Antenne SUD
Pist Oasis 3 – Bât A
Rue de la Bergerie
30319 ALES CEDEX
Tél : +33 (0)4.66.61.09.80
Fax : +33 (0)4.66.25.89.68

ETUDE ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE DETAILLEE DES ANCIENNES EXPLOITATIONS MINIERES DU BASSIN VERSANT DE L'OUVEZE (07)

RAPPORT S 2015/006DE - 15RHA24010

Date : 19/01/2015

ETUDE ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE DETAILLEE DES ANCIENNES EXPLOITATIONS MINIERES DU BASSIN VERSANT DE L'OUVEZE (07)

RAPPORT N 2015/006DE - 15RHA24010

Diffusion :

Aurélien LOUIS	B3S
Jehan GIROUD	Pôle Après-Mine Sud
Carole CHRISTOPHE	DREAL Rhône-Alpes
Rafik HADADOU	GEODERIS
Nicolas ZORNETTE	GEODERIS

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	J. ALBRECHT	Ph. BARANGER	C. VACHETTE
Visa			

Liste des personnes ayant participé à cette étude :

- GEODERIS : S. YART (investigations de terrain) ;
- INERIS : C. HULOT et F. RICHEZ (étude sanitaire et investigations de terrain) ;
- BRGM : F. BLANCHARD (expertise technique) et P. AUGER (Campagne de mesures Niton) ;
- Intervenant extérieur : A. GARIVET (investigations de terrain).

SOMMAIRE

1 Introduction 11
1.1 Contexte général de l'étude 11
1.1.1 Origine de la demande 11
1.1.2 Emprise de la zone d'étude 11
1.2 Méthodologie générale de l'étude 13
1.2.1 Rappel sur la règlementation 13
1.2.2 Démarche d'interprétation de l'état des milieux 14
1.2.3 Démarche IEM appliquée à l'évaluation des risques sanitaires 16
1.3 Démarche proposée par GEODERIS 19
2 Etude historique 21
2.1 Démarche de recueil d'informations 21
2.2 Exploitation minière 21
2.2.1 Secteur de Chaliac 22
2.2.2 Secteur de Privas 31
2.2.3 Secteur de Chamée 34
2.3 Photographies aériennes 35
3 Etude documentaire 37
3.1 Démarche de recueil d'informations 37
3.2 Contexte général 38
3.2.1 Géographie 38
3.2.2 Climatologie 39
3.2.3 Géologie 41
3.2.4 Hydrographie 43
3.2.5 Zones environnementales du bassin de l'Ouvèze 45
3.3 Contexte de la zone d'étude 45
3.3.1 Secteur de Flaviac 46
3.3.2 Secteur de Privas 50
3.3.3 Contextes communs aux secteurs de Privas et de Flaviac 53
3.4 Usages et enjeux 55
3.4.1 Population locale 55
3.4.2 Eaux souterraines 56
3.5 Observations de terrain 58
3.5.1 Eaux de surface 58
3.5.2 Sols 59

4 Sources de pollution et vecteurs de transfert potentiels 63
4.1 Sources 63
4.2 Vecteurs de transfert 67
5 Schéma conceptuel préliminaire 69
6 Investigations 73
6.1 Préambule 73
6.2 Plan d'échantillonnage 74
6.2.1 Présentation 74
6.2.2 Environnement local témoin 74
6.3 Matériels et méthodes 77
6.3.1 Laboratoire 77
6.3.2 Protocoles de prélèvement 77
6.3.3 Protocole de mesures Niton 78
6.4 Localisation des points de prélèvement 81
6.4.1 Résidus 81
6.4.2 Sols 81
6.4.3 Eaux 81
6.4.4 Sédiments 81
6.4.5 Végétaux 81
7 Résultats bruts 87
7.1 Sol et résidus 87
7.1.1 Résultats bruts 87
7.1.2 Synthèse des données 87
7.1.3 Figures 91
7.1.4 Autres paramètres analysés 94
7.2 Lixiviats 95
7.3 Eaux de surface et sédiments 96
7.3.1 Résultats bruts 96
7.3.2 Synthèse des données 96
7.4 Végétaux potagers 104
7.5 Caractérisation semi-quantitative par mesures *in situ* NITON® 104
7.5.1 Mesures et analyses Niton 104
7.5.2 Orientation des échantillonnages sur site 105
7.5.3 Confrontation mesures - analyses 105
8 Interprétation de l'état des milieux en termes sanitaires 107
8.1 Introduction 107
8.2 Schéma conceptuel 107

8.2.1 Schéma conceptuel préliminaire 107
8.2.2 Schéma conceptuel révisé 108
8.2.3 Investigations de terrain 110
8.3 Interprétation des résultats....111
8.3.1 Synthèse....111
8.3.2 Comparaison des teneurs analysées 111
8.3.3 Calculs de risques sanitaires....113
9 Interprétation de l'état des milieux en termes environnementaux....121
9.1 Sédiments....121
9.1.1 Ouvèze 121
9.1.2 Lagau....123
9.1.3 Erries et Vendèze....123
9.2 Eaux de surface....124
9.2.1 Données règlementaires 124
9.2.2 Comparaison aux environnements locaux témoins 126
9.2.3 Qualité et usages 126
9.3 Faune et flore protégées....128
9.4 Sols....129
9.5 Cas particuliers des résidus de la petite laverie et du filon Juliette 130
9.5.1 Petite laverie 130
9.5.2 « Filon Juliette »....131
10 Incertitudes....133
10.1 Echantillonnage 133
10.2 Caractérisation de l'environnement local témoin 134
10.3 Analyses chimiques 135
10.4 Caractérisation des risques sanitaires....135
11 CONCLUSIONS et RECOMMANDATIONS....137
11.1 Conclusions de l'impact des anciennes exploitations minières sur le bassin versant de l'Ouvèze 137
11.1.1 Sources primaires de contamination 137
11.1.2 Conclusions de l'étude sanitaire....138
11.1.3 Conclusions de l'étude environnementale 139
11.2 Recommandations....139
11.2.1 Localisation des zones 140
11.2.2 Mesures prioritaires....142
Bibliographie 145

GLOSSAIRE

AEP	Alimentation en eau potable
ARS	Agence régionale de santé
As	Arsenic
BE	Basses eaux
BRGM	Bureau de recherche géologique et minière
BSS	Base du sous-sol
Cd	Cadmium
COT	Carbone organique total
CSP	Code de santé publique
Cu	Cuivre
DDE	Direction départementale de l'équipement
DCE	Directive cadre sur l'eau
DJE	Dose journalière d'exposition
DMA	Drainage minier acide
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
ELT	Environnement local témoin
EQRS	Evaluation quantitative des risques sanitaires
ERI	Excès de risque individuel
Fe	Fer
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCT	Hydrocarbures totaux
HE	Hautes eaux
ICP/AES	Inductively coupled plasma / Atomic emission spectroscopy
IEM	Interprétation de l'état des milieux
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INSEE	Institut nationale de la statistique et des études économiques
LOD	Limit of detection
LQ	Limite de quantification
MB	Matière brute
MEDDE	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
NQE	Normes de qualité environnementales
Pb	Plomb
PLU	Plan local d'urbanisme
PNR	Parc naturel régional
PPM	Partie par million
PPRi	Plan de prévention des risques naturels d'inondation
QD	Quotient de danger
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SEBP	Syndicat des eaux du bassin de Privas
SI	Site inscrit
SIC	Site d'intérêt communautaire
SPCGD	Service de prévention des crues du grand delta
VTR	Valeurs toxicologiques de référence
ZICO	Zone importantes pour la conservation des oiseaux
Zn	Zinc
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et florique

TABLEAUX

Tableau 1 : Communes du bassin versant de l'Ouvèze concernées par des concessions minières....13

Tableau 2 : Paramètres conditionnant une EQRS réfléchie....18

Tableau 3 : Synthèse du recueil d'informations de l'étude historique....21

Tableau 4 : Données de production de la concession de Chaliac entre 1899 et 1908. 24

Tableau 5 : Récapitulatif des dates de service des laveries de la concession de Chaliac [4] [5] ...24

Tableau 6 : Statuts juridiques des concessions du secteur de Privas....31

Tableau 7 : Synthèse du recueil d'informations de l'étude documentaire....37

Tableau 8 : Historique des crues du bassin versant de l'Ouvèze....44

Tableau 9 : Sources potentielles de contamination primaires et secondaires d'origine minière identifiées dans le bassin de l'Ouvèze....66

Tableau 10 : Vecteurs de transfert eaux dentifiés dans le bassin de l'Ouvèze....67

Tableau 11 : Détail des échantillons prélevés durant les investigations de terrain....73

Tableau 12 : Description des points définissant les environnements locaux témoins (HE : hautes eaux)....76

Tableau 13 : Teneurs maximales en métaux et métalloïdes dans les environnements témoins du bassin de l'Ouvèze....77

Tableau 14 : Protocoles de prélèvements des échantillons....79

Tableau 15 : Teneurs relevées dans l'écoulement provenant de la paroi du Filon Juliette....103

Tableau 16 : Comparaison des gammes de valeurs entre mesures Niton et analyses en laboratoire sur la concession de Chaliac....106

Tableau 17 : Concentrations dans les sols de surface retenues pour les calculs de risques sanitaires (scénario ingestion de sol) en mg/kg de matière sèche....108

Tableau 18 : Localisation des prélèvements et résultats analytiques par matrice....110

Tableau 19 : Types de végétaux prélevés....110

Tableau 20 : Comparaison des teneurs relevées dans les différentes matrices à l'environnement local témoin et les teneurs règlementaires....112

Tableau 21 : Limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine....113

Tableau 22 : Synthèse des VTR sélectionnées....113

Tableau 23 : Valeurs des paramètres d'exposition pour l'enfant....114

Tableau 24 : Valeurs des paramètres d'exposition pour l'adulte....115

Tableau 25 : Synthèse des calculs de risques pour les substances avec des effets à seuil (Quotient de Danger- QD) pour les différents scénarios et zones étudiés....116

Tableau 26 : Synthèse des calculs de risques pour les substances avec des effets sans seuil (ERI) pour les différents scénarios et zones étudiés....117

Tableau 27 : Résultats des calculs de risques pour les hydrocarbures (n.c. = non concerné pour un calcul de risque en l'absence de VTR)....118

Tableau 28 : Synthèse des résultats des calculs de risques pour la zone de Chaliac....119

Tableau 29 : Synthèse des résultats des calculs de risques pour la zone de Chamée 120
Tableau 30 : NQE définies par l'arrêté du 25 janvier 2010.....124
Tableau 31 : Synthèse de l'étude sur la qualité et les usages du Lagau et de l'Ouvèze 127
Tableau 32 : Evaluation de la vulnérabilité des zones environnementales aux contaminations dues aux anciennes exploitations minières.....129
Tableau 33 : Gammes d'incertitudes sur les métaux et métalloïdes dans les différentes matrices investiguées 135
Tableau 34 : Synthèse des concentrations maximales et minimales des sources de contamination primaires identifiées et analysées 137
Tableau 35 : Synthèse des conclusions de l'étude sanitaire.....138
Tableau 36 : Synthèse de la compatibilité des sites avec les usages, du point de vue environnemental 139
Tableau 37 : Mesures simples à mettre en œuvre en priorité 142
Tableau 38 : Plan de gestion des résidus recommandé comme mesure prioritaire 143
Tableau 39 : Etudes et mesures à mener si nécessaire et à moyenne échéance.....144

FIGURES

Figure 1 : Emprise de la zone d'étude 12
Figure 2 : Démarches de gestion de sites pollués (source : MEDDE 2007) 14
Figure 3 : Principe d'élaboration d'un schéma conceptuel dans une IEM 15
Figure 4 : Schéma conceptuel général d'exposition des personnes à un site pollué (source : INERIS) 15
Figure 5 : Intervalles de gestion donnés par la grille de calculs de l'IEM (source : MEDD, 2007) 17
Figure 6 : Localisation des secteurs décrits dans les historiques miniers 22
Figure 7 : Localisation des ouvrages de la concession de Chaliac 24
Figure 8 : Photographie des tables de Likenbach dans la grande laverie de Chaliac 26
Figure 9 : Emplacement des bassins de décantation 27
Figure 10 : Stratifications du dépôt de la petite laverie 27
Figure 11 : Localisation actuelle des dépôts de résidus de la concession de Chaliac 28
Figure 12 : Schéma des installations de surface de la concession de Chaliac [6] 29
Figure 13 : Photographie de la grande laverie de Chaliac vers l'ouest (vers 1907) 30
Figure 14 : Localisation de la zone d'infiltration de l'Ouvèze dans les travaux souterrains 33
Figure 15 : Localisation des ouvrages dans le secteur de Privas 33
Figure 16 : Plan des travaux miniers de la concession de Flaviac 35
Figure 17 : Carte topographique de l'Ardèche (source : site internet cartes-topographiques.fr) 38
Figure 18 : Relevé des températures à Montélimar en 2012 et 2013 40
Figure 19 : Précipitations moyennes-station de Chomérac entre janvier 2012 et juin 2013 (source Météo France) 40
Figure 20 : Contexte géologique du bassin versant de l'Ouvèze (sources : Infoterre-BRGM et BRGM) 42
Figure 21 : Variations du débit de l'Ouvèze au Pouzin (source : Banque hydro du ministère de l'écologie et du développement durable, station du Pouzin) 43
Figure 22 : Extrait des cartes géologiques du Crest (feuille n° 842) et de Privas (feuille n° 841, version projet) au 1/50 000e 47
Figure 23 : Extrait du PLU de Flaviac – 2006 49
Figure 24 : Extrait du PLU de Flaviac-exploitation de Chamée – 2006 50
Figure 25 : Coupe schématique N-S du secteur de Privas [7] 50
Figure 26 : Extrait de la carte géologique de Privas au 1/50 000e (feuille n°841, version projet) ..51
Figure 27 : Situation paléogéographique du minerai de fer de Privas. Source [8] 52
Figure 28 : Direction des vents station de Montélimar, Ardèche (source : données Météo France) 53
Figure 29 : Extrait du rapport d'Iris consultants (2011) indiquant les concentration en métaux du bassin 54

Figure 30 : Répartition de la population de la commune de Flaviac entre 1968 et 2009 55
Figure 31 : Répartition des établissements publics de la commune de Flaviac au 31-12-10 55
Figure 32 : Recensement des captages AEP portés à connaissance dans les communes du bassin de l'Ouvèze (source : ARS Rhône-Alpes, août 2012).....56
Figure 33 : Localisation des captages AEP du bassin de l'Ouvèze.....57
Figure 34 : Localisation des prélèvements d'eau observés dans le Lagau 58
Figure 35 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes de Chaliac 60
Figure 36 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes de Chamée.....61
Figure 37 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes du filon Juliette 61
Figure 38 : Départ de résidus depuis les grands bassins vers le Lagau 63
Figure 39 : Localisation des prélèvements de résidus.....82
Figure 40 : Localisation des prélèvements de sols.....83
Figure 41 : Localisation des prélèvements d'eau de surface.....84
Figure 42 : Localisation des prélèvements de sédiments.....85
Figure 43 : Localisation des prélèvements de végétaux.....86
Figure 44 : Travertin (image de gauche) et résidus dans l'Erries (image de droite).....88
Figure 45 : Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols de surface de Chaliac en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales).....89
Figure 46 : Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols profonds de Chaliac en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales).....89
Figure 47 : Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols de l'Ouvèze en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales).....90
Figure 48 : Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols de surface de Chamée en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales).....90
Figure 49 : Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les sols de surface (0-2 cm) de Chaliac.....92
Figure 50 : Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les sols profonds (2-10 cm et 0–1 m) de Chaliac 93
Figure 51 : Drainage minier acide du Terril de Pansier 95
Figure 52 : Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les eaux (éléments totaux) et dans les sédiments du Lagau 98
Figure 53 : Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les eaux du Lagau (éléments dissous).....99
Figure 54 : Répartition des concentrations en métaux et métalloïdes dans les eaux (éléments totaux) et les sédiments de l'Ouvèze. 101
Figure 55 : Répartition des concentrations en métaux et métalloïdes dans les eaux (éléments dissous) de l'Ouvèze.....102
Figure 56 : Localisation des mesures Niton au sein du bassin versant de l'Ouvèze.....105

Figure 57 : Localisation des zones décrites dans le Tableau 17 109
Figure 58 : Représentation des concentrations (mg/kg de matière sèche) en fer, plomb, zinc, antimoine, arsenic cuivre et cadmium dans les sédiments de l'Ouvèze.....121
Figure 59 : Localisation des résidus et bassins de décantation sur la zone de Chaliac 140
Figure 60 : Schéma (sans échelle) de la zone de la petite laverie 140
Figure 61 : Localisation des zones de Chamée concernées par les recommandations de GEODERIS 141
Figure 62 : Localisation de l'écoulement issu de la paroi du Filon Juliette 141

Mots clés : Ouvèze, interprétation de l'état des milieux, étude sanitaire, mesures Niton, plomb

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte général de l'étude

1.1.1 Origine de la demande

Afin de se conformer aux exigences de l'article 20 de la directive européenne 2006/21/CE du 15 mars 2006 et aux décisions associées 2009/337/CE, 2009/359/CE et 2009/360/CE, le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) a confié à GEODERIS la mission d'inventaire des résidus miniers présents sur le territoire français.

Les résultats de cet inventaire, publiés au printemps 2012, comprennent une liste de secteurs susceptibles de présenter un risque significatif pour la santé humaine et l'environnement et qui nécessitent donc une étude environnementale détaillée concluant sur des mesures de gestion, si nécessaire.

Parmi ces secteurs a été identifié celui de Chaliac, comprenant le bassin versant de l'Ouvèze. L'inventaire a conclu à un classement en D[1] du secteur, signifiant qu'au moins l'un des dépôts de ce secteur est susceptible de « *présenter un risque significatif pour la santé humaine et l'environnement. Le secteur nécessite donc une étude environnementale détaillée permettant d'apprécier le degré de gravité éventuelle vis-à-vis des enjeux* » [1]. Le dépôt à l'origine du classement en D est situé sur la concession de Chaliac, il est connu sous le nom de « Terril de Pansier ».

L'Ouvèze est un cours d'eau notoirement contaminé, diverses industries et anciennes exploitations minières le jalonnant. Ainsi, l'étude des seuls dépôts de la concession de Chaliac ne suffit pas à évaluer l'impact des anciennes exploitations minières du secteur, c'est pourquoi l'emprise de la zone d'étude comprend la totalité du bassin versant de l'Ouvèze et des anciennes concessions minières situées en bordure ou à proximité de celui-ci.

Sur demande de la DREAL Rhône-Alpes (cf. annexe 1), une étude environnementale détaillée a donc été prévue au programme 2012 de GEODERIS (cf. fiche programme n° RHA 2.4.10). Cette étude doit viser à établir la compatibilité des sites avec les usages qui en sont faits. L'étude se base sur les méthodologies ministérielles de 2007 et plus particulièrement sur celle de l'interprétation de l'état des milieux (IEM).

Ce rapport concerne les investigations de terrain de 2012 et 2013 et les données collectées en 2013. Il se base sur les documents et données antérieurs à 2014.

1.1.2 Emprise de la zone d'étude

La zone d'étude se situe dans la partie est du département de l'Ardèche, en région Rhône-Alpes. Son emprise comprend l'ensemble du bassin versant de l'Ouvèze, qui s'étend d'ouest en est, depuis le Col de l'Escrinet jusqu'au Pouzin où l'Ouvèze se jette dans le Rhône. Le bassin versant s'étend sur une surface de 125 km² environ et concerne seize communes (cf. Figure 1).

[1] Sur une échelle de A (secteurs ne présentant pas de risques significatifs) à E (secteurs susceptibles de présenter des risques pour la santé humaine et l'environnement et nécessitant une étude détaillée urgente).

