-sol, la partie amont du bassin versant de l'Avène (stations 1 et 3), pourrait avoir un fond géochimique élevé en baryum (Ba), arsenic (As), nickel (Ni) et antimoine (Sb).

3.1.2.2. Activités minières

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. Les deux sites d'exploitation sont aujourd'hui fermés : le site souterrain de Panissières et la mine découverte de Mercoirol.

La zone de Panissières appartient à la concession C6 des HBCM (Houillères de Bassin Centre et du Midi) dite de la Grand Combe Est qui 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.

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. 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.

3.1.3. Activités industrielles

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

3.1.3.1. Plateforme chimie

Le site historique de Péchiney est actuellement occupée par les sociétés Rhodia-Solvay, Axens :

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

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.

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 ces 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.

3.1.3.2. Site industriel de Salindres

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.

3.1.4. 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.

4. RESULTATS DES ANALYSES PRATIQUES

4.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE BASE ET MACROPOLLUTION

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 **nitrates** (NO₃), 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" 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 hydraulité. 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** (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.

Nous répertorions dans le tableau suivant, par secteur géographique, les sources de pollution pouvant être à l'origine des déclassements mentionnés ci-dessus. Cette liste n'a toutefois 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.

Le cours d'eau souffre 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.

Physico-Chimie et macropollution :

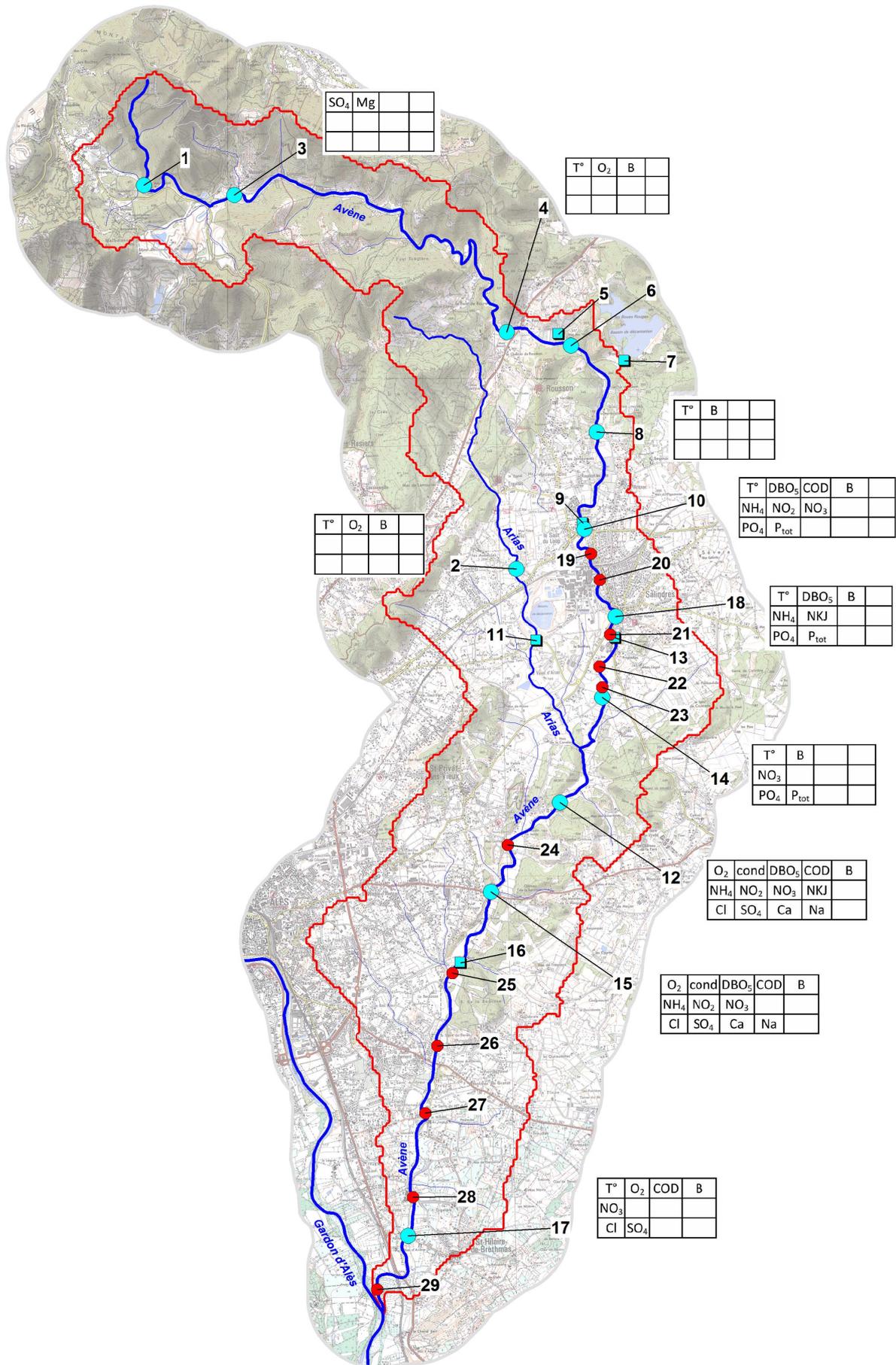
L'Avène est marquée par son caractère méditerranéen sec qui permet très peu de dilution des rejets, ce qu'illustre l'impact significatif de la pourtant petite et récente STEP du Pont d'Avène.

Les apports des différents rejets en nutriments (azote et phosphore) sont pénalisants pour le milieu qui est sujet à l'eutrophisation, couplée à des hausses de températures, phénomènes défavorables pour le biotope.

La plateforme chimie génère un flux de sels (chlorures, sulfates) qui déclassent la masse d'eau et génèrent des conductivités importantes à l'étiage.

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					



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)		



4.2. BACTERIOLOGIE DES EAUX

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** bien qu'ils 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 aussi être incriminés**. 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 ?)									

4.3. METAUX DANS LES EAUX, LES SEDIMENTS ET LES BRYOPHYTES

L'analyse **géologique** laissait présager la présence 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 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 et zinc 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.

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								Géoch imie		
Bore		Géochimie 34 µg/l						Nappe	Géoch imie	GIE		
Cadmium								Nappe		GIE ?		
Chrome							?				?	
Cobalt		?						Nappe		GIE		
Cuivre		Géochimie						Nappe			GIE Agri ?	
Etain								Industries STEP Salindres ?				
Mercure		Géochimie			?					GIE		
Molybdène										GIE		
Nickel		Géochimie		STEP Pont- d'Avène						GIE		
Plomb		Géochimie								Géoch imie		
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 ou, 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*

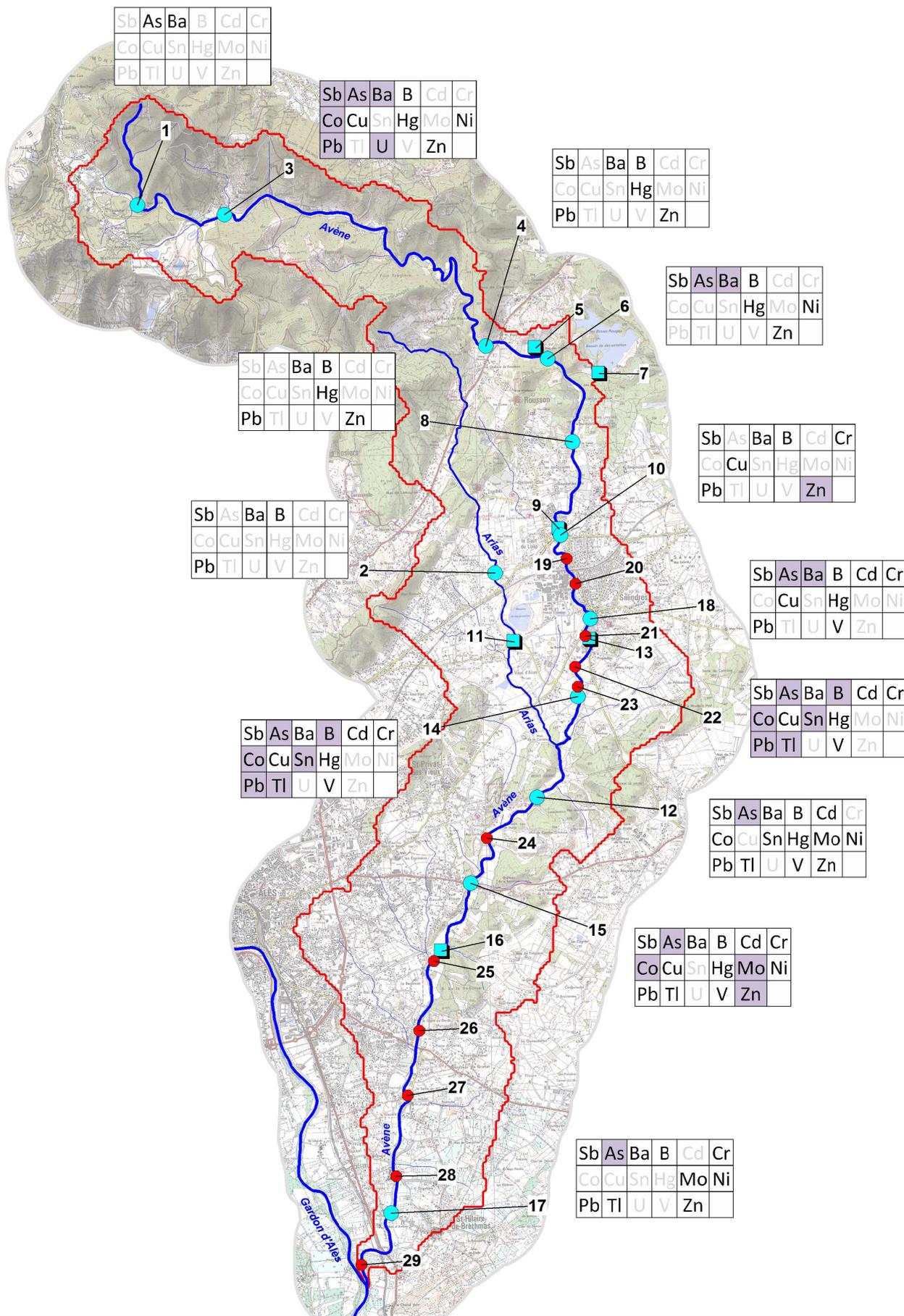
Nom : *source de pollution probable. Nom ? : source de pollution à confirmer. En gras : flux > 50 % de la somme des rejets mesurés sur le bassin versant*

? : *aucune source de pollution clairement identifiée*

Métaux :

L'Avène présente un fonds géochimique naturellement riche en métaux, enrichi principalement par la plateforme chimique (via son rejet ou les percolations du site). Des anomalies sont détectées sur la station d'épuration de Pont d'Avène.

Les normes environnementales sont dépassées pour les paramètres arsenic et zinc et les « valeurs guides » pour le baryum, le nickel, le thallium, l'uranium, le vanadium ainsi que pour le molybdène.



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
- Limites du bassin versant de l'Avène
- 4 Station de prélèvement (code station)

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



4.4. PESTICIDES DANS LES EAUX ET LES SEDIMENTS

La contamination de l'Avène par les pesticides est réelle puisque une quarantaine de molécules différentes ont été identifiées **mais elle 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 (NQE) 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.

Pesticides :

Une quarantaine de molécules ont été détectées mais à des concentrations modérées.