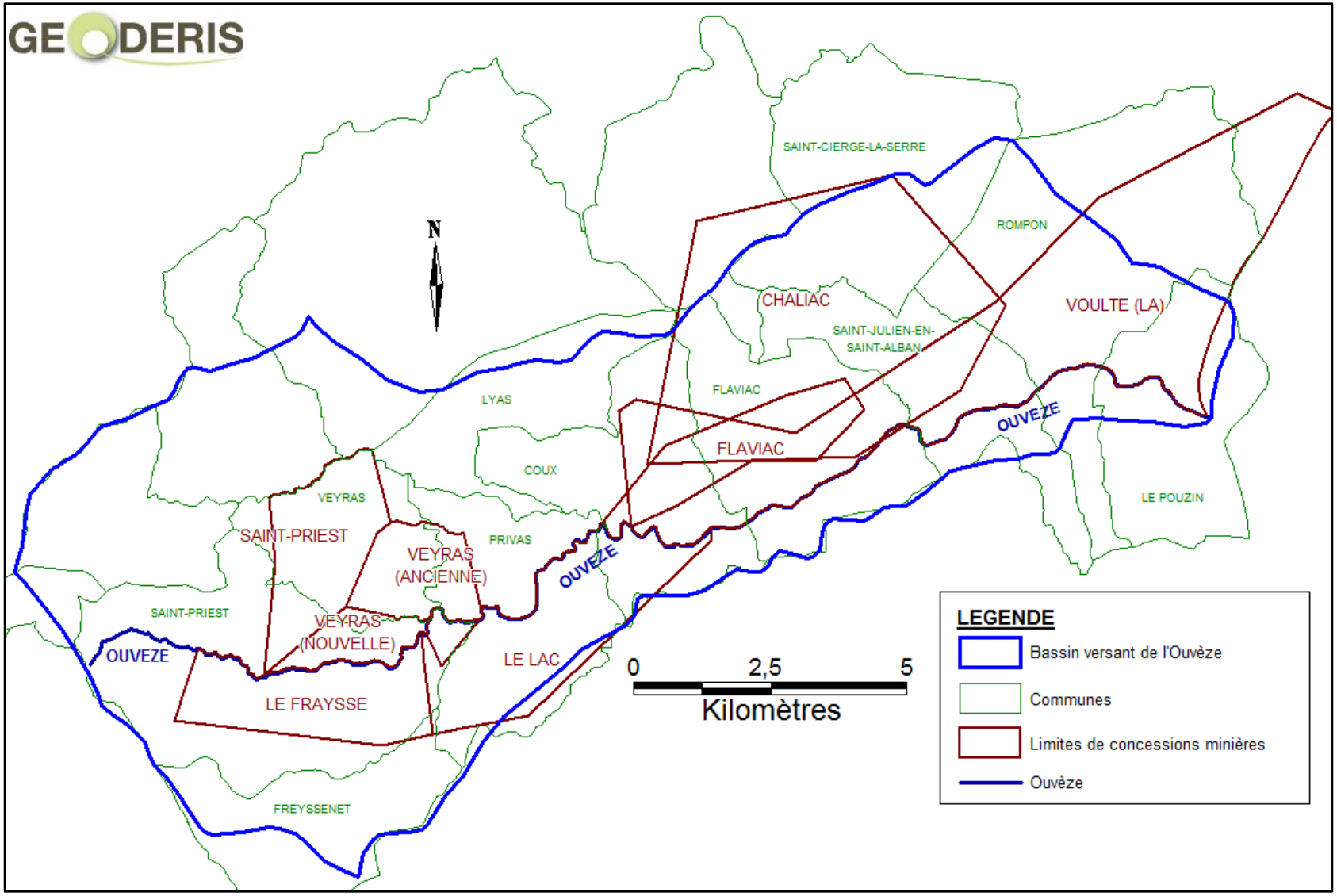


Figure 1: Emprise de la zone d'étude

Huit concessions minières sont présentes dans le bassin versant de l'Ouvèze, concédées pour des exploitations de fer carbonaté, de plomb argentifère et de pyrite. Elles intersectent diverses communes listées dans le Tableau 1.

Concessions minières	Substances exploitées	Communes concernées
St-Priest	Fer	St-Priest et Veyras
Veyras (Ancienne)	Fer	Veyras et Privas
Veyras (Nouvelle)	Fer	Veyras, St-Priest et Privas
Flaviac	Pyrite	Flaviac et Coux
Chaliac	Plomb	Flaviac, St-Julien-en-St-Alban, Rompon, Coux, St-Vincent-de-Durfort et St-Cierge-la-Serre
Le Fraysse	Fer	St-Priest et Freyssenet
Le Lac	Fer	Privas, St-Priest et Coux
La Voulte	Fer	Rompon, Le Pouzin, St-Julien-en-St-Alban, Flaviac et Coux

Tableau 1: Communes du bassin versant de l'Ouvèze concernées par des concessions minières

1.2 Méthodologie générale de l'étude

1.2.1 Rappel sur la règlementation

La législation encadrant les sites et sols pollués et les outils de gestion afférant sont issus d'une note ministérielle du 8 février 2007 intitulée « Sites et sols pollués – Modalités de gestion et de réaménagement des sites et sols pollués » [2] (Bulletin officiel du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie-MEDDE, n° 13 du 15 juillet 2007).

L'annexe 2 de cette note donne des directives quant à la gestion d'un site pollué, directives suivies pour l'étude des problématiques sanitaires et environnementale du bassin de l'Ouvèze.

En cohérence avec les dispositifs de gestion sanitaire et environnementale, et en application des principes de la politique de gestion des risques suivant l'usage, deux démarches de gestion ont été définies par le ministère (voir Figure 2) :

- La démarche d'**Interprétation de l'état des milieux** (IEM)
  Elle vise à s'assurer que l'état des milieux est compatible avec des usages déjà fixés ;
- Le **plan de gestion**
  Il est mis en place lorsque la situation permet d'agir aussi bien sur l'état du site (par des aménagements ou des mesures de dépollution) que sur les usages qui peuvent être choisis ou adaptés.

L'interprétation de l'état des milieux repose sur un bilan factuel de l'état du site au moment de l'étude. Elle identifie les enjeux et définit les risques aux moyens de collectes de données et d'investigations de terrain.

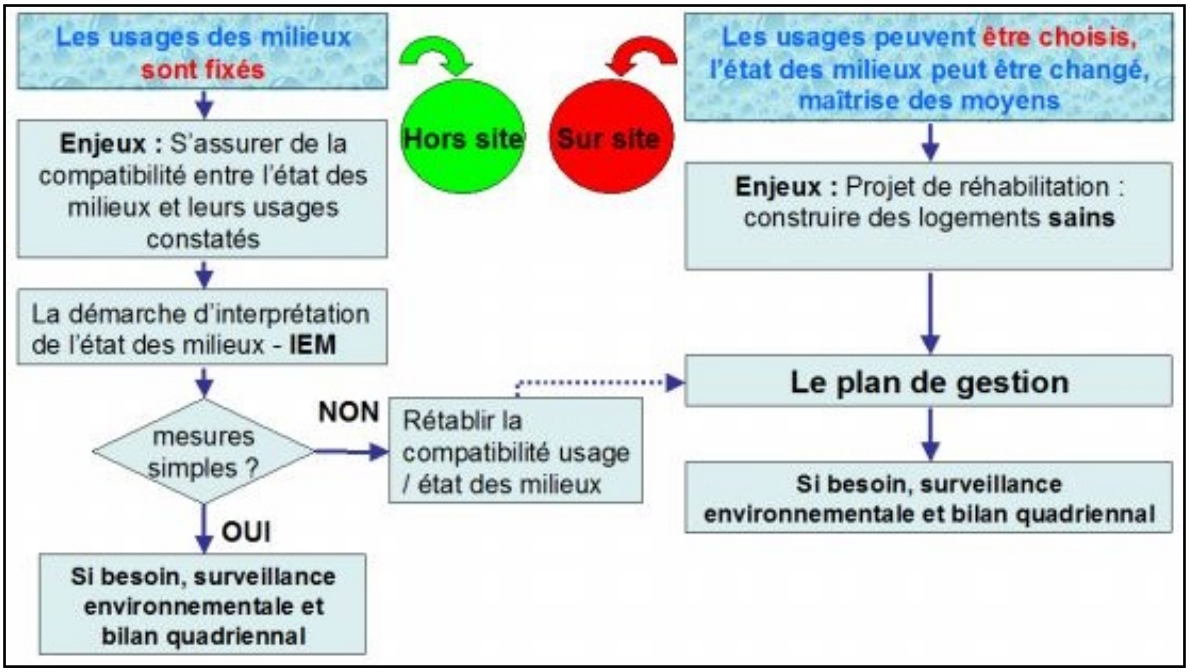


Figure 2: Démarches de gestion de sites pollués (source : MEDDE 2007)

1.2.2 Démarche d'interprétation de l'état des milieux

La démarche d'IEM a pour objectif de différencier trois types de situation :

- les milieux qui ne nécessitent aucune action particulière ;
- les milieux qui peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés ;
- les milieux qui nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion.

La définition de ces situations se fait au regard de l'état de contamination des sites, des vecteurs de transfert, des modes d'exposition identifiés et des usages constatés sur les sites et dans leur environnement. Cette méthode repose sur l'établissement d'un schéma conceptuel qui précise les relations entre les sources de pollution primaires et secondaires, les milieux de transfert et leurs caractéristiques, l'étendue des pollutions, les usagers des sites et les ressources naturelles à protéger.

Ce schéma repose sur (cf. Figure 3) :

- des études historiques qui visent à déterminer les usages et évènements passés (stockage de matériaux contaminants, accidents etc.) ;
- des études documentaires ; elles permettent d'identifier les études pertinentes pour l'IEM ;
- des études de vulnérabilité dont le but est d'identifier les usages ;
- des visites de sites qui permettent d'identifier les sources de contamination, les vecteurs de transfert, les modes d'exposition et les usages ;
- des diagnostics dont le but est d'évaluer l'état du site.

A ce stade est dressé un schéma conceptuel préliminaire guidant les investigations de terrain.

Le schéma conceptuel préliminaire est ensuite revu et corrigé en fonction des résultats des analyses de terrain.

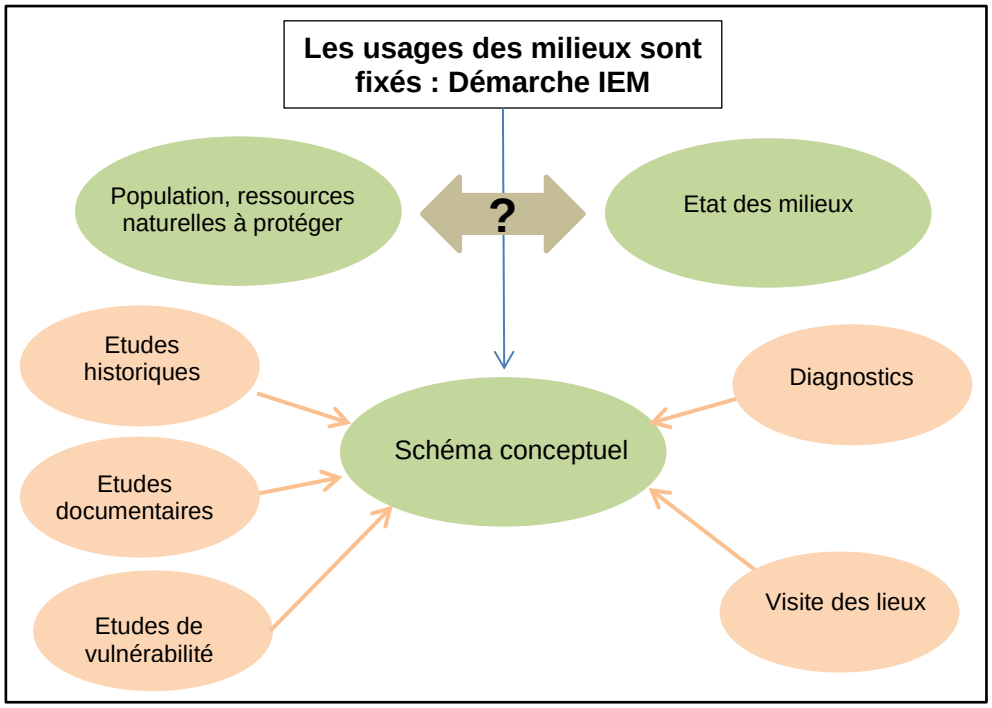


Figure 3: Principe d'élaboration d'un schéma conceptuel dans une IEM

Le schéma de principe permettant de déterminer un risque pour les enjeux est une approche source-vecteur-cible. La présence d'une source de contamination, de voies de transfert et de modes d'exposition permettant la mise en contact de cette source avec les enjeux, sont trois paramètres qui doivent exister simultanément pour que soit définit un risque (cf. Figure 4).

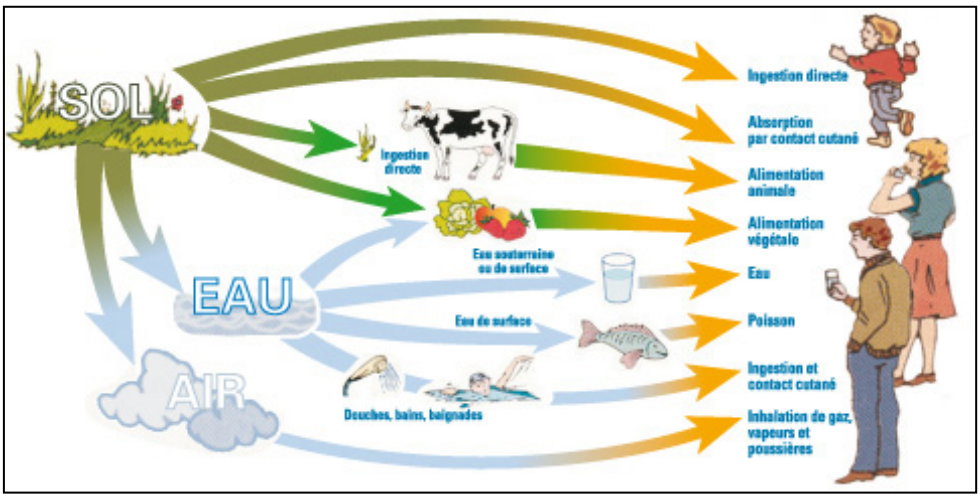


Figure 4: Schéma conceptuel général d'exposition des personnes à un site pollué (source : INERIS)

Les campagnes de terrain ont alors pour but d'évaluer le potentiel contaminant des sources, les capacités de transfert des milieux intermédiaires (eaux, végétaux, air etc.) voire d'évaluer l'impact réel sur les enjeux (prélèvements sanguins etc.). Ces évaluations se font au moyen de prélèvements :

- Source primaire : dépôts de résidus, sols contaminés etc. ;
- Source secondaire : sédiments, jardins potagers etc. ;
- Milieux de transfert et milieux d'exposition : eaux superficielles et/ou souterraines, air/poussières, végétaux, sols de promenade, sols cultivés etc.
- Environnement local témoin : échantillons témoins de comparaison.

Les concentrations relevées lors des investigations de terrain sont ensuite comparées :

- aux concentrations de l'**environnement local témoin** (ELT) ;
- aux **valeurs règlementaires de gestion** en cohérence avec les voies et les scénarios d'exposition identifiés dans le schéma conceptuel. Ces valeurs sont les suivantes pour la présente étude :
    - o Eaux potables
      Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux conditionnées, reprises dans l'article R1321-2 du Code de la Santé Publique (CSP) modifié par l'article 1e du décret n°2007-49, repris dans l'annexe I de l'arrêté du 11-01-2007. Par défaut, elles seront utilisées pour tout usage de ces eaux : une eau potable est réputée saine pour la consommation humaine et pour tous les autres usages domestiques ou assimilés ;
    - o Végétaux consommés
      Règlement CE précité règlement européen (CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié pour l'année 2011 par le règlement CE n°835/2011 du 19 août 2011 et le règlement CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011) relatif aux denrées alimentaires.
    - o Environnement
      Les Normes de qualité environnementales (NQE) définies dans le cadre de la directive Cadre sur l'eau (DCE) définie par l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, chimique et du potentiel écologique des eaux de surface

1.2.3 Démarche IEM appliquée à l'évaluation des risques sanitaires

a. Généralités

Lorsque la comparaison à l'état des milieux naturels du site montre une dégradation et que des valeurs de gestion ne sont pas disponibles, une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) est réalisée en dernier recours. Elle est basée sur les scénarios et les modes d'exposition identifiés dans le schéma conceptuel, et apporte alors des éléments de jugement. Une grille de calculs des risques, à laquelle sont associés des intervalles de gestion des risques, est adossée à la méthodologie d'IEM et permet la réalisation d'une EQRS pour chacune des substances et modes d'exposition étudiés.

b. Evaluation de la toxicité

L'évaluation des risques sanitaires se fait suivant les deux étapes suivantes :

- I**dentification du potentiel dangereux des substances**
  C'est-à-dire les effets indésirables (locaux, systémiques, non cancérigènes, cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques) qu'une substance peut provoquer chez l'homme ;

- **Définition des relations dose-effets et dose-réponse**
  C'est-à-dire la relation quantitative entre la dose ingérée ou la concentration inhalée et l'incidence de l'effet délétère. Cette relation se traduit par la valeur toxicologique de référence (VTR) :
    - o VTR « à seuil de dose » : substances provoquant, au-delà d'une certaine dose, des dommages dont la gravité augmente avec la dose absorbée ;
    - o VTR « sans seuil de dose » : substances pour lesquelles l'effet apparaît quelle que soit la dose reçue et où la probabilité de survenue augmente avec la dose.

Les intervalles de gestion définis par le MEDDE sont présentés dans la Figure 5 suivante. Ils sont évalués pour chaque substance et voie d'exposition étudiés.

Intervalle de gestion des risques		Interprétation des résultats	Actions à engager Dans tous les cas, il convient de s'assurer que la source de pollution est maitrisée	
Substances à Effets de seuil	Substances sans Effets de seuil		Sur les milieux	Sur les usages
< 0,2	< 10^{-6}	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés	S'assurer que la source de pollution est maîtrisée	La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
Entre 0, 2 et 5	Entre 10^{-6} et 10^{-4}	Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion	- Recours à une argumentation appropriée, au retour d'expérience ; - Mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens ; - Réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie ; Mis en œuvre de restrictions d'usage accompagnées d'une surveillance des milieux - Mémorisation des usages pouvant être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels	
> 5	> 10^{-4}	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages	Définition et mise en œuvre d'un plan de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages	

Figure 5: Intervalles de gestion donnés par la grille de calculs de l'IEM (source : MEDD, 2007)

ZONE D'INTERPRETATION

Lorsque les résultats des calculs de risques pour les substances à effet de seuil et sans effet de seuil, sont compris dans les intervalles suivants :

- $0,2 < QD^2 < 5$;
- $10^{-6} < ERI^3 < 10^{-4}$,

une EQRS réfléchie peut être engagée avec les niveaux de référence et les règles d'additivité du Tableau 2 ci-après :

[2] Quotient de Danger (QD)
[3] Excès de risque individuel (ERI)

Niveaux de référence		Règles d'additivité	
QD Effets à seuil	ERI Effets sans seuil	QD Effets à seuil	ERI Effets sans seuil
$QD_{théorique} < 1$ (si >1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue)	$ERI < 10^{-5}$	Sommation des QD de toutes les substances étudiées	Sommant des ERI de toutes les substances étudiées.

Tableau 2: Paramètres conditionnant une EQRS réfléchie

c. Evaluation des expositions

L'exposition est le contact entre un organisme vivant et une situation ou un agent dangereux, présent dans un ou des milieux potentiellement contaminés.
La dose d'exposition est la quantité de cette substance présentée à la barrière biologique de l'individu exposé (dose externe) ou l'ayant traversé (dose interne), par unité de poids corporel et par unité de temps.

L'évaluation de l'exposition consiste, d'un côté, à identifier les personnes exposées et les modes d'exposition / de pénétration des substances. De l'autre, elle doit quantifier la fréquence, la durée et l'intensité de l'exposition à ces substances et est exprimée par une dose moyenne journalière.

L'exposition à une substance chimique dépend :

- de sa concentration dans les milieux ;
- de son comportement physico-chimique ;
- des modes et des niveaux d'exposition des populations avec les milieux concernés.

L'étape d'évaluation de l'exposition consiste à quantifier l'exposition des populations sur la base du schéma conceptuel via la dose journalière d'exposition (DJE).

d. Caractérisation des risques

Le risque est quantifié suivant les règles de calcul suivantes :

- Pour les effets à seuils : $QD = \frac{DJE}{VTR\ (ingestion)}$
- Pour les effets sans seuil $ERI = DJE * VTR\ (ingestion)$

e. Interprétation des résultats et recommandations

Comme indiqué précédemment, la démarche d'IEM permet de distinguer :

- les milieux ne nécessitant pas d'action particulière et permettant une libre jouissance des usages constatés sans risque ;
- les milieux pouvant faire l'objet d'actions simples pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés (« zone d'interprétation ») ;
- les milieux nécessitant la mise en œuvre d'un plan de gestion.

Lorsque les milieux ne permettent pas la jouissance des usages constatés sans exposer les populations à des niveaux de risques excessifs, il est nécessaire :

- d'élaborer des propositions d'actions simples de gestion ;
- le cas échéant, d'identifier des premières mesures de protection sanitaires ;
- de recourir aux outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage.

Lorsqu'il est acquis que les milieux nécessitent un plan de gestion, il est nécessaire d'identifier le plus rapidement possible les premières mesures de protection sanitaires et les restrictions d'usage nécessaires, en attendant la mise en œuvre du plan de gestion.

1.3 Démarche proposée par GEODERIS

L'étude présentée dans ce rapport s'appuie sur la démarche d'interprétation de l'état des milieux précédemment décrite. L'objectif de ce projet est d'évaluer l'impact des activités minières sur les milieux, **au moment des investigations de terrain**, et d'en déduire si les usages constatés sont compatibles avec leur état.

La démarche suivie par GEODERIS ne vise en aucun cas à établir un diagnostic complet des contaminations diverses du bassin versant de l'Ouvèze. Seuls les impacts liés aux anciennes exploitations minières sont évalués.