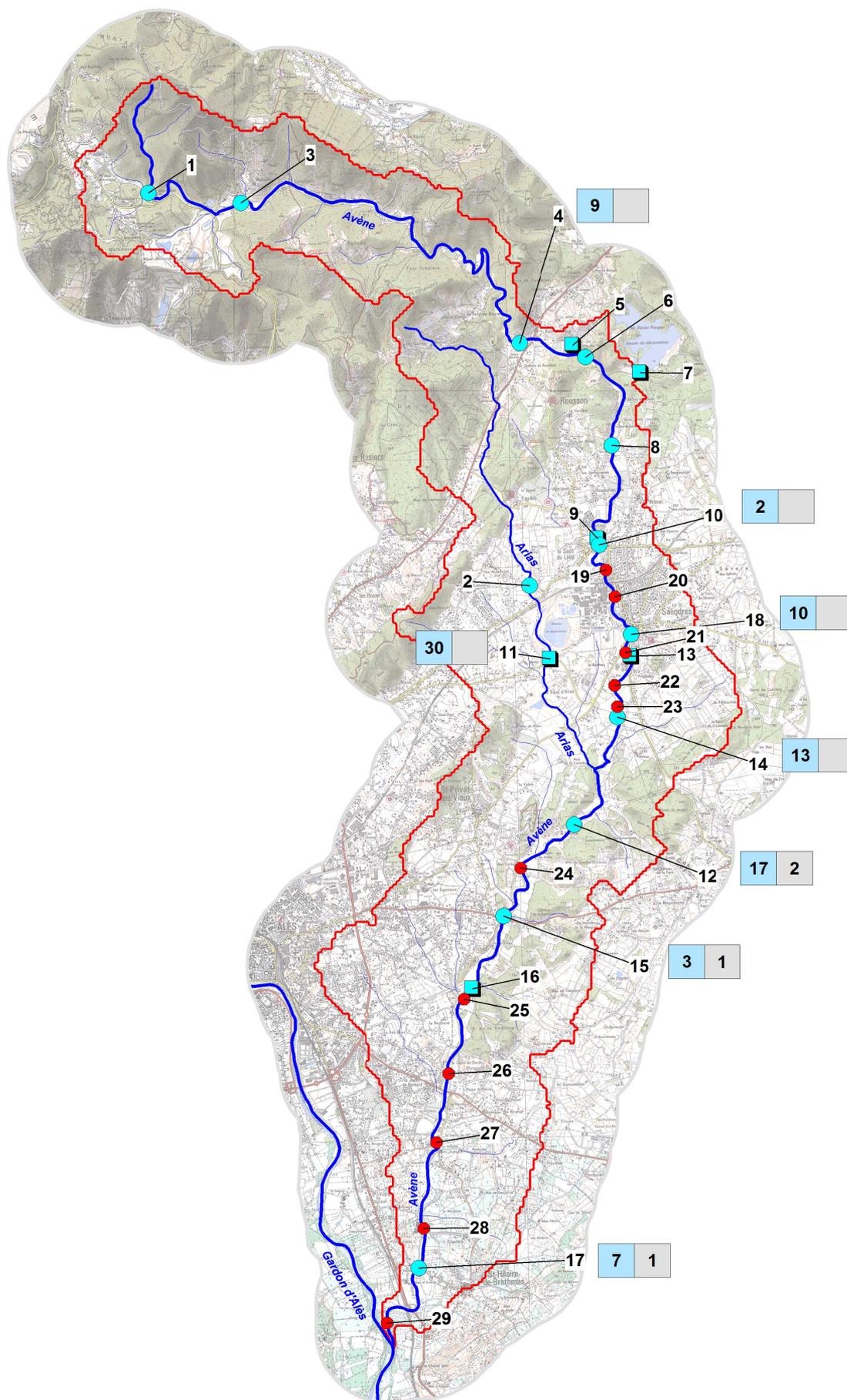
Les résultats ne traduisent pas de problématique marquante, mais soulèvent des anomalies, notamment sur la pollution à la sortie des gorges karstiques (Pont d'Avène).

4.5. MICROPOLLUANTS ORGANIQUES DANS LES EAUX ET LES SEDIMENTS

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 :

- 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)phthalate (DEHP)** 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.