Pour la réalisation de cette étude environnementale et sanitaire détaillée, GEODERIS s'est adjoint les services :

- de l'INERIS, pour la réalisation d'une étude sanitaire dont les résultats sont détaillés dans la partie 8 ;
- du BRGM, pour une mission de mesures de terrain menée à l'aide d'un Niton® XRF, dont les résultats sont présentés dans le paragraphe 7.5.

2 ETUDE HISTORIQUE

2.1 Démarche de recueil d'informations

La consultation des archives nécessaires à la rédaction de cette partie historique s'est déroulée entre juin et août 2012. Le détail des consultations est indiqué dans le Tableau 3 suivant :

Service consulté	Identifiant série	Données collectées
Archives DREAL Rhône-Alpes (Villeurbanne-69)	Bordereau de versement n°1347	Plans miniers et données administratives sur les concessions du bassin versant de l'Ouvèze
Archives départementales (Privas-07)	Séries 8S et 63J (fonds issert)	
Archives du SGR (Lyon-69)	Boîte n°841 et divers rapports	Données de géochimie, géologie et d'hydrogéologie de l'Ardèche
Archives privées	AGN	Données détaillées sur les installations de surface de la concession de Chaliac. Photographies et articles de presse. Informations sur le fonctionnement général de l'exploitation.
Syndicat Ouvèze vive (Lyas-07)	-	Photographies aériennes entre 1946 et 1991

Tableau 3: Synthèse du recueil d'informations de l'étude historique

Par ailleurs, les données administratives détaillées dans cette étude historique sont, en partie, issues de la phase informative réalisée dans le cadre de l'évaluation détaillée des aléas [3]. Ces données ont été confrontées et complétées par les documents disponibles aux archives départementales et aux archives de la DREAL.
L'annexe 2 synthétise les documents principaux consultés.

2.2 Exploitation minière

Les historiques miniers des concessions du bassin de l'Ouvèze seront traités par secteurs regroupant les travaux miniers ainsi que les installations de surface (points jaunes sur la Figure 6) de concessions minières géographiquement proches et dont les substances exploitées sont identiques. Les secteurs, matérialisés sur la Figure 6 suivante sont Chaliac, Chamée et Privas.

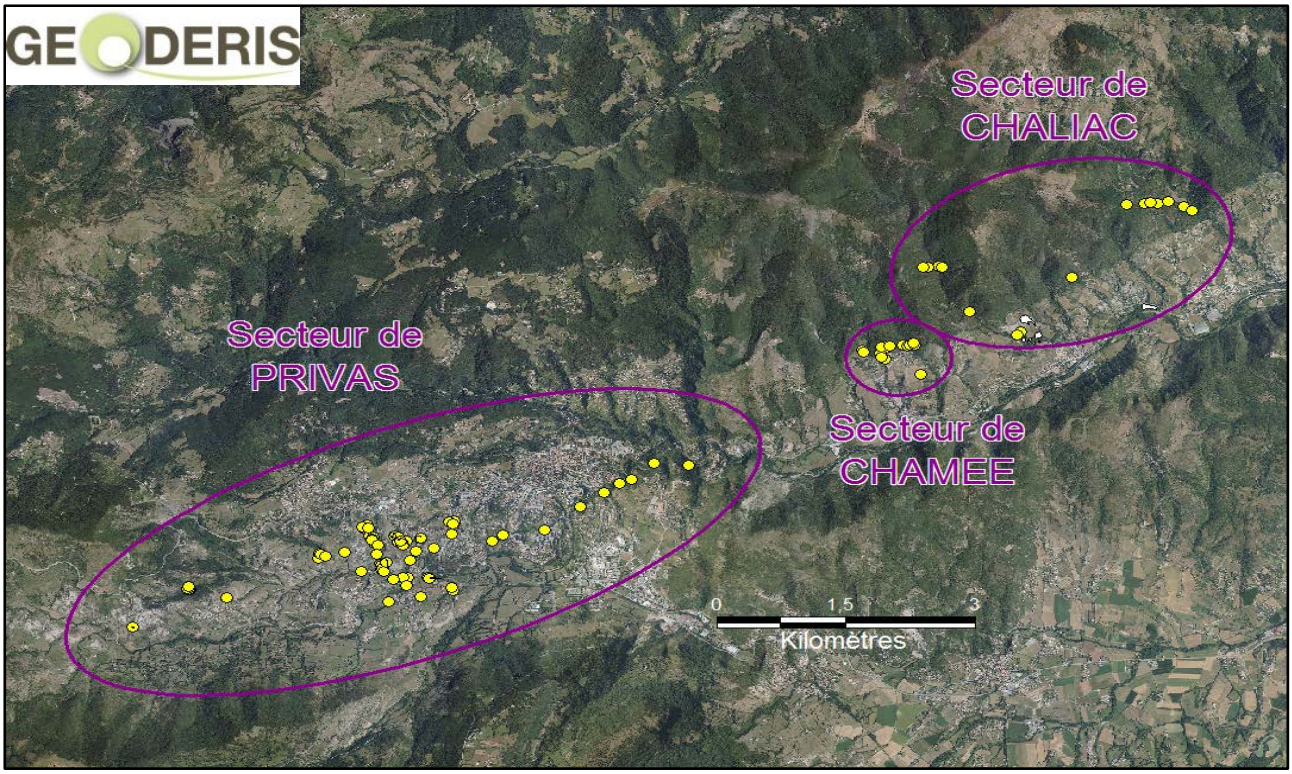


Figure 6: Localisation des secteurs décrits dans les historiques miniers

2.2.1 Secteur de Chaliac

a. Historique minier

Concession	Date d'institution	Concessionnaire	Date de renonciation
Chaliac	18 août 1890	Mr Radisson	Arrêt des travaux : 1914 Renonciation : 3 février 1934

Historique

Des exploitations anciennes ont débuté dès 1854 sur de petits indices minéralisés. Elles ont été poursuivie jusqu'en 1889 et ont porté sur les affleurements cuivreux de Pargirand et la Charderie (cf. Figure 7).

En 1889, des travaux importants sont concentrés dans la partie est de la concession, au niveau du filon Juliette.

La concession de Chaliac est alors instituée pour l'exploitation du plomb, de l'antimoine, du zinc, du cuivre et d'autres métaux, par décret du 18 août 1890 au profit de M. Radisson. Elle porte sur une superficie de 2,51 ha, étendue à 2,56 ha par décret du 15 juin 1891.

Suite à la demande de concession, les travaux portent sur le filon Juliette et un des filons du groupe Malleval, le filon Chaliac. En 1892, les travaux du filon Juliette sont abandonnés.

En juillet 1894, la société Vieille Montagne prend la succession de M. Radisson, puis vient, en 1896, la société métallurgique et minière des Cévennes (SMMC). Un an plus tard, le 5 juin 1895, les travaux sont suspendus à cause de l'insuffisance des moyens d'extraction et d'épuisement.

Divers travaux ont ensuite eu lieu, le minerai étant traité dans des laveries situées sur la concession (cf. 2.2.1.b.).

Les travaux ont cessé en 1914, l'exploitation a été vendue le 22 novembre 1928 à la compagnie des mines de Malons (décret du 5 juillet 1930).

La renonciation de la concession est obtenue par décret du 3 février 1934.

Exploitation

Les travaux ont été réalisés à flanc de coteau en suivant les filons de quartz minéralisés, par galeries et dépilages verticaux. Les documents d'archive et les plans miniers ne permettent pas de replacer les filons avec précision, seuls quelques ouvrages ont pu l'être grâce aux plans et aux observations de terrain effectuées lors de la phase informative de l'étude détaillée des aléas [3].

Le filon Juliette

Les travaux ont été exécutés à l'ouest du ruisseau le Vendèze, le long de son affluent, l'Erries. Ils comprennent trois niveaux : un niveau de base, un niveau intermédiaire à 105 m au-dessus et un niveau supérieur à 130 m au-dessus du niveau de base, dit niveau Juliette.

L'exploitation se faisait par galeries (7 au total) en suivant le filon qui, dans le niveau intermédiaire et le niveau Juliette, a été reconnu sur une centaine de mètres, et accusait une puissance utile d'environ 15 cm.

Les filons de Malleval

- Le filon Combechaude a fait l'objet de recherches par galeries en 1906 dans le ravin. Il serait ennoyé ;
- Le filon Chaliac a fait l'objet de travaux importants à partir d'une descenderie. Il fait 1 km de longueur et a été dépilé sur plus de 120 m de profondeur. Les travaux communiqueraient avec le filon Alice situé plus au sud ;
- Le filon Alice a été exploité sur environ 700 mètres. La totalité de la partie du filon encaissée dans les micaschistes était exploitable, mais toutes les tentatives de recherches faites dans les granites ont démontré que le filon était très peu minéralisé.

Après l'arrêt des travaux en 1914, tout l'aval pendage de la mine a été ennoyé.

Le site de la Charderie

Ce site de recherche n'a pas donné lieu à des travaux d'exploitation proprement dits. Seule une petite descenderie de 5 m vers le nord est signalée dans la BSS (Banque de données du Sous-Sol).

Production

Les filons Juliette et du groupe Malleval, exploités de 1890 à 1908, ont permis la production de 204 867 t de minerai brut à 10 % de plomb et 24 360 t de concentré de laverie à 50-65 % de plomb avec 750 à 925 g d'argent à la tonne de plomb. Quelques données de tonnages bruts extraits et lavés sont données dans le Tableau 4 suivant :

DATE	TONNAGE BRUT	TONNAGE LAVE
1899	1 200	-
1900	3 255	54
1906	34 598	4 007
1908	26 118	3 232

Tableau 4: Données de production de la concession de Chaliac entre 1899 et 1908.

Plan des ouvrages

La Figure 7 suivante indique l'emplacement des puits, galeries, résidus et laveries de la concession de Chaliac.

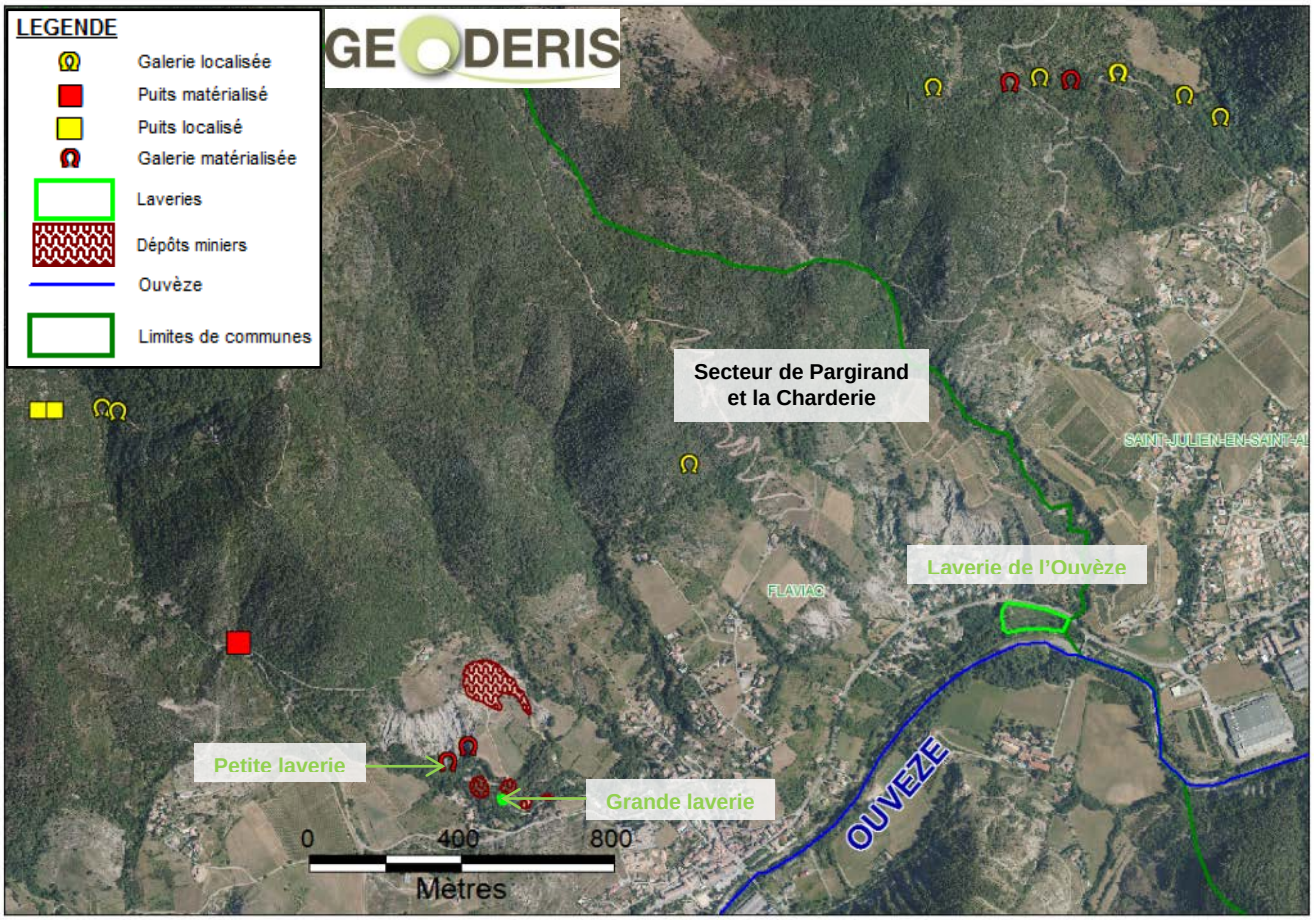


Figure 7: Localisation des ouvrages de la concession de Chaliac

b. Les laveries

Trois usines de traitement (ou laveries) se sont succédées sur la concession de Chaliac (cf. Tableau 5 suivant) :

LAVERIE	MISE EN SERVICE	ARRET DE L'UTILISATION
Laverie d'Ouvèze	29 juin 1889	Avril 1898
Petite laverie	Novembre-décembre 1899	Fin 1901 – début 1902
Grande laverie	Autorisation : 5 décembre 1901 Mise en service : 1er février 1902	1914

Tableau 5: Récapitulatif des dates de service des laveries de la concession de Chaliac [4] [5]

Les éléments en mauve dans les trois paragraphes suivants sont reportés sur la Figure 12.

- « Laverie de l'Ouvèze »

  Elle se trouvait en contrebas de la nationale 104, en bordure immédiate de l'Ouvèze (cf. Figure 7). Elle a été autorisée par le préfet le 29 juin 1889 mais a été démontée puis démolie en avril 1898 ;

- « **Petite laverie** »

  De par la nécessité de se rapprocher des filons Malleval, elle a été érigée en bordure du Lagau, au sud des travaux d'exploitation. Il semble qu'elle n'ait pas fait l'objet d'une autorisation. La mise en place de murs de soutènement a permis de créer une surface plane sur laquelle ont été construits, en plusieurs étages, les organes de la laverie. L'ensemble, achevé en 1898, était composé d'une **laverie**, d'un ensemble ateliers-hangar, de bureaux, d'une forge, d'une **cheminée-1**, d'une remise, d'écuries et de magasins.

  Les premiers sacs de minerai ont été traités fin 1899, cette date pouvant ainsi être considérées comme celle du démarrage de la laverie.

  L'eau qui sert au lavage provient de l'exploitation via la **galerie d'écoulement** et une **dérivation**. Un aqueduc, construit en février 1899, conduisait les eaux en surplus vers des **petits bassins de décantation**. Les **haldes** (cf. Figure 11) issues d'un tri mécanique ont été déposées à proximité.

- « Grande laverie »

  La petite laverie se révélant rapidement insuffisante, une grande laverie a été autorisée par arrêté préfectoral du 5 décembre 1901. Sa mise en service est néanmoins considérée comme effective le 1er février 1902. Grâce à cette laverie, la production passe de 110 t de minerai lavé en 1901, à 1 700 t en 1902 puis 4 007 t en 1906.

  L'usine comprenait deux corps principaux de bâtiments, et un troisième, plus petit, comprenant une **cheminée-2** :

  - le premier bâtiment **(1)** comprenait les ateliers de concassage, triage (sous courant d'eau avec récupération des particules fines), broyage et la salle des cribles. Beaucoup de postes travaillaient à l'eau, la consommation quotidienne étant de 500 m^3, l'usine était alors alimentée par l'exhaure de la mine ;
  - le second bâtiment **(2)** correspondait à la salle des trois tables de Likenbach (cf. Figure 8), qui traitaient le minerai broyé et le séparaient des débris de gangue. Divers bacs de récupération permettaient, d'une part, la récupération du minerai, et d'autre part, l'évacuation des boues vers des bassins de décantation ;

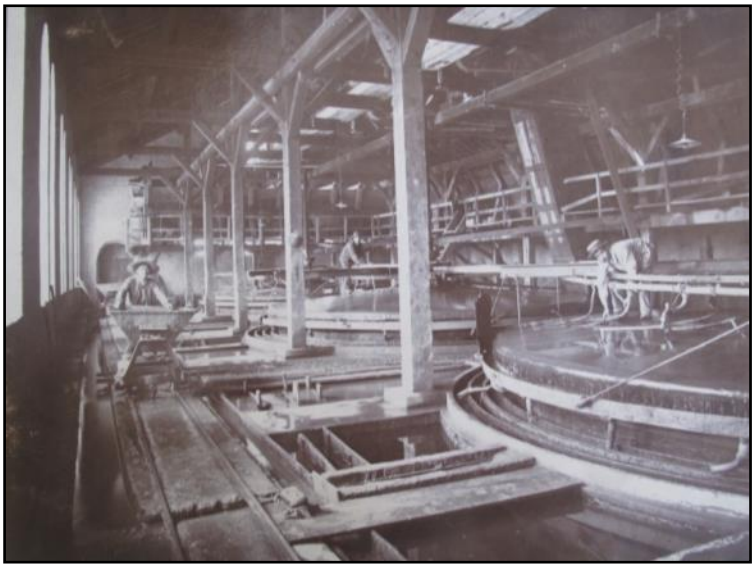


Figure 8: Photographie des tables de Likenbach dans la grande laverie de Chaliac

- Le troisième bâtiment **(3)** abritait les salles de la dynamo, des machines, de la chaudière et de la soute à charbon occupée en partie par la cheminée de l'usine (25 m de hauteur).

Par ailleurs, un **parc à minerai**, probablement construit durant l'été 1902, était disposé dans un bâtiment situé au sud de la grande laverie. A proximité de celui-ci se dressait un **hangar d'embarquement** des stériles, dans lequel étaient déversés ces derniers après leur sortie de la grande laverie, pour être acheminés vers le dépôt de résidus situé plus au nord, appelé Terril de Pansier.

Un atelier de fabrication de moellons et de briques façonnés à partir des sables de la laverie était installé dans un hangar devant la petite laverie. Le devenir de ces briques n'est pas connu.

La construction de cette grande laverie a nécessité la couverture du ruisseau de Lagau sur 150 m de long.

c. Les dépôts et bassins de résidus miniers

BASSINS DE DECANTATION

Comme indiqué dans le paragraphe 2.2.1.b, des bassins de décantation étaient utilisés du temps de fonctionnement de la petite laverie pour séparer les résidus de traitement de l'eau de lavage. Inadaptés pour la grande laverie, **une dizaine de petits bassins de décantation** supplémentaires, attenants les tables de likenbach, ont donc été construits en même temps que la grande laverie. Après décantation, les eaux retournaient au Lagau. Les boues, quant à elles, étaient transportées vers les **grands bassins de décantation**.

La Figure 9 suivante indique l'emplacement de ces bassins. Les petits et grands bassins ont été replacés grâce au plan de la Figure 12, le tracé de la dizaine de petits bassins est issu d'observations de terrain.

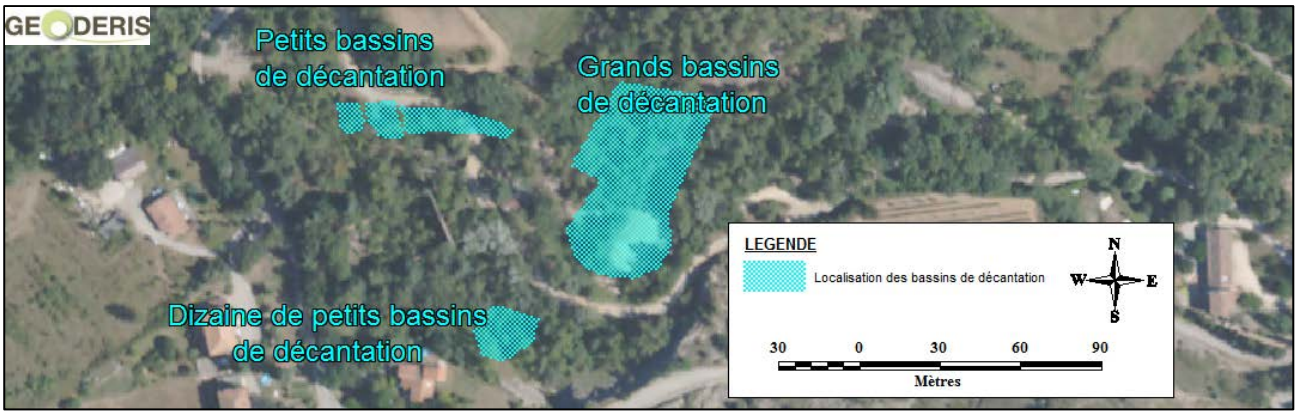


Figure 9: Emplacement des bassins de décantation

Dépôts de résidus

Les résidus de la petite laverie étaient déposés dans la zone notée « **haldes** » sur la Figure 12. Ils ont été déposés en quatre étapes comme le montre la Figure 10 suivante. Cet espace se révélant insuffisant pour la grande laverie, les résidus de celle-ci ont tout d'abord été stockés au nord des bassins de décantation (**dépôt**), puis aux lieux dits Pansier et Bois-du-Champ, plus au nord (Terril de Pansier).

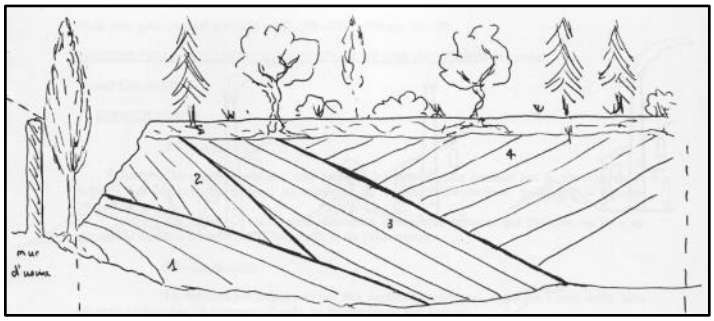


Figure 10: Stratifications du dépôt de la petite laverie
(Source : George Naud, schéma réalisé à partir d'observations de 1989)

La Figure 11 suivante indique l'emplacement actuel des dépôts de résidus tels que vus durant les visites du site.

Les archives consultées mentionnent la vente de « sables » et « schlamms » dans un document du 21 août 1917 dont le devenir n'est pas mentionné.

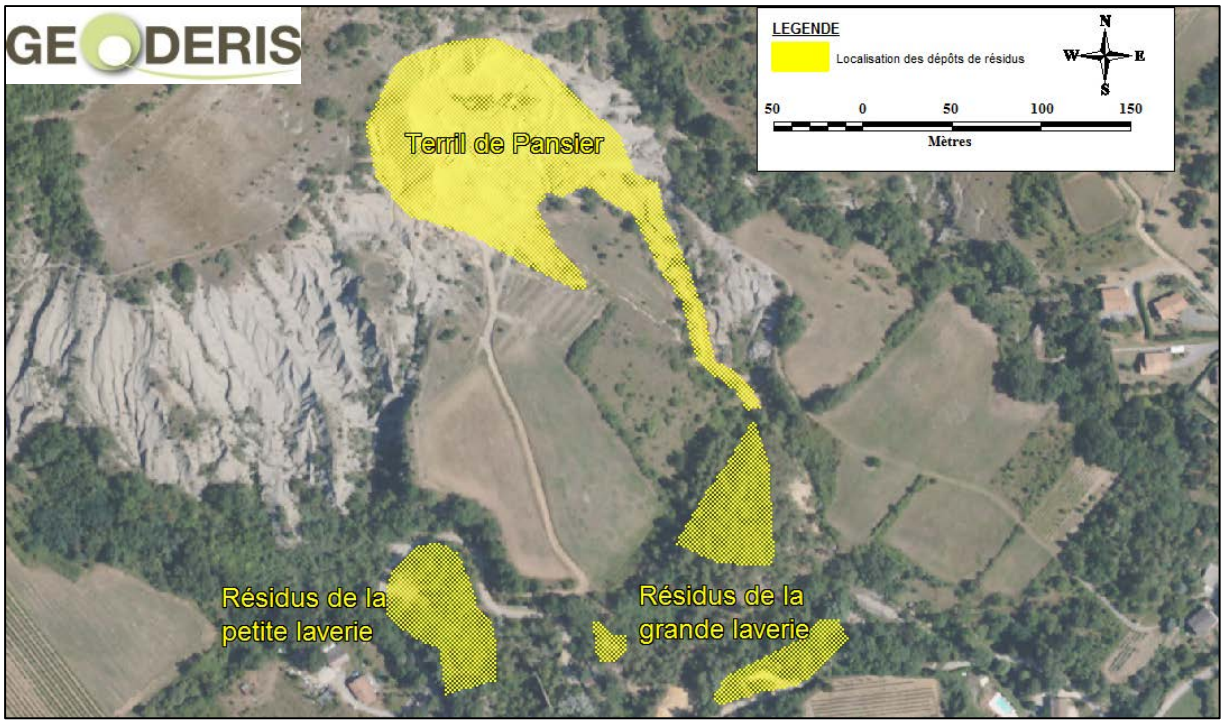


Figure 11: Localisation actuelle des dépôts de résidus de la concession de Chaliac

d. Accidentologie

Plusieurs plaintes ont été déposées en ce qui concerne la pollution générée par le fonctionnement de l'usine :

- Juin 1908 : le propriétaire des champs situés au sud du Terril de Pansier demande la construction d'un canal permettant l'écoulement des sables car ceux-ci détériorent ses plantations (blé, vignes et murier) ;
- En 1908, l'exploitant fait installer un épurateur qui devait neutraliser l'acide sulfurique par de la chaux. Mais, entre le 24 décembre 1911 et le 16 janvier 1912 et suite à la rencontre d'une importante poche d'eau dans les travaux souterrains, des eaux ont été déversées sans décantation préalable, entrainant des plaintes des communes situées en aval. Le premier document à ce sujet date du 16 mars 1912, la commune de St-Julien-en-St-Alban indique que « *les résidus et acides apportés dans la rivière d'Ouvèze par les écoulements des mines de Flaviac rendent les eaux impropres aux usages domestiques, les poissons ne peuvent pas y vivre, la rivière se dépeuple rapidement malgré les alevins relâchés et elle nuit à l'industrie de la soie.* ». Un rapport d'analyse des eaux de l'Ouvèze du 28 mai 1912, effectué par les Eaux et Forêts conclut que les minerais disposés dans le lit de l'Ouvèze n'étant pas solubles, il n'y a aucun danger pour les poissons.
  Le 22 janvier 1915, une autre plainte est déposée par les habitants de St-Julien-en-St-Alban car, depuis l'arrêt des travaux en 1914, les eaux de l'Ouvèze sont continuellement chargées de déchets, la rendant impropre aux usages domestiques et agricoles.
  Suite à cela, aucun document n'a été retrouvé en ce qui concerne d'éventuelles mesures.

e. Plan de l'exploitation

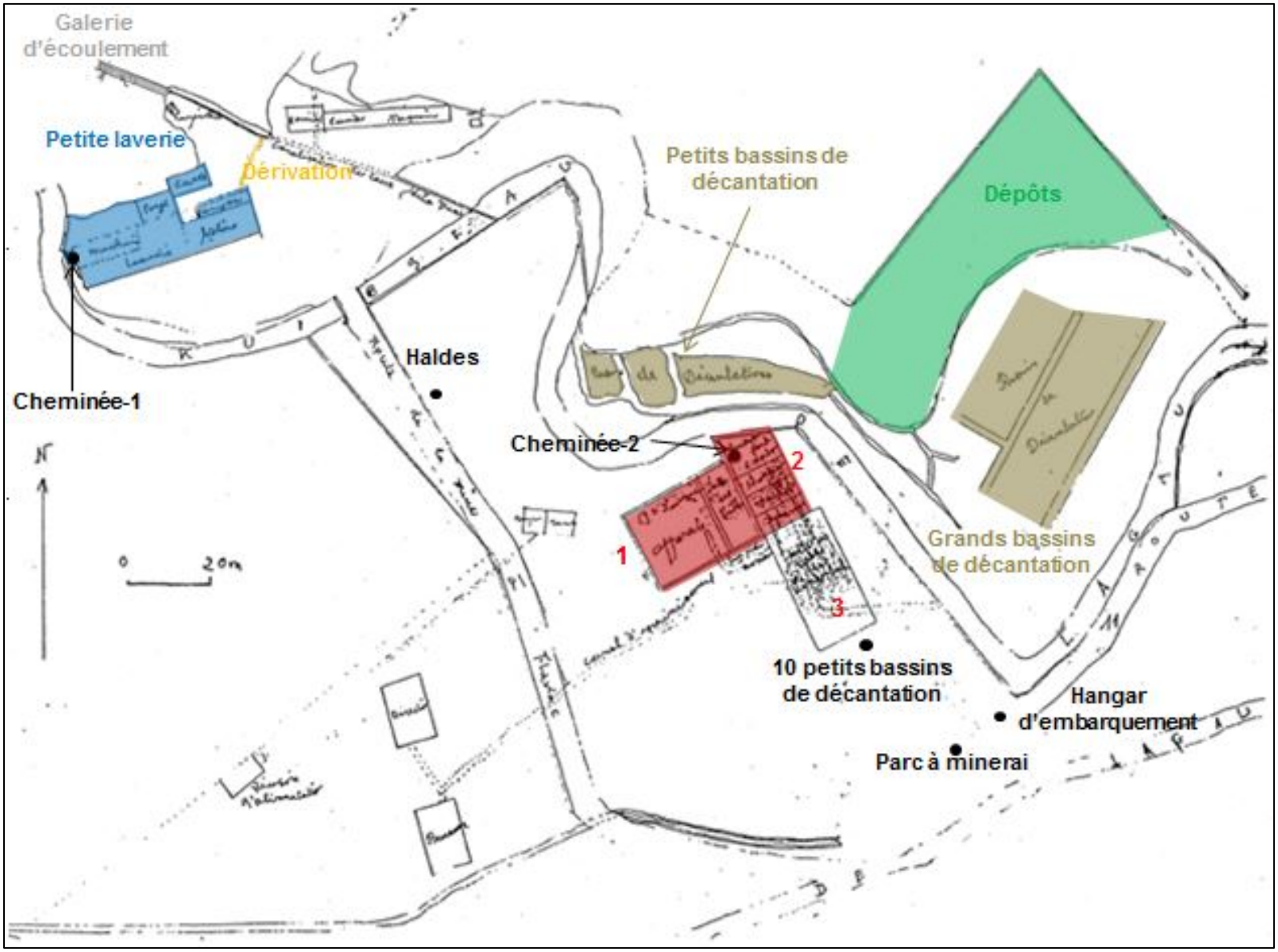


Figure 12: Schéma des installations de surface de la concession de Chaliac [6]

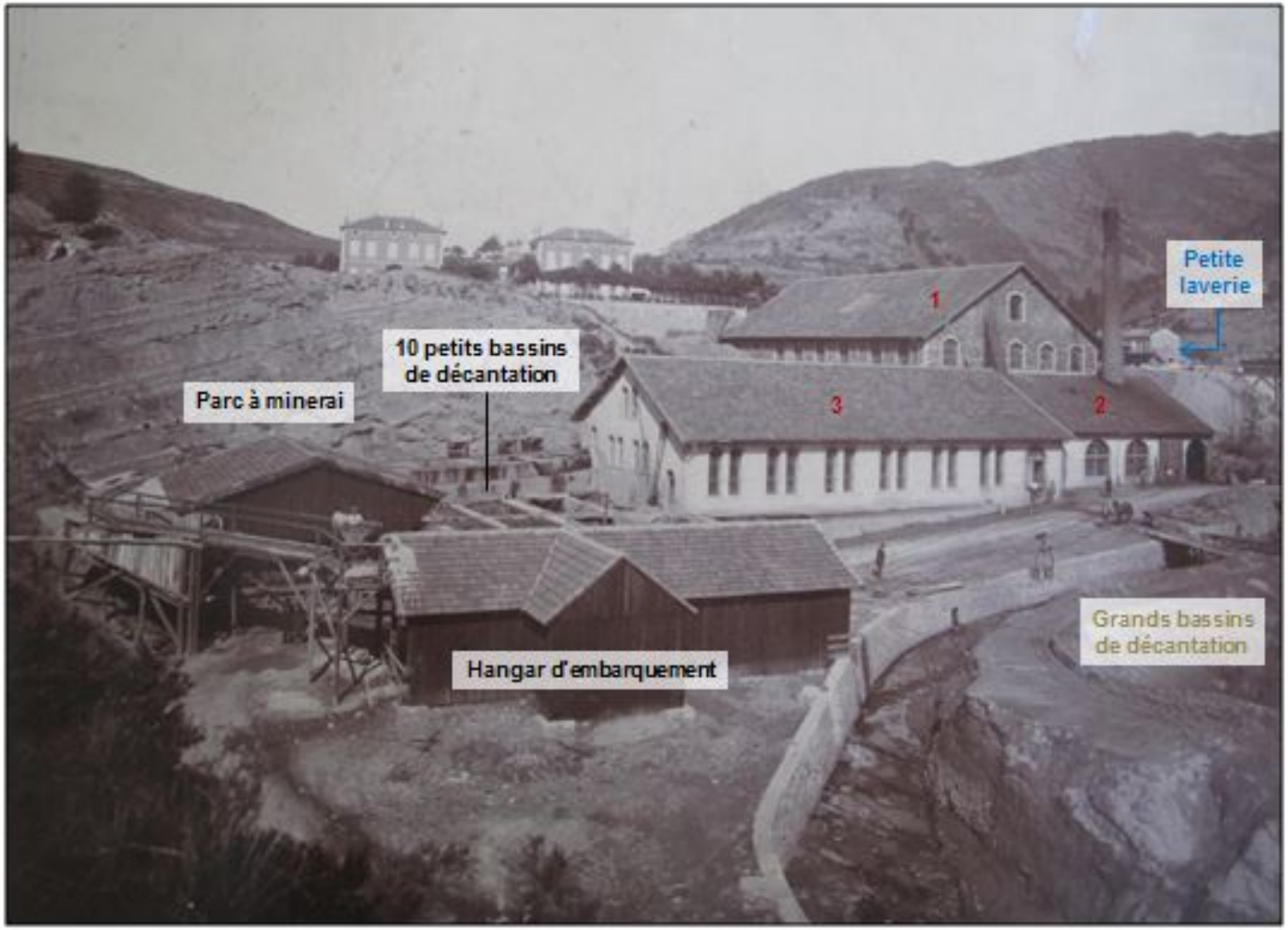


Figure 13: Photographie de la grande laverie de Chaliac vers l'ouest (vers 1907)

2.2.2 Secteur de Privas

a. Historique de l'exploitation minière

HISTORIQUE

Le secteur de Privas, exploité pour le fer, comprend les titres miniers de Veyras (Ancienne), Veyras (Nouvelle), Saint-Priest, Le Lac et Fraysse dont les statuts juridiques sont détaillés dans le Tableau 6 suivant.

CONCESSION	DATE D'INSTITUTION	CONCESSIONNAIRE	DATE DE RENONCIATION/ANNULATION
Veyras (ancienne)	22 août 1843	M. Ardaillon	Partiellement renoncées 8 mars 1940 (le reste fera partie de Veyras (nouvelle)
Saint-Priest	10 février 1849	M. Revol	
Le Lac	9 mai 1853	S.A. des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche	
Le Fraysse	16 août 1859	M. Granger-Veyron	Renonciation 23 juillet 1921
Veyras (nouvelle)	8 mars 1940	Ets Lefranc	Renonciation 8 mars 1955

Tableau 6: Statuts juridiques des concessions du secteur de Privas

Depuis l'institution de la première concession, divers travaux ont été entrepris sur chacune d'entre elles avec mise en commun des zones de travaux, notamment sur les concessions de Saint-Priest et Fraysse. Une machine d'épuisement unique était installée dans les travaux souterrains de la concession du Lac.

En 1883, l'investison[4] situé entre les concessions de Veyras (ancienne) et du Lac est attaqué, il se trouve sous le lit de l'Ouvèze. La communication est faite en 1890, l'investison est ensuite dépilé.

Les concessions de Saint-Priest et de Fraysse ne sont plus exploitées après 1884 (à l'exception de près de 1 600 t extraits sur la concession de Saint-Priest en 1887).

En 1887, les compagnies de l'Horme et de Terre Noire entreprennent la construction d'une galerie d'écoulement de 3 325 m dont l'exutoire se trouve en amont du village de Coux, en rive droite de l'Ouvèze. Cette galerie, percée de 7 puits, permet d'évacuer l'eau de plusieurs exploitations, supprimant la pompe d'épuisement. Le creusement générant beaucoup de déblais, la Cie des fonderies et forges de l'Horme est autorisée, le 20 décembre 1887, à les déverser dans l'Ouvèze. La galerie est achevée le 20 janvier 1890.

En 1940, le gisement était dépilé en amont pendage de la grande galerie d'écoulement (cf. Figure 15).

Le décret du 8 mars 1940 accepte la renonciation d'une partie des trois concessions de Saint-Priest, Veyras (ancienne) et du Lac, et la création par fusion de ce qui reste de ces concessions, d'une « nouvelle concession de Veyras », sur 872 ha, au profit des Ets Lefranc.

[4] Barrière réalisée dans une exploitation de mine souterraine et destinée à séparer deux mines contiguës appartenant à deux permissionnaires différents.

EXPLOITATION

La méthode d'exploitation utilisée pour les travaux anciens (avant 1900) est celle des tailles droites progressant dans le sens des avancements et remblayées au fur et à mesure. L'exploitation a ensuite été réalisée par la méthode des chambres et piliers ou par grandes tailles remblayées d'environ 15 m de large. Les travaux n'ont toutefois été que partiellement remblayés grâce aux stériles de creusement des travaux et à des carrières ouvertes à proximité des zones d'exploitation.

Les travaux souterrains étaient peu profonds dans la partie nord où ils débutaient à l'affleurement. Ils s'approfondissaient ensuite régulièrement vers le sud-ouest. L'exploitation du secteur de Privas atteignait au maximum 120 m de profondeur et 76 m dans la zone de Saint-Priest. Une grande partie du minerai a été dépilée et de fortes émergences minières, dues en partie aux fuites des ruisseaux de surface, sont à noter.

PRODUCTION

Le minerai a été plus particulièrement exploité entre 1850 et 1900. À partir des années 1930 et jusqu'en 1953, il n'a plus été exploité que pour la fabrication du minium.

Des trois concessions (Saint-Priest, le Lac et Veyras), environ 10 000 000 t ont été extraits avant 1930, dont la moitié provenait de la concession de Veyras puis de celle de Saint-Priest et de celle du Lac. La totalité de ce tonnage provenait de la couche hématitique car la couche oolithique n'a pas fait l'objet d'une exploitation [3].

b. Les installations de surface

Des galeries, des puits et des ouvrages miniers sont encore visibles aujourd'hui dans le secteur de Privas (chevalement, entrées de galeries, entrées de puits etc.). Aucune laverie n'est mentionnée dans les documents consultés mais Privas était doté d'une usine de minium qui concassait et cuisait le minerai pour la fabrication de poudres pour peintures.

La phase informative réalisée par GEODERIS en 2010 [3] indique des entrées de dynamitières. Aucun indice de contamination visuel ou organoleptique n'a toutefois été retrouvé à proximité de celles-ci.

Des témoignages oraux indiquent une infiltration de l'Ouvèze dans les travaux souterrains des exploitations du secteur de Privas. Il semble, en effet, que l'exploitation et le dépilage de l'investison aient crée une ouverture qui ait débouché dans le lit de l'Ouvèze. Ces mêmes témoignages affirment que ces eaux se retrouvent en aval de l'Ouvèze, en sortie de la galerie d'écoulement. La Figure 14 localise la zone indiquée comme lieu d'infiltration (étoile jaune ; localisation approximative).