Sources : données SMAGE 2016, Scan25 IGN

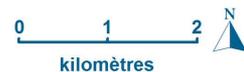
Cartographie : Aquascop, 2016

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



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)**, présents un peu partout, mais qui s'accumulent préférentiellement dans les sédiments de la station 10 située en aval de la STEP de Rousson - Saut-du-Loup ;
- les **polychlorobiphényles (PCB)** qui 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.

Micro-polluants organiques :

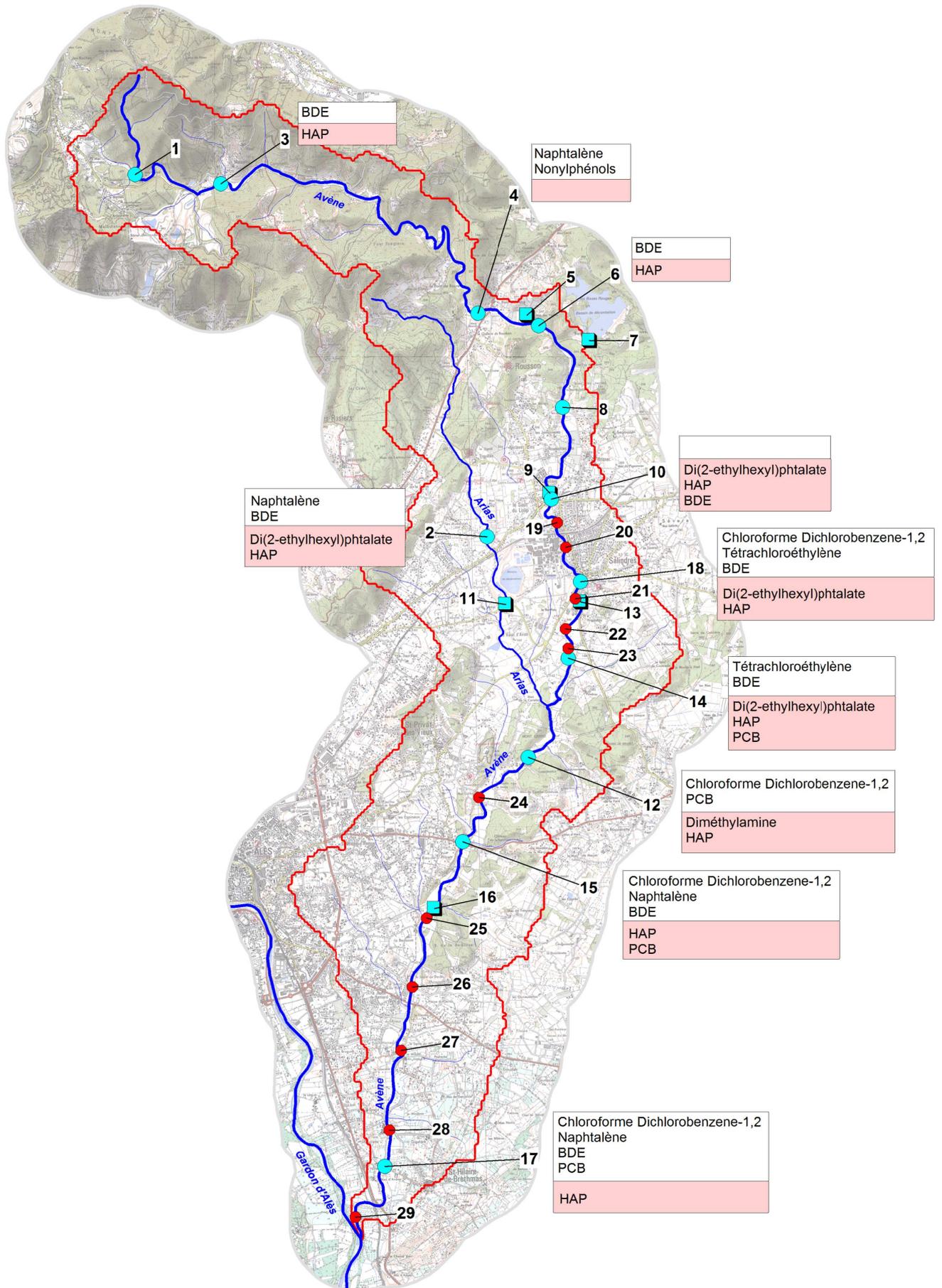
L'Avène présente des concentrations anormales en plusieurs micropolluants organiques, sans que les sources soient clairement identifiables. Parmi les paramètres concernés, on citera : le DEHP dans l'eau, les HAP, le BDE ou les PCB dans les sédiments.