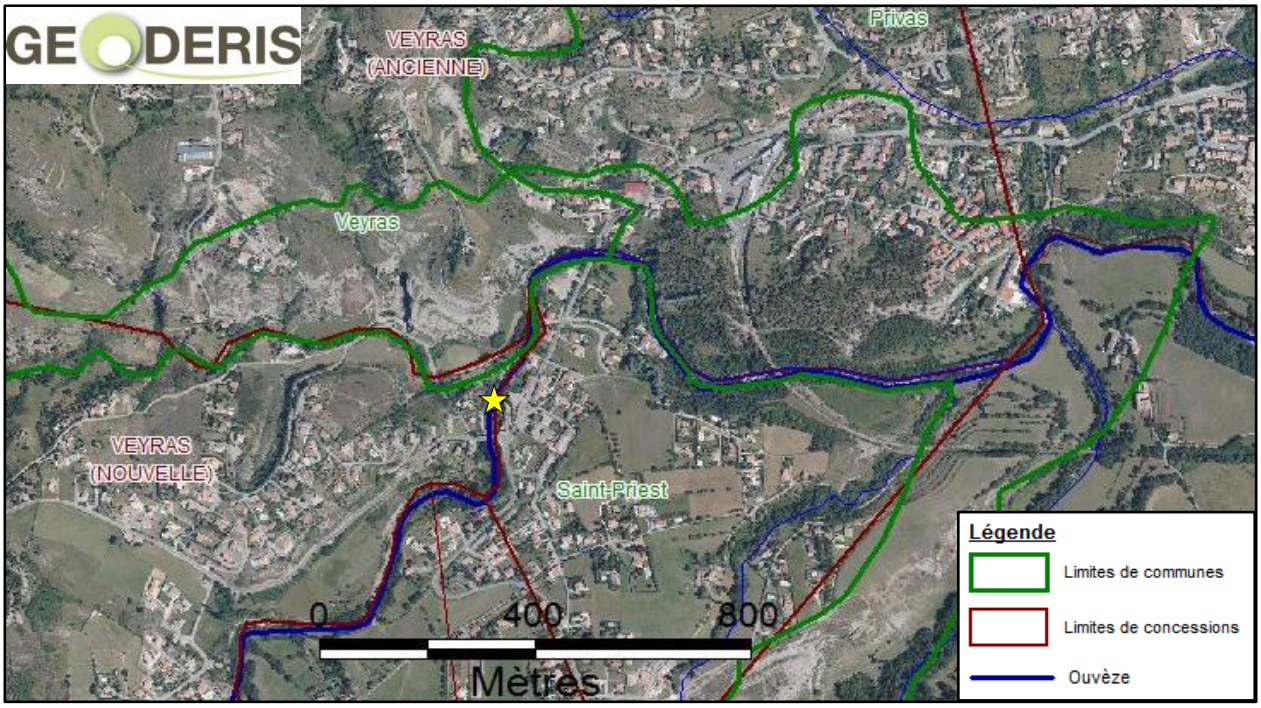


Figure 14: Localisation de la zone d'infiltration de l'Ouvèze dans les travaux souterrains

c. Les dépôts

Dans le cadre de l'inventaire sur les déchets de l'industrie extractive [1], aucun dépôt de résidus miniers n'a été identifié sur les concessions du secteur de Privas. En effet, il semble que les résidus issus du creusement des travaux souterrains aient été réutilisés comme remblais. Il est également envisageable que ces résidus aient été réutilisés pour des travaux de terrassement et/ou de construction mais aucun document ne signale de tels emprunts.

Par ailleurs, les besoins de comblement des galeries et la pénurie de stériles de creusement ont poussé les exploitants à ouvrir des carrières à proximité de Privas.

d. Plan de l'exploitation

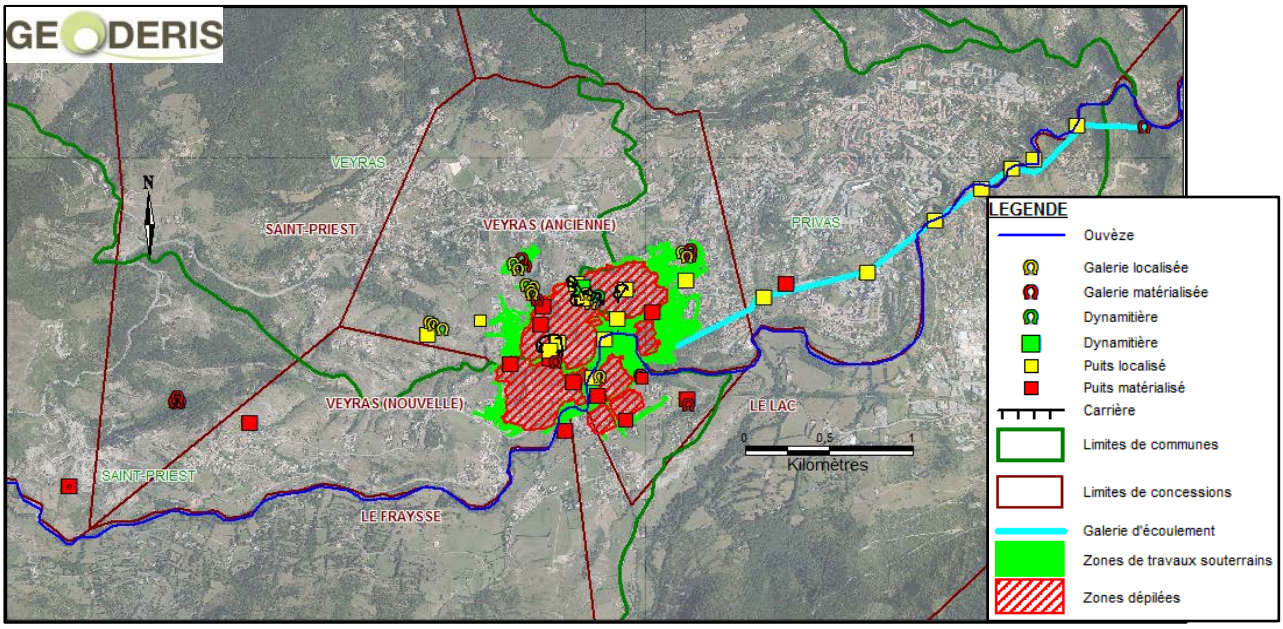


Figure 15: Localisation des ouvrages dans le secteur de Privas

2.2.3 Secteur de Chamée

a. Historique minier

HISTORIQUE

La concession pour pyrite de Flaviac a été attribuée par ordonnance royale du 29 août 1837 en faveur de Mr Durand Mouline ainé et Cie, pour une superficie de 427 ha.

L'exploitation s'est concentrée dans la zone de Chamée, exploitée pour la fabrication de couperose (sulfate de fer), par plusieurs galeries et à ciel ouvert.

En 1862, la mine était signalée comme abandonnée depuis plusieurs années. Le minerai était trop pauvre et friable.

Ayant fait retour à l'État, après la mise en déchéance des concessionnaires par arrêté du 19 décembre 1894, la concession est annulée le 24 mars 1939.

Exploitation

Le minerai a été exploité à l'ouest du bourg de Chamée, à proximité de l'usine de couperose, bien que des travaux de recherche aient été entrepris de part et d'autre du secteur. Le site a été exploité par la méthode de chambres et piliers, la zone d'exploitation principale a été dépilée jusqu'au jour, formant une vaste cuvette (cf. Figure 16). Celle-ci montre que les niveaux supérieurs renferment de l'hématite mais que les niveaux inférieurs sont surtout riches en pyrite, qui remplit les nombreuses failles hachant le gisement.

Production

Entre 1820 et 1857, 4 000 t de minerai auraient été extraits.

b. Les installations de surface

Peu d'installations sont encore visibles sur la zone de Chamée. L'étude des aléas de GEODERIS (2010) [3] recense 3 puits et 11 galeries. Dans la zone principale d'exploitation, seule une galerie est encore visible, elle est aujourd'hui ouverte et utilisée comme espace de stockage privé.

Une partie des murs de l'ancienne usine de couperose est également visible. Les archives consultées n'indiquent pas les produits utilisés par cette usine. Est aujourd'hui également visible l'habitation située au sud de la galerie d'entrée.

Des traces de l'ancienne mine à ciel ouvert sont encore visibles de par les dépressions qu'elle forme, mais la végétation l'a entièrement recouverte.

c. Plan de l'exploitation

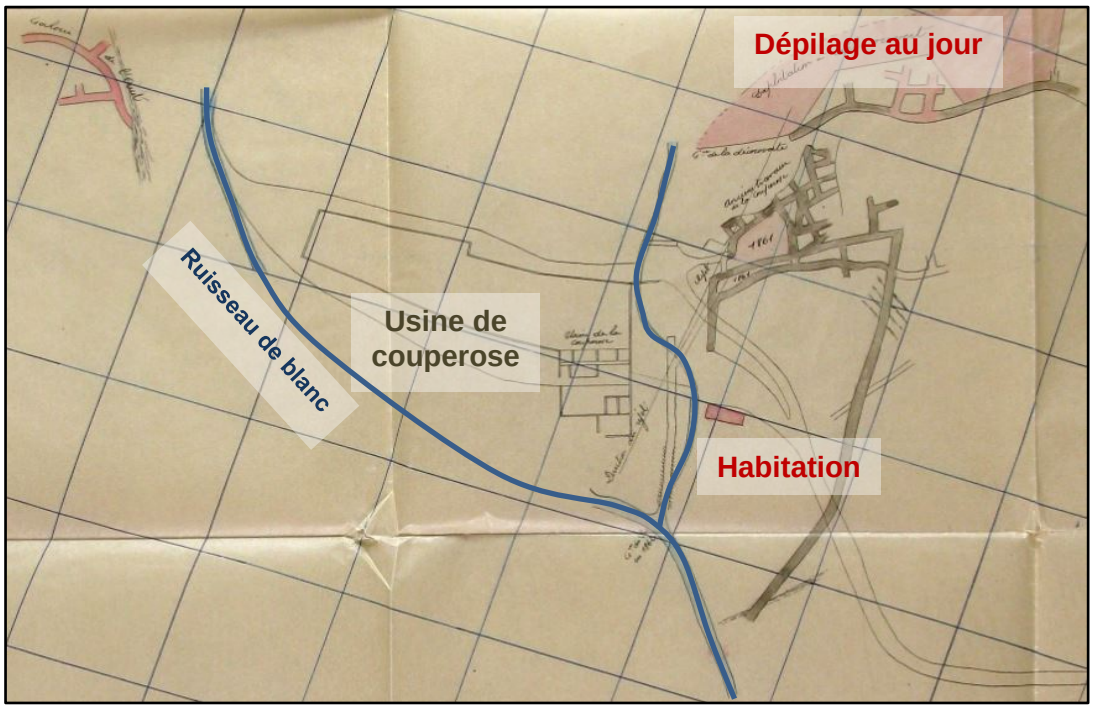


Figure 16: Plan des travaux miniers de la concession de Flaviac

2.3 Photographies aériennes

Les photographies aériennes disponibles sont postérieures à la fin des travaux, ne laissant aucune indication quant à l'activité qui était celle de l'exploitation. L'annexe 3 regroupe des photographies aériennes de 1946 à nos jours. Elles laissent entrevoir les délimitations des dépôts et bassins et montrent que le Terril de Pansier a peu évolué depuis 1946, les emprunts majeurs semblent être antérieurs à cette date. A Chamée, elles laissent entrevoir les ruines de l'ancienne usine de couperose.

3 ETUDE DOCUMENTAIRE

3.1 Démarche de recueil d'informations

Les documents et services consultés ayant permis la rédaction de l'étude documentaire sont synthétisés dans le Tableau 7 suivant :

THEME	SERVICE OU DOCUMENTS CONSULTES	DONNEES COLLECTEES
Géographie	www.cartes-topographiques.fr	Topographie du département de l'Ardèche
Climatologie	DREAL Rhône-Alpes (service ressources, énergie, milieux et prévention des pollutions) Données Météo France	Cumul des précipitations à la station pluviométrique de Chomérac (n°07066001)
	Données Météo France	Direction des vents dominants à Montélimar
	www.infoclimat.fr	Relevé des températures à Montélimar en 2012 et 2013
Hydrogéologie	BSS eau d'Infoterre - BRGM	Ouvrages et profondeur d'eau
Géologie	Infoterre - BRGM	Feuille de Crest (n°842) au 1/50 000e
	BRGM	Feuille de Privas (n°841) au 1/50 000e, **version projet**
Hydrographie	Banque hydro du ministère de l'écologie	Variations de débit de l'Ouvèze relevée à la station V4305010 du Pouzin entre novembre 2012 et juillet 2013.
	Syndicat Ouvèze vive Rapport SPCGD (2007) Rapport DDE Ardèche (2003)-PPRi	Informations sur les crues de l'Ouvèze
Zones environnementales	CARMEN et Infoterre	Détail des zones environnementales et espèces protégées
Occupation des sols	Mairie de Flaviac	PLU 2006 de Flaviac
Eaux de surface	Rapport Iris consultants sur la qualité des cours d'eau du bassin de l'Ouvèze (2000 et 2011)	Concentrations en métaux dans les cours d'eau du bassin de l'Ouvèze
Usages et enjeux	Recensement INSEE	Données de recensement de la commune de Flaviac
Eaux souterraines	ARS Rhône-Alpes	Données sur les captages AEP des communes du bassin de l'Ouvèze

Tableau 7: Synthèse du recueil d'informations de l'étude documentaire

3.2 Contexte général

3.2.1 Géographie

La zone d'étude se situe dans la partie centre-est du département de l'Ardèche, dans l'arrondissement de Privas.

La géographie départementale est marquée, au nord-ouest, par les collines et moyennes montagnes du massif central, le haut-Vivarais. Le centre du département comprend les basaltes du plateau du Coiron et les marno-calcaires du moyen-Vivarais. Le sud du département, ou bas-Vivarais, est creusé par de profondes gorges. L'est du département est délimité par le Rhône et sa vallée.

La Figure 17 suivante est une représentation de la topographie du département, dans lequel s'inscrit le bassin versant de l'Ouvèze.

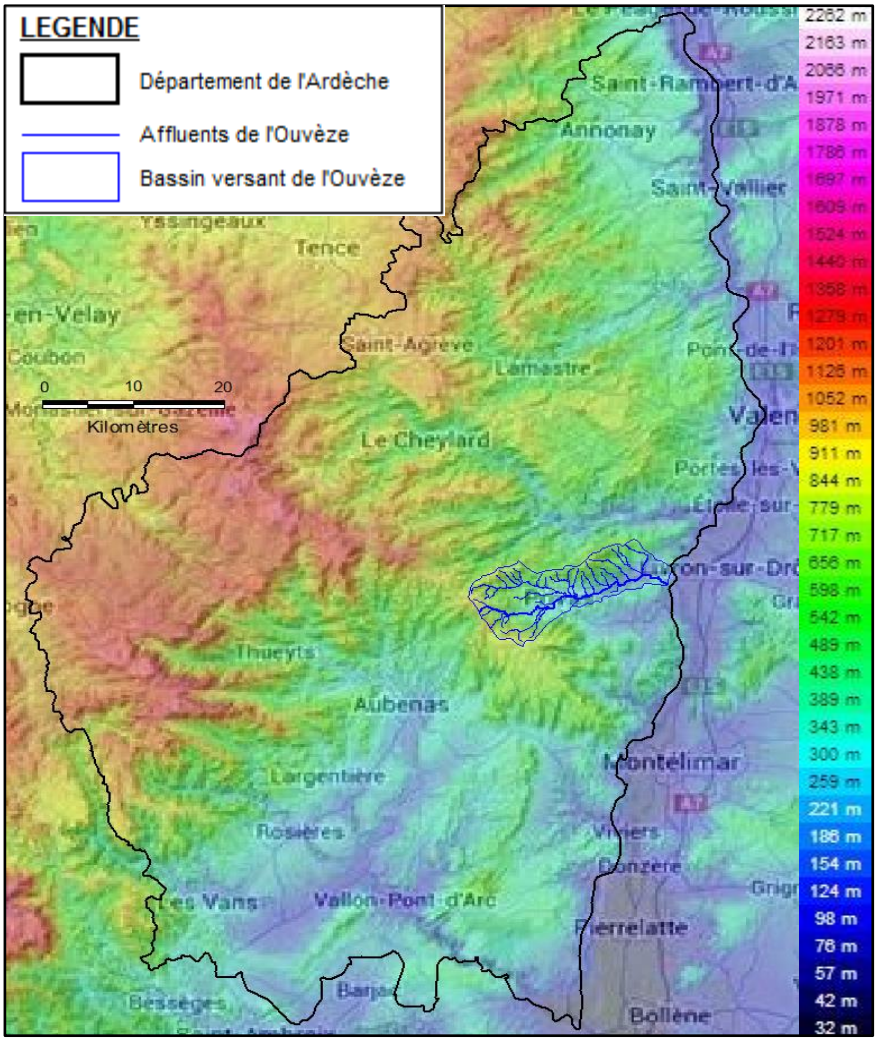


Figure 17: Carte topographique de l'Ardèche (source : site internet cartes-topographiques.fr)

3.2.2 Climatologie

Le climat du bassin de l'Ouvèze est de type « méditerranéen occidental », avec une sécheresse estivale marquée.

La Figure 18 indique les températures relevées à Montélimar (station la plus proche dont les données sont disponibles) entre janvier 2012 et juillet 2013.

La Figure 19, quant à elle, est issue des données brutes de cumuls de hauteurs de précipitations relevées à la station pluviométrique de Chomérac (station n°07066001) par Météo France et fournies par le service Ressources, Energie, Milieux et Prévention des Pollutions de la DREAL Rhône-Alpes.

Les droites correspondent aux périodes d'échantillonnage :

- BE pour les basses eaux (juillet 2012) et fin septembre-début octobre 2012 ;
- HE pour hautes eaux, début mars 2013.

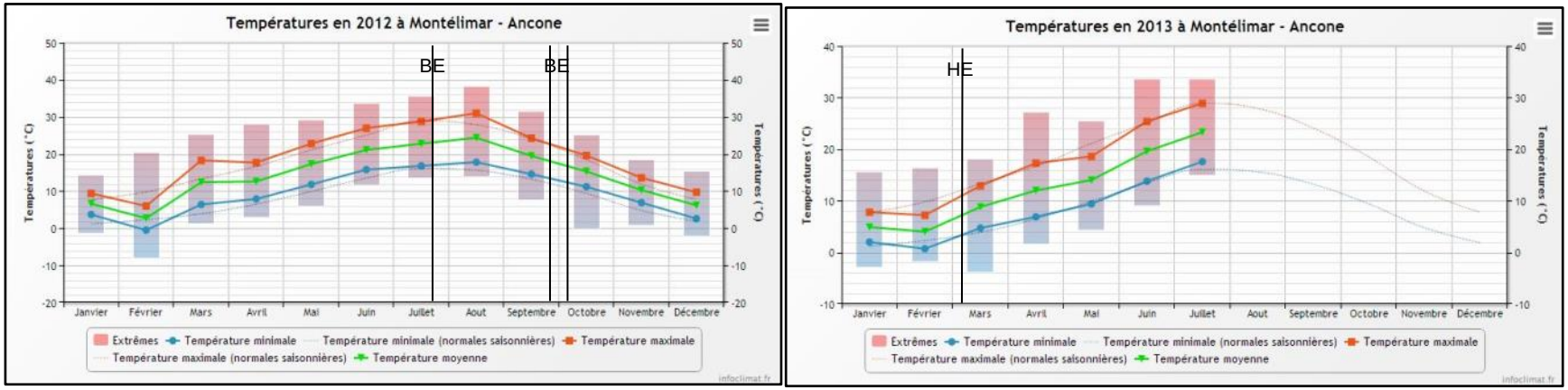


Figure 18: Relevé des températures à Montélimar en 2012 et 2013

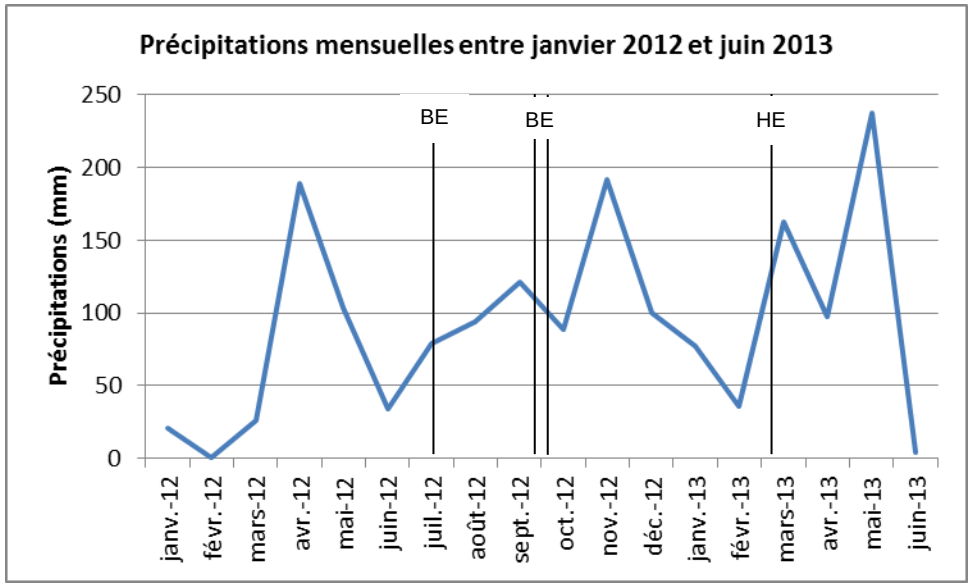


Figure 19: Précipitations moyennes-station de Chomérac entre janvier 2012 et juin 2013 (source Météo France)

3.2.3 Géologie

La géologie ardéchoise est représentée par les structures générales suivantes:

- Le haut Vivarais, plateau granitique de la bordure sud-est du massif central ;
- Le Moyen Vivarais marno-calcaire, il comprend la vallée de l'Ouvèze ;
- Les formations volcaniques du plateau du Coiron ;
- La bordure est des Cévennes cristallines ou schisteuses, recouvertes de dépôts lacustres et continentaux ;
- Le bas-Vivarais, marno-calcaire, creusé d'importantes gorges.

La géologie du bassin versant de l'Ouvèze est marquée par une morphologie très tranchée. La faille de Privas-La Voulte forme une délimitation mettant en contact le socle métamorphique du Massif central au nord et une couverture sédimentaire marno-calcaire jurassique au sud :

- Le socle métamorphique est constitué de micaschistes et d'intrusions de massifs granitiques. Cette formation est le siège de la minéralisation métallique exploitée ;
- Le bassin sédimentaire consiste en une alternance marno-calcaire du Bathonien inférieur et du Bajocien inférieur dans laquelle sont encaissés les gisements de fer stratiforme.

La carte géologique de la Figure 20 est issue des feuilles de CREST (n°842, carte géologique au 1/50 000^{e}) et de PRIVAS (feuille n°841, carte géologique au 1/50 000^{e,} **version projet**) pour les parties situées respectivement à l'est et à l'ouest de Flaviac (des détails de ces cartes ainsi que leurs légendes sont présentés dans les paragraphes 3.3.1.a et 3.3.2.a).

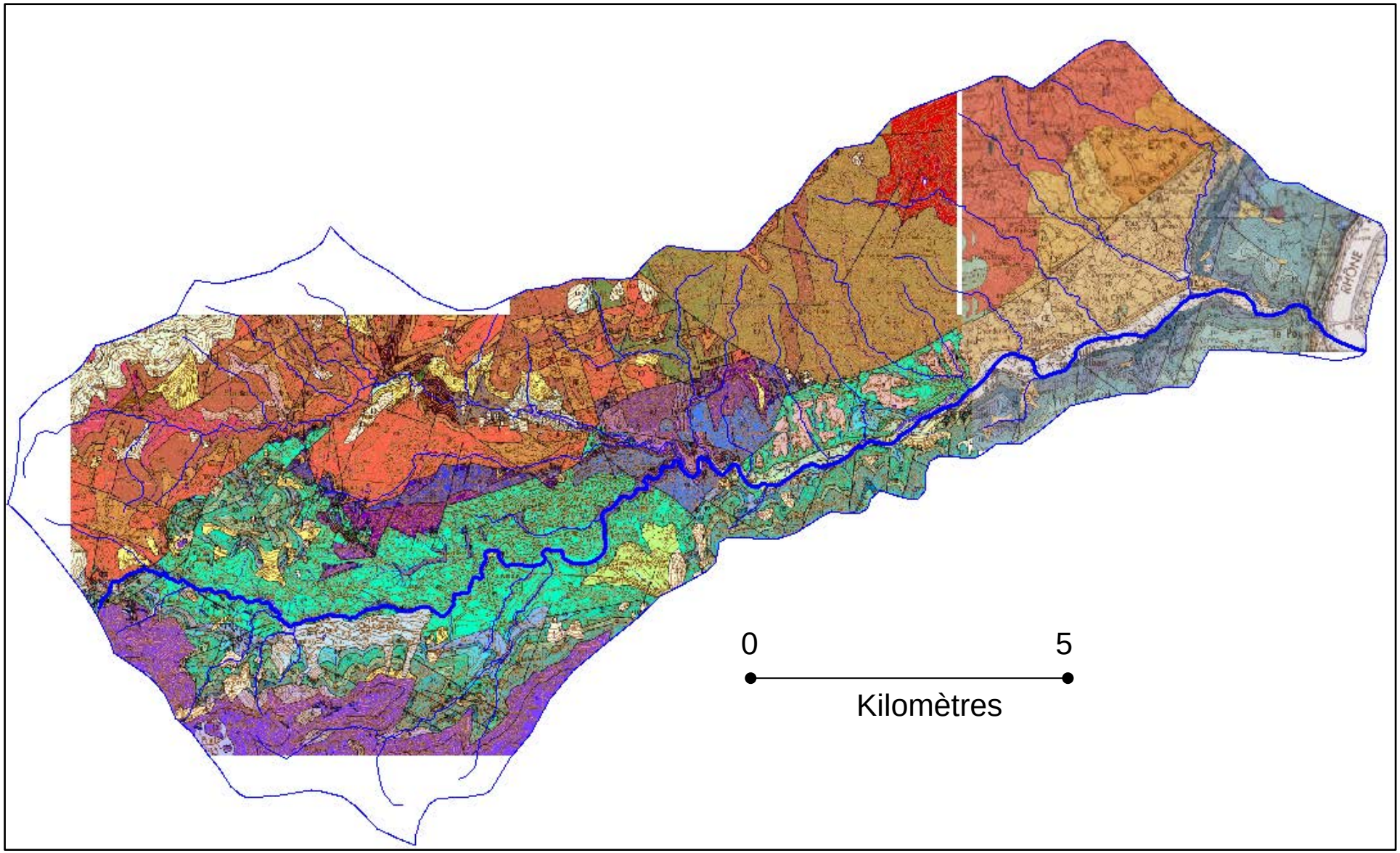


Figure 20: Contexte géologique du bassin versant de l'Ouvèze (sources : Infoterre-BRGM et BRGM)

3.2.4 Hydrographie

a. Généralités

Le bassin versant de l'Ouvèze s'étend sur une surface de 125 km² environ, depuis le Col de l'Escrinet jusqu'au Pouzin où l'Ouvèze se jette dans le Rhône. L'Ouvèze fait l'objet d'un contrat de rivière depuis 2009.

Son réseau hydrographique est dissymétrique entre l'amont et l'aval d'une part, et entre rive droite et rive gauche d'autre part. En amont, de sa source jusqu'à la confluence avec le Mézayon (son affluent principal), le chevelu hydrographique est assez peu développé. Après la confluence, les affluents se multiplient en rive gauche. Il s'agit de cours d'eau relativement modestes mais dont l'envergure augmente vers le Rhône. Le régime de ces affluents est torrentiel, à l'origine d'apports de matériaux en périodes de fortes crues.

La plus grande partie du bassin de l'Ouvèze se trouve dans la couverture jurassique (calcaires plus ou moins argileux). La partie amont des affluents rive gauche, à partir de Privas, s'écoule sur le socle cristallin (granites, migmatites) alors que l'amont du Mézayon traverse la couverture triasique (grès).

b. Débits

La Figure 21 est issue de données brutes fournies par la Banque hydro du ministère de l'écologie. Elle indique les variations de débit de l'Ouvèze relevées à la station V4305010 du Pouzin entre novembre 2012 (date des premiers relevés de la station installée en juin 2012) et juillet 2013.

Comme le montre cette figure, l'Ouvèze présente un débit modeste avec un maximum de 158,68 m^3/s relevé le 18 mai 2013 et une moyenne globale de 3,5 m^3/s.

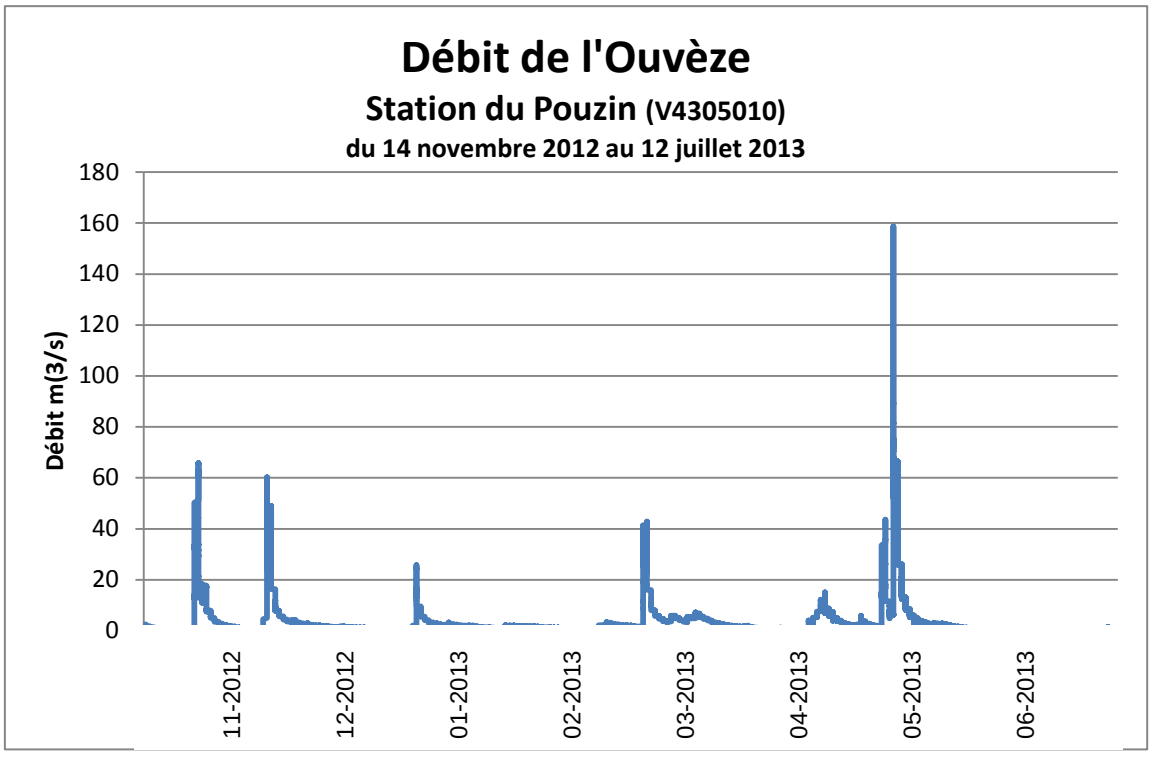


Figure 21: Variations du débit de l'Ouvèze au Pouzin (source : Banque hydro du ministère de l'écologie et du développement durable, station du Pouzin)

c. Crues

La faible dimension du bassin versant de l'Ouvèze l'inclut dans la catégorie des bassins à crues rapides. Le service de prévention des crues du grand delta (SPCGD) identifie trois faciès sur le bassin versant de l'Ouvèze [11] :

- Une moitié amont (de l'Escrinet jusqu'à Privas), présentant un faciès de vallée étroite de moyenne montagne. Ce tronçon ne présente que très peu de secteurs débordants ;
- Une petite moitié aval présentant un faciès alluvionnaire, bien délimitée latéralement, où l'Ouvèze marque assez nettement son lit majeur, en rive gauche notamment. Celui-ci est strictement bordé par les massifs du Coiron au sud et du Vivarais au nord. Les principales zones de débordement sont sur ce tronçon ;
- L'extrémité aval du bassin est formée d'un resserrement entre les deux massifs, formant un verrou particulièrement marqué sur le Pouzin.

Les crues de référence de l'Ouvèze sont :

DATE	PLUVIOMETRIE	DEBIT ESTIME AU RHONE (m^3/s)	DEGATS
Janvier et septembre 1994	-	-	Quelques dégâts et aggravation des érosions occasionnées par la crue de 1990.
30 septembre 1990	266 mm en 7 h à Privas	350	Période de retour évaluée à 35-50 ans. Suite aux travaux de 1967, l'enveloppe de crue est inférieure à celle de 1967 alors que les intensités ont été estimées similaires. Nombreux dégâts dus aux affluents rive gauche sur les communes de Flaviac à Rompon.
8 octobre 1968	-	400	-
10 août 1967	163 mm en 12 h à Privas	400	Crue liée à un mauvais entretient de la rivière (végétation dense sur les berges et le lit mineur. Charriage DDE grandes quantité de matériaux faisant barrage et augmentant l'étendue des surfaces inondées. Deux morts dans un camping au Pouzin
Octobre 1907 (Crue de référence du bassin)	600 mm en 3 jours, dont 520 mm le 9 octobre à Privas	1 330	Nombreux mouvements de terrain sur le bassin versant, destruction de route et dommages majeurs sur les terrains de l'Ouvèze et des affluents. L'eau a atteint le parapet du pont de Coux. Le pont Romain du Pouzin a été obstrué, les eaux passant en rive gauche.

Tableau 8: Historique des crues du bassin versant de l'Ouvèze

D'après des informations obtenues auprès du syndicat Ouvèze vive, dans les années 1970 et suite aux débordements de la crue de 1967, l'Ouvèze a été draguée. Environ 200 000 m^3 de sédiments ont été retirés et placés sur ses berges. Ces sédiments ont été réutilisés par les riverains, mais aucun suivi n'ayant été effectué, leur destination est inconnue.

Lors de fortes pluies, les affluents jouent un rôle important, les pluies n'étant pas suffisamment fortes pour faire déborder l'Ouvèze mais suffisantes pour le débordement des ruisseaux, ravins et petits émissaires naturels. Ces débordements ne sont pas dus aux débits mais à un mauvais entretien des affluents [12].

Il est à noter que le ruissellement est important sur le bassin versant, dû à sa morphologie et sa géologie.

3.2.5 Zones environnementales du bassin de l'Ouvèze

Bien que ne faisant pas partie des zones d'exploitation, les zones environnementales suivantes font partie du bassin de l'Ouvèze et sont donc susceptibles d'être impactées par les activités minières passées, par diffusion de la contamination via les eaux, l'air, le déplacement des sources primaires de contamination etc.

La liste suivante est issue de la base de données CARMEN et des données Infoterre (BRGM). Elle ne comprend que les zones qui se situent en aval de l'exploitation de Privas, ou à proximité de celle-ci:

- Parc naturel régional (PNR) des monts d'Ardèche : il se situe dans la partie nord du bassin versant et s'étend jusqu'à l'Ouvèze au niveau de la commune de Coux ;
- Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et florique (ZNIEFF) de type I :
    - les ruisseaux de Lyas, de l'Ubac et du Mézayon (chauves-souris, écrevisse à patte blanche, barbeau méridional, hibou, putois etc.);
    - les grottes de la Jaubernie et du Meysset (chauves-souris) ;
    - les plateaux des Gras et de Rompon (oiseaux, chauves-souris, castors, amphibiens etc.) ;
    - la serre de Gouvernement (oiseaux et chauves-souris) ;
- Zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) : le col de l'Escrinet comprenant landes et bosquets, important pour de nombreux rapaces ;
- Site inscrits (SI). Ils sont au nombre de sept dans le bassin (château, colline, grottes, chapelle, hameau, ferme et roc) ;
- Zone Natura 2000 d'intérêt communautaire (SIC) : les rivières de Rompon, Ouvèze et Payre (flore et grottes).

3.3 Contexte de la zone d'étude

Comme décrit dans le paragraphe 1.1.2, le périmètre de la zone d'étude, tel que défini dans la demande de la DREAL, est le bassin versant de l'Ouvèze.
Ce bassin s'étendant sur une superficie de 125 km², il n'a pu être analysé dans son intégralité, un maillage systématique n'étant pas envisageable. Les possibilités de contamination par des sédiments épandus et/ou des résidus réemployés ont été prises en compte. Néanmoins, la méconnaissance du devenir de ces éléments ne permettait pas d'envisager un échantillonnage systématique.

Ainsi, les zones d'étude comprennent les zones d'exploitations minières ainsi que les zones dont l'étude historique et documentaire a permis de déterminer une contamination potentielle par les activités minière passées. Elles comprennent également les points de prélèvement ayant permis la détermination d'environnements locaux témoins (cf. paragraphe 6.2.2.a*).*

Les zones d'étude n'ont pas de tracé précis, elles englobent des éléments divers tels que les zones d'activités minières (exploitation, traitement du minerai, stockage des déchets etc.), les sources de contamination secondaires (sédiments, résidus déplacés etc.), les jardins, lieux publics, chemins de promenade etc.

Dans le cadre de l'étude documentaire sur le bassin versant de l'Ouvèze, deux secteurs ont été définis :

- les secteurs de Chaliac et de Chamée (nommé **secteur de Flaviac** dans les paragraphes suivants), étudiés conjointement ;
- le **secteur de Privas**. Celui-ci ne comprenant ni dépôts de résidus, ni usines de traitement de minerais. L'étude de ce secteur concerne principalement l'impact des anciennes exploitations sur le réseau hydrographique principal, à savoir l'Ouvèze.

3.3.1 Secteur de Flaviac

a. Géologie

Le secteur de Flaviac se situe à cheval sur deux ensembles géologiques : au sud, le bassin sédimentaire marno-calcaire jurassique qui s'arrête brutalement contre la faille d'effondrement de Privas-La Voulte. Au nord, les terrains cristallins et métamorphiques anciens du Massif central.

L'exploitation de Flaviac, située au hameau de Chamée, a exploité la pyrite qui a rempli les accidents structuraux dus aux mouvements de la faille de Privas.

La Figure 22 suivante est issue des feuilles de CREST (n°842, carte géologique au 1/50 000^{e}) et de PRIVAS (feuille n°841, carte géologique au 1/50 000^{e,} **version projet**) pour les parties situées respectivement à l'est et à l'ouest de Flaviac.

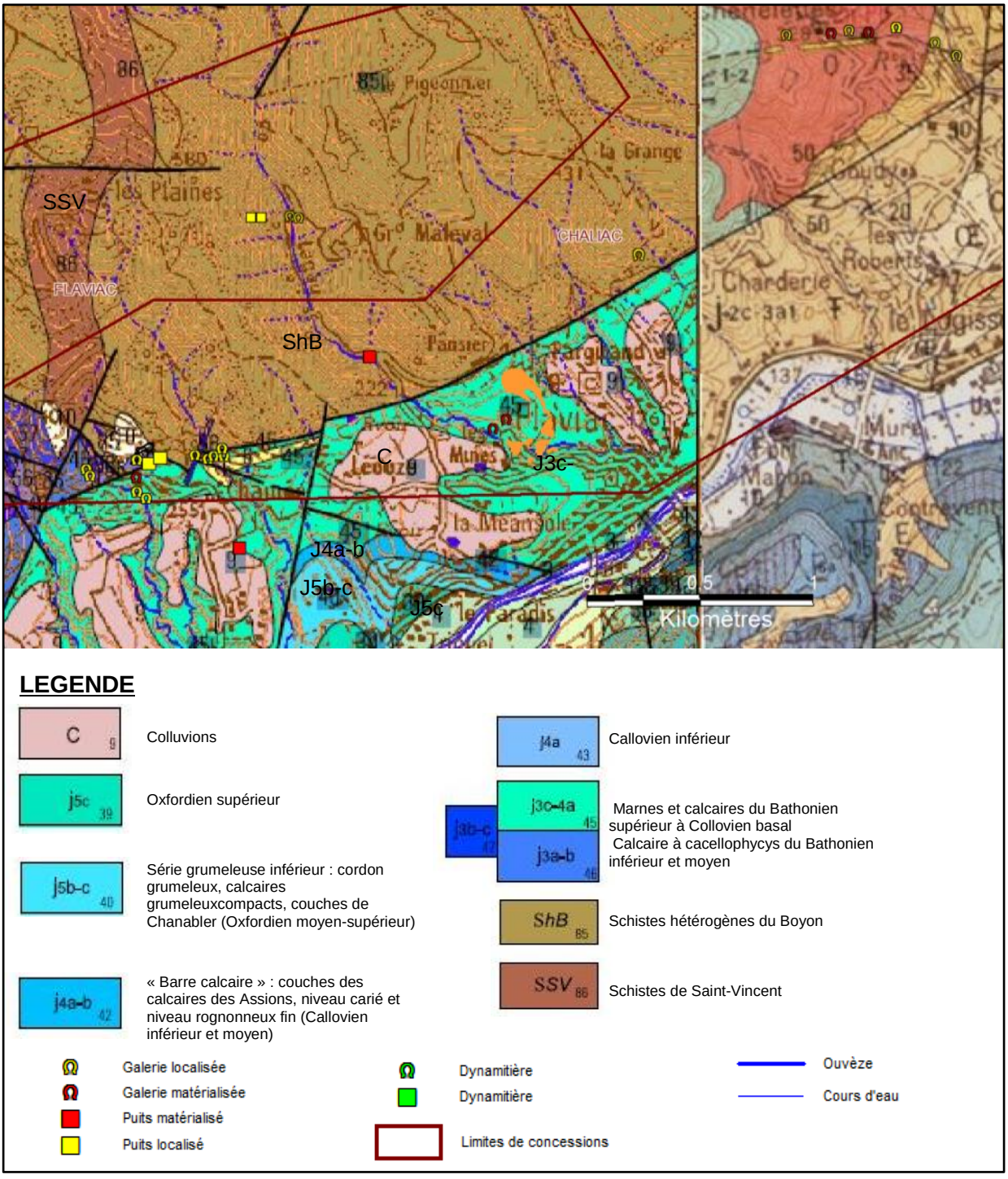


Figure 22: Extrait des cartes géologiques du Crest (feuille n°842) et de Privas (feuille n°841, version projet) au 1/50 000e

b. Cadre gîtologique

CONCESSION DE CHALIAC

La concession de Chaliac couvre les terrains cristallins qui séparent les rivières de l'Eyrieux et de l'Ouvèze. La minéralisation se situe au sein des structures filoniennes encaissées dans le socle cristallin (micaschistes), au nord de la faille de Privas-La Voulte.

Deux zones filoniennes ont été exploitées : le filon Juliette et les filons du groupe de Malleval (composé du filon de Chaliac, du filon de Combechaude et du filon Alice). Un troisième groupe de filons a fait l'objet de recherches sans exploitation : les filons de Pargirand et de la Charderie.