Les concentrations en PCB sont les plus problématiques.

4.6. EDTA DANS LES EAUX ET LES SEDIMENTS

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.



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
- Station de prélèvement sur rejet

Dégradations constatées de la qualité de l'eau ou des sédiments (voir rapport)

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



4.7. DIATOMÉES BENTHIQUES

L'étude des peuplements de diatomées 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 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 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. 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.

4.8. OLIGOCHETES

L'étude des oligochètes réalisée en année 1 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).

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.

Oligochètes et diatomées, les analyses biologiques :

Les analyses biologiques ont confirmé la tension créée par les pollutions organiques sur l'écosystème.

Cette charge organique relative masque les effets des polluants toxiques, mais l'analyse des peuplements et/ou des formes tératogènes n'a pas mis en évidence d'impact significatif des toxiques (métaux, pesticides...).

5. REPONSES AUX QUESTIONS DE L'ETUDE

Au-delà des investigations relatives à la recherche des sources de pollution et à l'analyse de leur contribution à la qualité des eaux, l'étude devait s'attacher à répondre aux sous-objectifs suivants :

5.1. SOURCES, CARACTERISATION ET DYNAMIQUE DE LA 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.**

5.2. SOURCES DES CONTAMINATIONS REMETTANT EN CAUSE L'ATTEINTE DU BON ETAT CHIMIQUE ET DU BON ETAT CHIMIQUE

Les tableaux suivants listent les dépassements du bon état écologique évoqués au chapitre précédent. Seules les stations indiquées par un numéro en gras sont situées sur le cours d'eau et sont concernées par le respect du bon état. Les autres stations concernent des rejets.

Paramètre	Site																		
O2 dissous				5				9	10			11	12	13		15	16		
Taux saturation en O ₂				5				9	10		2		12	13		15	16		
DBO ₅				5						18		11					16		
COD				5	6	7		9				11					16		
PO ₄				5	6			9	10	18			12	13	14		16		
Ptotal				5	6			9	10	18				13	14		16		
NH ₄				5	6			9	10	18		11	12	13		15	16		
NO ₂				5	6			9	10			11	12	13		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.

Paramètre	Site																			
Aminotriazole				4									11	12						
Chloroforme													11							
Cuivre				5																
Dichlorométhane													11							
Endosulfan													11	12						
Fluoranthène										18			11							
Hexachlorocyclohexane													11	12			15			
Métazachlore				4																
Arsenic				4	5	6	7	8		10	18		11	12		14	15		17	18
Zinc				4	5	6		8	9	10	18		11	12	13	14	15	16	17	18
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 deux **pesticides** (aminotriazole et méthazachlore) dont l'origine est indéterminée ;
- la station 18, située dans Salindres, a été contaminée lors d'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**. 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.

5.3. CARACTERISATION DES FONDS GEOCHIMIQUES NATURELS

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.

5.4. EVALUATION DU STOCK DE MICROPOLLUANTS DE L'AVENE ET PERSPECTIVES DE REMEDIATION

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 équivaudra 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.

5.5. IMPACT QUALITATIF DE L'AVÈNE SUR LES MASSES D'EAU EN CONTACT AVEC ELLE : EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

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, 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 de 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 et zinc + 0,9 µg/l. Ces valeurs sont inférieures aux NQE-MA (0,83 µg 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 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 situées à Saint-Hilaire-de-Brethmas (amont – RCS- code 06128000) et à Vézénobres (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 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.

5.6. NIVEAU DE TOXICITE AUQUEL SONT EXPOSES LES ECOSYSTEMES AQUATIQUES

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 tératogène 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 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.