Le filon le plus important est situé dans un massif de granite porphyroïde gris qui encaisse le filon de Chaliac sur lequel ont porté les travaux de recherche les plus importants, puis tous les travaux d'exploitation.

Le filon Juliette

Ce filon subvertical orienté est-ouest, encaissé dans les micaschistes, présente une épaisseur de 1 m à 1,5 m. Sa minéralisation est constituée de blende et de galène dans une gangue de quartz pyriteuse, la roche encaissante étant un granite à gros éléments. Il affleure entre les ruisseaux de Vendèze et de Lagau sur une distance de 3 km.

Les travaux ont porté sur trois niveaux, le niveau intermédiaire et le niveau supérieur (Juliette) présentaient une teneur moyenne de 14,8 % de zinc, 4,5 % de plomb et 80 g d'argent à la tonne de plomb.

Les filons de Malleval

Le pendage de ces filons est subvertical avec une tendance vers le sud. La minéralisation est constituée de galène, blende, chalcopyrite, pyrite, cuivre-gris, marcasite, chalcocite dans une gangue quartzeuse.

En 1893, une descenderie ouverte dans les filons Malleval donnait 14% de plomb et 1,3 kg d'argent à la tonne de plomb.

Trois filons ont été explorés : le filon Combechaude au nord, exploité en 1906, le filon Chaliac et le filon Alice, au sud.

Les sites de la Charderie et de Pargirand

La minéralisation est constituée de mispickel et de chalcopyrite avec un peu de chalcocite et de blende dans une gangue quartzeuse.

CONCESSION DE FLAVIAC – CHAMEE

Il semble qu'ont été exploités :

- la minéralisation ferrifère stratiforme située dans le prolongement de Privas, à la limite du Bajocien et du Bathonien supérieur. Au mur se trouvent des calcaires à entroques et au toit, des marnes siliceuses.

  Le minerai stratiforme était constitué d'une alternance de passées rouges hématitiques et de passées noires avec de nombreux grains de quartz. La pâte est calcaro-marneuse et riche en hématite ;
- La pyrite issue du remplissage des accidents structuraux.

c. Hydrogéologie

Le socle micaschisteux peut présenter des réserves d'eau ponctuelles mais la présence d'une nappe continue de grande dimension est peu probable.

La BSS disponible sur Infoterre ne recense aucun ouvrage à proximité des zones d'exploitation ou des vestiges de celles-ci (bâtiments, dépôts, bassins etc.).

Les témoignages oraux indiquent qu'il n'y a pas de puits privés sur la commune de Flaviac. Toutefois, la présence de puits non recensés n'est pas exclue mais aucune information n'a permis d'en localiser. Pour la suite de l'étude, il sera donc considéré qu'aucune nappe d'eau souterraine utilisée pour l'alimentation en eau potable n'est présente au droit des sites étudiés du secteur.

d. Occupation des sols

Le plan local d'urbanisme (PLU) de la commune de Flaviac, approuvé le 26 juin 2006 [9], indique que (cf. Figure 23) :

- les zones des laveries, des dépôts et des bassins sont en zone naturelle (N), c'est-à-dire en zone naturelle et forestière, à protéger, de même que les champs situés au sud-est du Terril de Pansier.

  Cette zone est constructible dès lors que les constructions ne portent pas atteinte aux intérêts protégés.
- Les champs situés au sud du Terril de Pansier et au nord des laveries sont en zone agricole, de même que ceux situés au sud-est du terril de Pansier ;
- Les marnes situées au nord de la petite laverie sont en zone naturelle à risque d'érosion (Nr).

Aucune extension de l'urbanisation n'est envisagée dans ces zones.

Figure 23: Extrait du PLU de Flaviac – 2006

L'exploitation de Chamée est, quant à elle, en zone peu dense à vocation d'habitat (UC) pour la partie comprenant l'habitation et la zone à l'est de l'ancienne usine de couperose. La partie ouest, comprenant les murs de l'ancienne usine et l'entrée de la galerie, sont en zone naturelle (N) (cf. Figure 24).

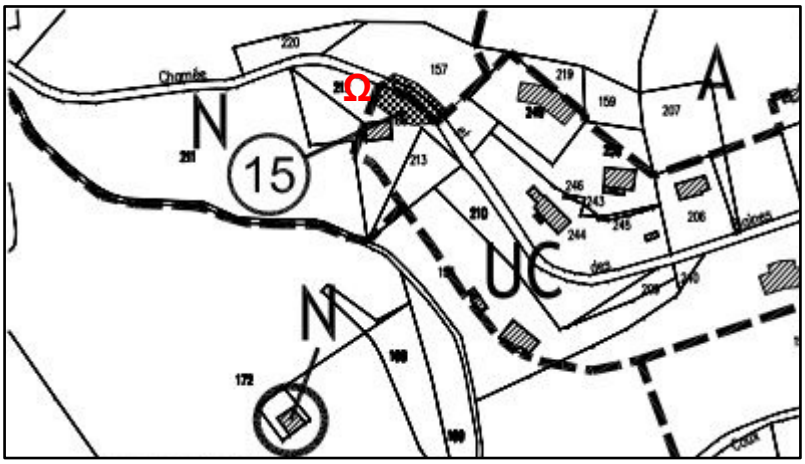


Figure 24: Extrait du PLU de Flaviac-exploitation de Chamée – 2006
Le symbole Ω indique la position approximative de la galerie d'écoulement

e. Contexte environnemental

Le secteur de Flaviac (ainsi que l'exploitation de Chamée) ne s'inscrit dans aucune zone environnementale recensée dans la base de données CARMEN ni dans les données visibles sur Infoterre du BRGM.

3.3.2 Secteur de Privas

a. Géologie

La géologie du secteur de Privas consiste en un bassin sédimentaire marno-calcaire daté du Dogger : marnes friables du Callovien et calcaires du Bathonien supérieur, extrêmement faillée dans la partie nord, à la limite avec le socle. Dans ce secteur, l'Ouvèze a creusé son lit dans le Lias.

La Figure 25 suivante schématise la structuration du secteur, depuis les plateaux du Coiron, jusqu'au socle micaschisteux, en passant par Privas et l'Ouvèze.

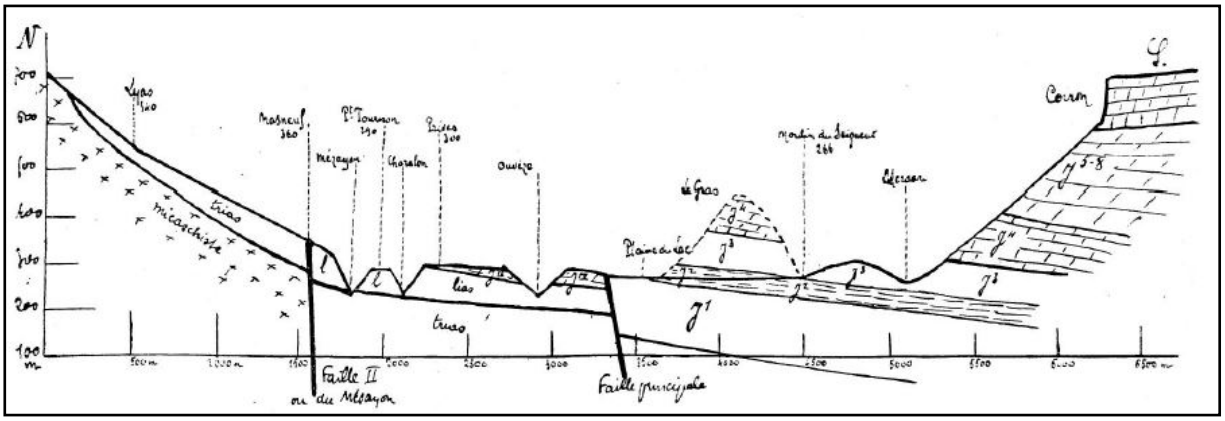


Figure 25: Coupe schématique N-S du secteur de Privas [7]

La Figure 26, est un extrait de la carte géologique de Privas (feuille n° 841, **version projet**).

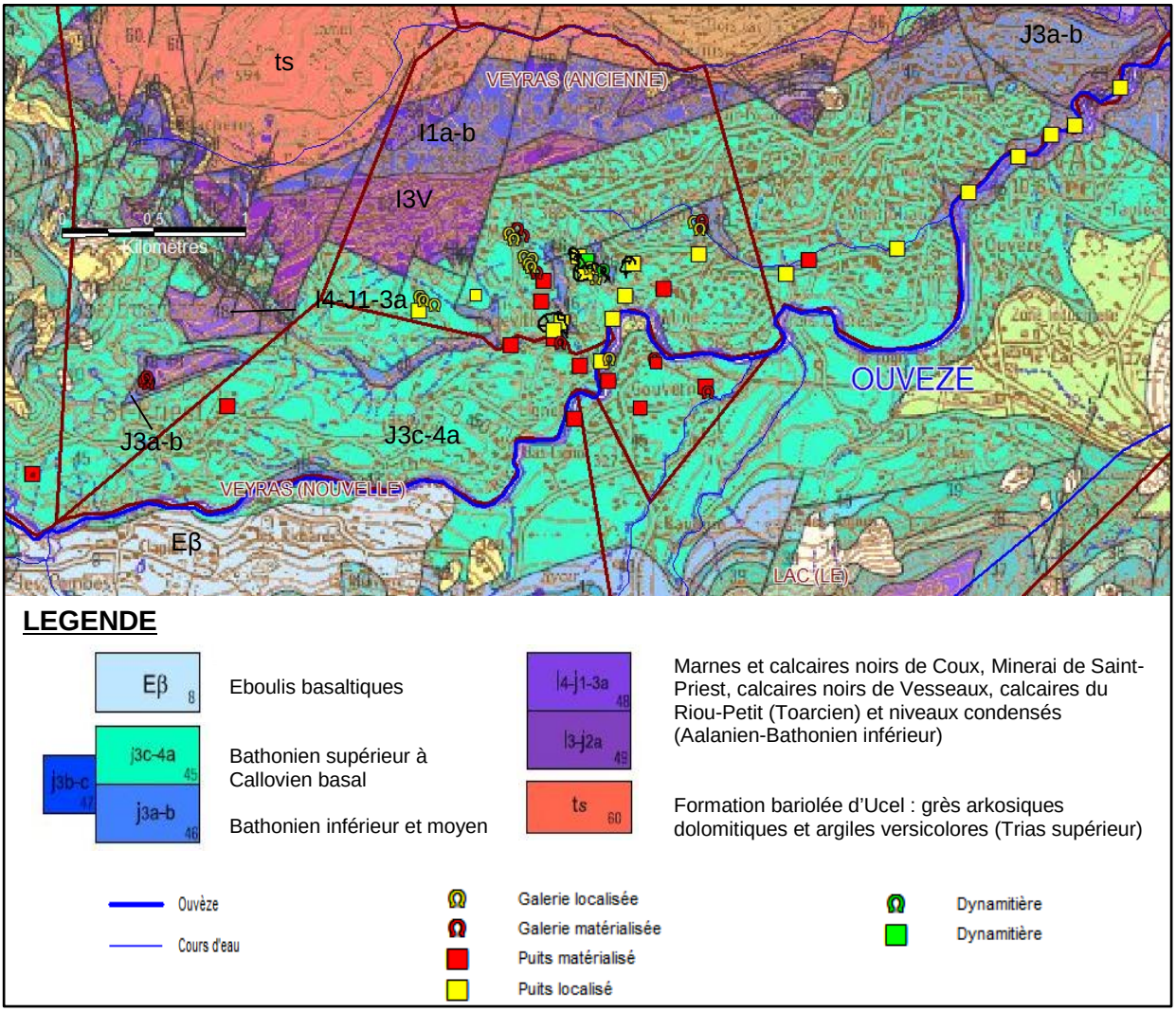


Figure 26: Extrait de la carte géologique de Privas au 1/50 000e (feuille n°841, version projet)

b. Cadre gîtologique

La concentration ferrifère stratiforme de Privas est connue sur 4,5 km de longueur en direction est-ouest, et 1,7 km dans le sens nord-sud. Le gisement est constitué d'une couche lenticulaire hématitique très aplatie plongeant vers le SSW avec une pente d'environ 30°. La puissance, qui est de 1,5 m aux affleurements, peut atteindre 7,5 m.

Le minerai ferrifère comprend deux couches stratiformes mais seule la couche supérieure, plus puissante, a fait l'objet d'une exploitation intensive. Il est constitué d'hématite et de limonite contenant environ 40 % de fer et 20 % de silice.
La couche exploitée est formée de deux bancs séparés par un intercalaire carbonaté de 20 à 70 cm de puissance. La structure du banc supérieur est feuilletée tandis que celle du banc inférieur est agatisée en boules. Ces deux bancs présentent une teneur en fer similaire même si celle du banc agatisé est sensiblement supérieure.

De nombreuses failles de directions variées découpent le gisement de Privas mais deux directions préférentielles sont à noter : N120° et sa conjuguée N30°. Ces failles induisent de faibles rejets allant de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres, le sens étant variable.

La Figure 27 suivante schématise le banc minéralisé au sein du bassin sédimentaire.

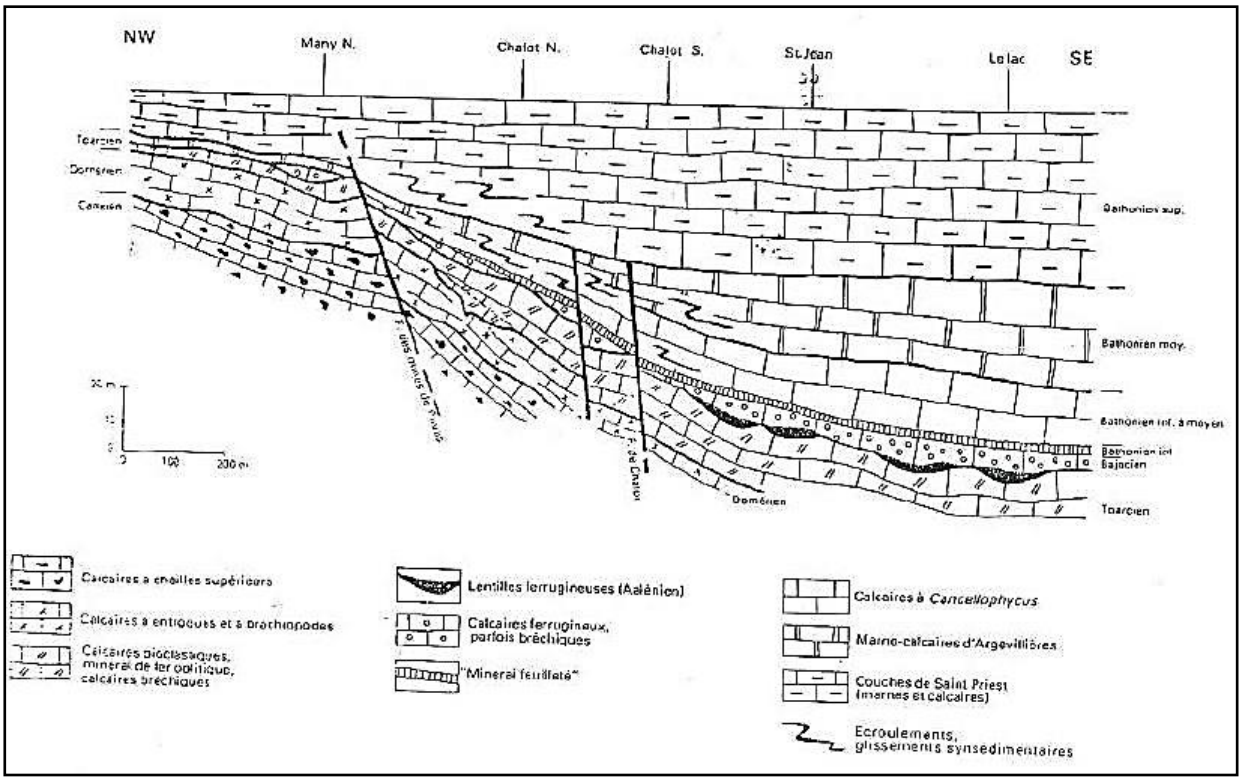


Figure 27: Situation paléogéographique du minerai de fer de Privas. Source [8]

c. Hydrogéologie

La BSS recense plusieurs ouvrages au sein de la commune de Privas. Les forages situés entre l'Ouvèze et le Mézayon indiquent un niveau d'eau à environ 20-30 m de profondeur, dans les calcaires gris liasiques. A St-Priest, un forage indique une masse d'eau à environ 125 m de profondeur, dans les calcaires gris également.

d. Contexte environnemental

Le secteur de Privas est concerné par la présence d'une Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et florique (ZNIEFF) de type II : « Plateau et contreforts du Coiron ». Il s'agit d'une table basaltique où abondent une faune et une flore d'intérêt (cytise à longs rameaux, écrevisse à patte blanche, alouette des champs etc.). Le Coiron est voué à l'élevage ovin et bovin. L'annexe 4 comprend la fiche descriptive de cette ZNIEFF II.

3.3.3 Contextes communs aux secteurs de Privas et de Flaviac

a. Climatologie

La station météorologique accessible la plus proche du bassin versant de l'Ouvèze est celle de Montélimar, située à environ 20 km au sud-ouest. La Figure 28 suivante, synthétise la direction des vents de 1991 à 2010 et indique une direction majeure des courants vers le nord-nord-est.

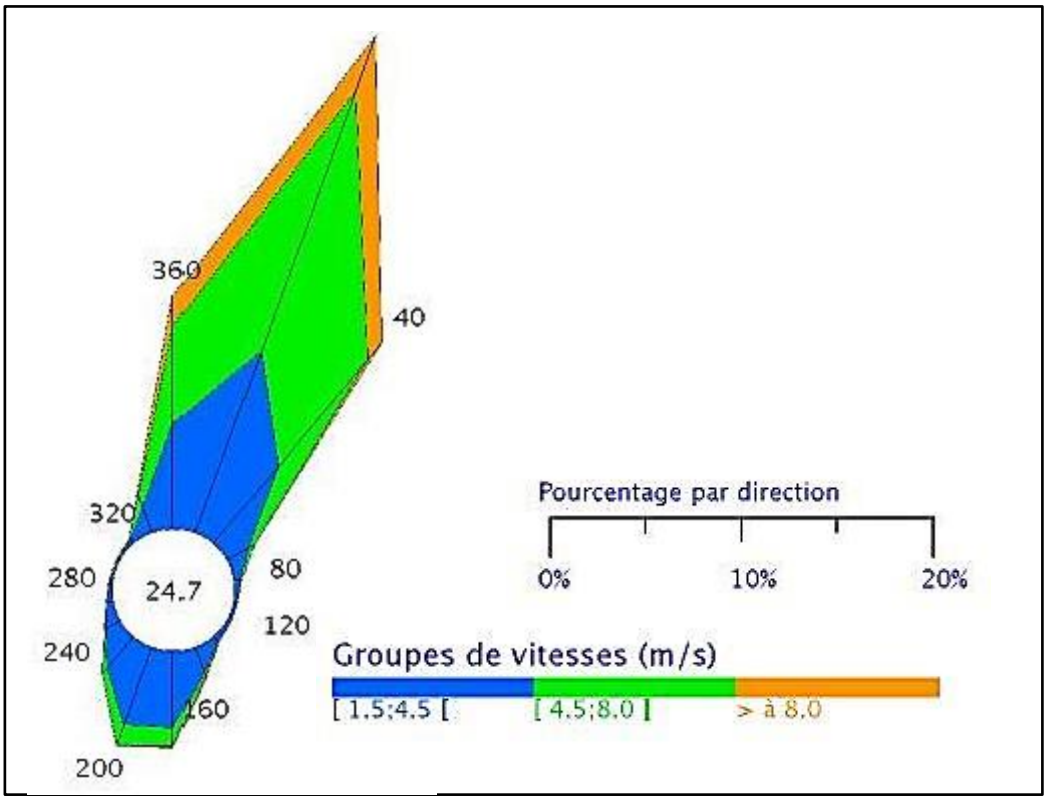


Figure 28: Direction des vents-station de Montélimar, Ardèche (source : données Météo France)

b. Qualité des eaux de surface

Une étude menée par Iris consultant sur l'initiative du syndicat Ouvèze vive, sur la qualité des cours d'eau du bassin de l'Ouvèze pour l'année 2010 conclut que « *la contamination métallique est significative pour le Lagau et le Vendèze, affluents de l'Ouvèze, dès l'amont, depuis Flaviac jusqu'au Rhône* », comme le montre la figure 30 [10].

Toutefois, la comparaison aux résultats d'une étude similaire réalisée en 2000 indique que cette contamination s'est stabilisée ou améliorée pour l'Ouvèze, le Lagau et le Mézayon aval tandis qu'elle s'est accentuée pour le Vendèze.

Il est à noter que cette étude s'est attachée à la caractérisation des cours d'eau, sans prise en compte des environnement locaux témoins, permettant de définir une qualité des cours d'eau exempt d'actions anthropiques.

L'Ouvèze fait l'objet de rejets de stations d'épuration en trois points, matérialisés à l'aide d'une étoile jaune sur la Figure 29 suivante.

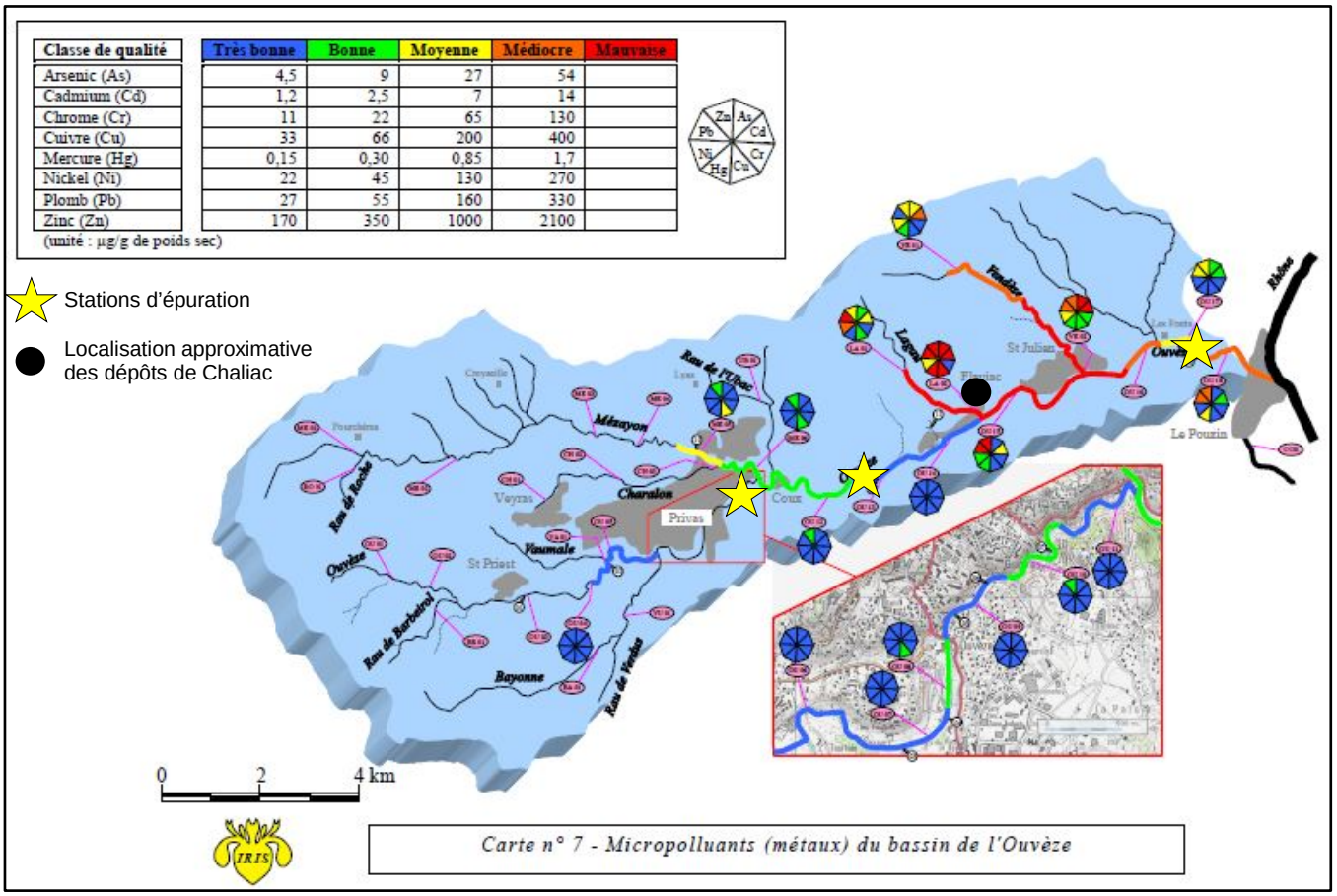


Figure 29: Extrait du rapport d'Iris consultants (2011) indiquant les concentrations en métaux du bassin

3.4 Usages et enjeux

3.4.1 Population locale

Les anciennes exploitations minières du secteur de Privas ne présentant pas d'installations de surface potentiellement impactantes au vue de l'étude historique et documentaire, seule la commune de Flaviac fera ici l'objet d'une étude administrative succincte. Elle englobe les exploitations de Chaliac et de Flaviac (Chamée).

En 2010, la commune de Flaviac comptait 1 113 habitants. D'après les informations de recensement de l'INSEE, en 2009, elle en comptait 1 104, dont une proportion d'enfants d'environ 17 % (0 à 14 ans). La tranche d'âge la plus importante, comprenant environ 25 % des habitants, est celle des 45 à 59 ans (cf. Figure 30 suivante).

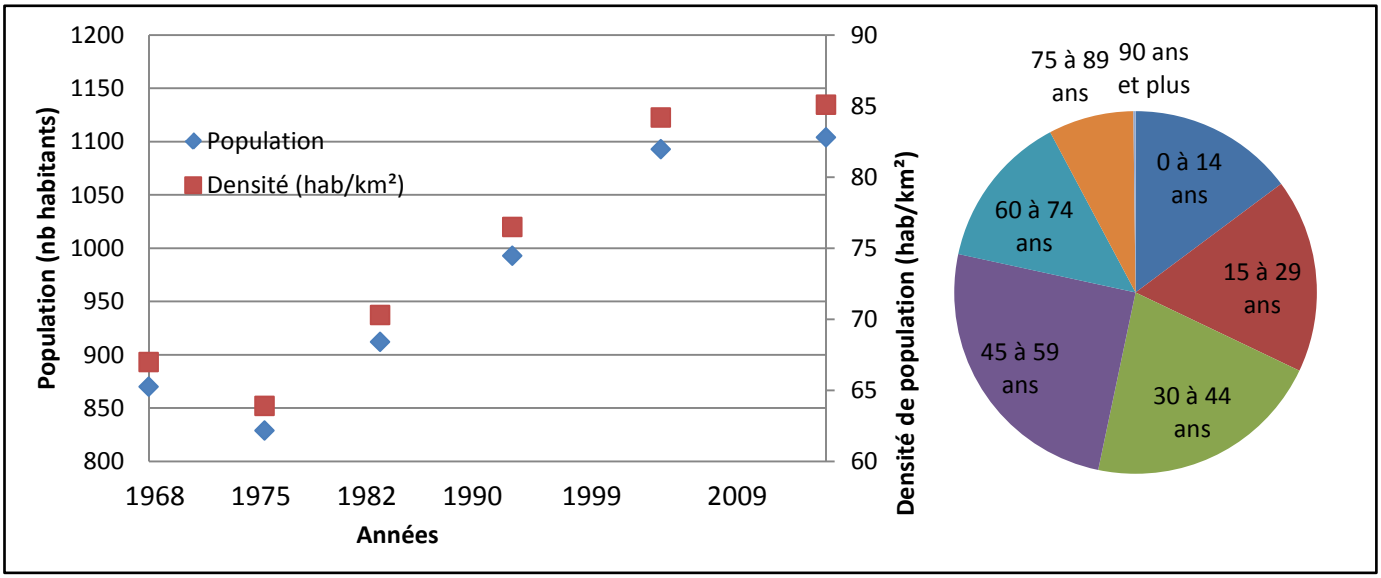


Figure 30: Répartition de la population de la commune de Flaviac entre 1968 et 2009

En 2009, la proportion de résidences secondaires, par rapport à l'ensemble des types résidentiels était de 4,6 %.

L'INSEE recense, au 31 décembre 2010, 71 établissements actifs à Flaviac (cf. Figure 31 suivante).

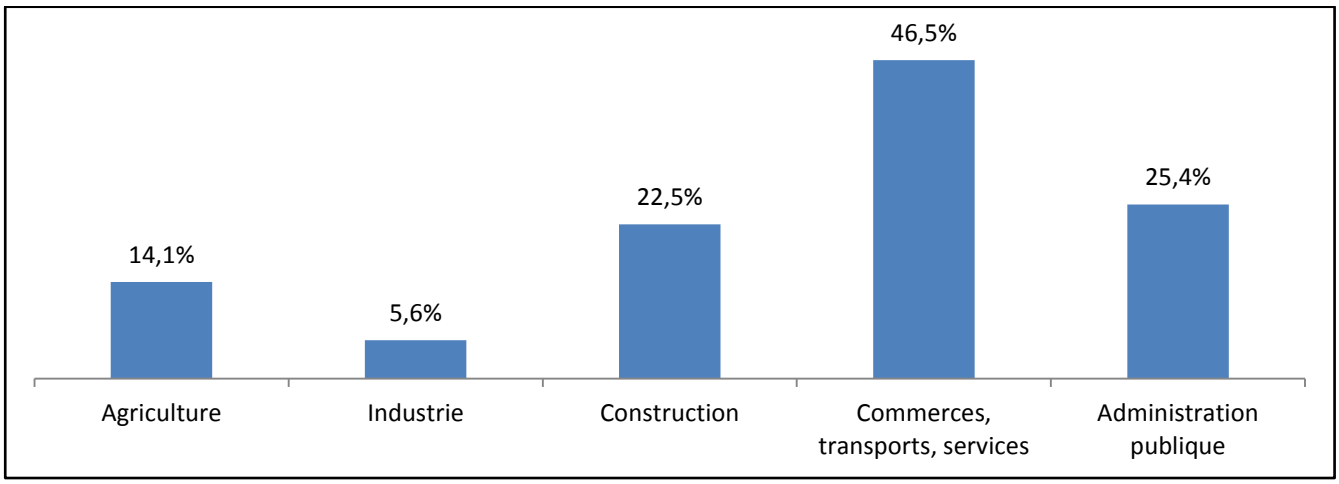


Figure 31: Répartition des établissements publics de la commune de Flaviac au 31-12-10

La commune compte un établissement accueillant des enfants, il se situe le long de la route menant à Privas et est éloigné de l'exploitation. Il ne semble pas qu'elle compte d'établissements accueillant des personnes malades ou âgées.

3.4.2 Eaux souterraines

L'alimentation en eau potable de Privas et des communes limitrophes provient de forages situés en tête de bassin (cours d'eau : Ouvèze, Charalon, Mézayon et Verdus ; cf. figure 33) et gérés par le Syndicat des eaux du bassin de Privas (SEBP). A partir de l'aval de Coux, l'eau potable des communes de Flaviac, St-Julien-en-St-Alban, Rompon et le Pouzin est gérée par le syndicat Ouvèze-Payre et provient de la nappe du Rhône.

L'agence régionale de santé (ARS) Rhône-Alpes recense 9 captages AEP sur les communes d'intérêt pour cette étude, à savoir (d'ouest en est) : Saint-Priest, Veyras, Lyas, Privas, Coux, Flaviac, Saint-Julien-en-Saint-Alban, Rompon et Le Pouzin.

Ces captages sont listés dans le tableau de la Figure 32 et localisés sur la Figure 33.

AGENCE REGIONALE DE SANTE RHONE ALPES

Délégation territoriale de L'Ardèche

Service : Environnement et Santé

Recensement des captages AEP

PRO - Commune(s) des PP - Nom	UGE - Nom	PSV - Commune - Nom	INS - Type - Code	INS - Nom	CAP - BSS - Code	INS - Code	INS - Usage direct - Libellé	INS - Etat - Code	CAP - Type de ressource - Libellé	CAP - Type - Nom	PRO - Etat procédure - Libellé	PRO - Avis géologue - Date	PRO - D.U.P. - Date
LE POUZIN	OUVEZE PAYRE SYNDICALE	LE POUZIN	CAP	PAYRE	842-1X-20	001385	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ACT	PERMANENT	PUITS (NAPPE PEU PROFONDE)	Procédure terminée (captage public)	20/01/1997	12/08/1997
ROMPON	OUVEZE PAYRE SYNDICALE	LE POUZIN	CAP	PAYRE	842-1X-20	001385	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ACT	PERMANENT	PUITS (NAPPE PEU PROFONDE)	Procédure terminée (captage public)	20/01/1997	12/08/1997
ROMPON	ROMPON COMMUNALE	ROMPON	CAP	FONTAINE LA POSTE	842-1X-40	000572	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ACT	PERMANENT	SOURCE (CAPT D'UNE EMERGENCE)	Procédure terminée (captage public)	29/12/1997	04/08/1999
PRIVAS	SEBP SYNDICALE	FREYSSENET	CAP	BOUCHET	841-7X-16	001217	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ACT	PERMANENT	SOURCE (CAPT D'UNE EMERGENCE)	Procédure terminée (captage public)	22/07/2009	12/07/2011
PRIVAS	SEBP SYNDICALE	FREYSSENET	CAP	VERDUS	841-7X-15	001221	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ACT	PERMANENT	SOURCE (CAPT D'UNE EMERGENCE)	Procédure terminée (captage public)	22/07/2009	12/07/2011
PRIVAS	SEBP SYNDICALE	VEYRAS	CAP	LA BAREZE	841-3X-38	001564	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ACT	SECOURS ACTIF-UTILISATION NON CHRO.	FORAGE(EAU PROFONDE)	Procédure terminée (captage public)	20/01/1986	04/11/1988
VEYRAS	SEBP SYNDICALE	VEYRAS	CAP	LA BAREZE	841-3X-38	001564	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ACT	SECOURS ACTIF-UTILISATION NON CHRO.	FORAGE(EAU PROFONDE)	Procédure terminée (captage public)	20/01/1986	04/11/1988
VEYRAS	SEBP SYNDICALE	VEYRAS	CAP	LA SELVE	841-3X-37	001568	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ABO	SECOURS ACTIF-UTILISATION NON CHRO.	PUITS (NAPPE PEU PROFONDE)	Procédure terminée (captage public)	10/12/1986	05/12/1972
COUX	SEBP SYNDICALE	COUX	CAP	ONCLAIRE	841-4X-10	000159	ADDUCTION COLLECTIVE PUBLIQUE	ABO	ABANDON	SOURCE (CAPT D'UNE EMERGENCE)	Procédure non poursuivie	14/12/1961	

Figure 32: Recensement des captages AEP portés à connaissance dans les communes du bassin de l'Ouvèze (source : ARS Rhône-Alpes, août 2012)

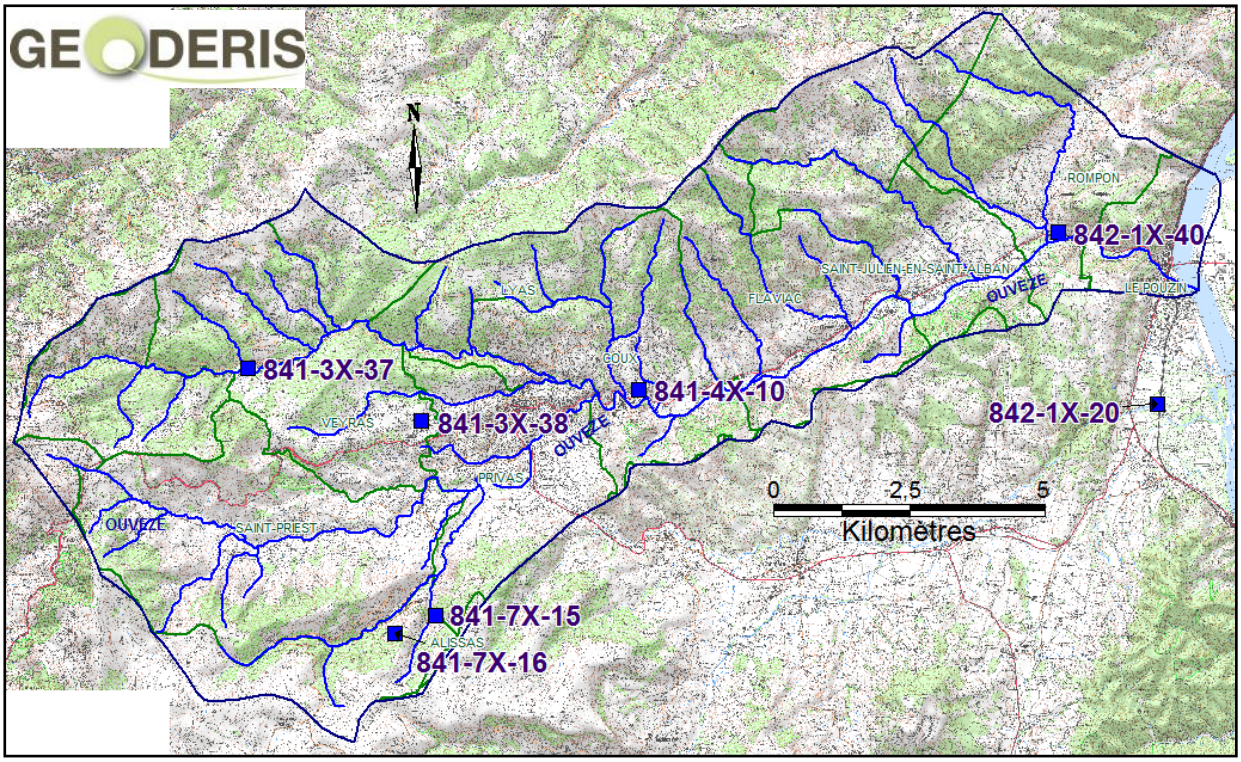


Figure 33: Localisation des captages AEP du bassin de l'Ouvèze

Les captages 842-1X-20, 842-1X-40, 841-7X-15 et 841-7X-16 de 2009 à 2012 sont actifs tandis que les autres sont soit utilisés en cas de besoin (841-3X-37 et 841-3X-38), soit abandonnés (841-4X-10).

Les bilans qualité indiquent que les seuls captages actifs situés sur la commune de Privas présentent, aux périodes analysées, des concentrations en fer total nulles. Il en va de même pour les autres éléments métalliques (antimoine, arsenic, bore, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, sélénium, zinc et fluorures) exceptés une valeur de 1,5 µg/L pour le chrome dans un échantillon du captage 841-7X-16.

Un captage actif est situé en aval hydraulique de l'Ouvèze, dans la commune de Rompon, le captage 842-1X-40. Le débit y est trop faible pour avoir permis l'analyse de tous les éléments dont les éléments métalliques. Toutefois, les mesures de pH indiquent une eau neutre à légèrement basique (entre 7,85 et 8,10). Ce captage est issu d'une émergence et au vu de l'éloignement des travaux miniers, il est peu probable qu'il soit impacté par l'exploitation minière.

Par ailleurs, les témoignages oraux du maire de Flaviac et de l'adjoint au maire de St-Julien-en-St-Alban, indiquent qu'il n'y a pas de puits privés non déclarés sur leurs communes. L'hypothèse qu'il en existe n'est cependant pas exclue, mais dans la mesure où ils ne sont pas connus, aucune analyse n'a pu être effectuée.

3.5 Observations de terrain

3.5.1 Eaux de surface

L'Ouvèze et ses affluents constituent une source d'eau importante pour la population de son bassin versant. Divers usages ont été constatés sur l'Ouvèze, le Lagau, le Vendèze et l'Erries, listés ci-dessous :

- **Abreuvage et irrigation :** en de nombreux points le long de l'Ouvèze, des tuyaux ont été observés, permettant le pompage de l'eau probablement pour l'abreuvage de bovins et l'irrigation de cultures ;
- **Irrigation de jardins potagers :** l'Ouvèze, le Vendèze et le Lagau font tous trois l'objet de prélèvement pour l'irrigation des jardins potagers mais le Lagau est le cours d'eau sur lequel la majorité des prélèvements ont été observés (cf. Figure 34).

Figure 34: Localisation des prélèvements d'eau observés dans le Lagau

- **Baignade :** la baignade n'est pas autorisée sur l'Ouvèze mais des témoignages oraux indiquent que riverains et estivants se baignent tout le long de l'Ouvèze. Des baigneurs ont été observés dans le Vendèze mais aucun indice n'a été relevé dans le Lagau. Toutefois, cet usage n'est pas exclu ;

- **Pêche :** l'étude réalisée par Iris consultants en 2010 indique que deux fédérations de pêche assurent la gestion piscicole du bassin. L'Ouvèze à l'amont de Privas et ses affluents sont en première catégorie piscicole mais, durant les visites de terrain, aucun indice de pêche n'a été relevé dans les affluents visités. Le guide 2013 de la pêche indique, par ailleurs, que l'Ouvèze est un parcours « no kill » mouche, signifiant que le poisson pêché n'est pas supposé être consommé ;

- **Rejet de stations d'épuration et communaux :** trois points de rejets de station d'épuration sont présents le long de l'Ouvèze (cf. Figure 29) et plusieurs communes possèdent des points de rejet, tel que celui situé en amont de la confluence Lagau-Ouvèze, sur le Lagau (cf. figure 35 ci-dessus).

3.5.2 Sols

La description des usages des sols se concentrera sur les zones proches des anciennes exploitations minières ou pouvant potentiellement être impactées par celles-ci.

Chaliac

Comme indiqué dans le paragraphe 3.3.1.d, les parcelles situées à proximité immédiate de l'exploitation sont enregistrées, dans le PLU de Flaviac de 2006, en tant que zones naturelles et zones agricoles, sans projets d'expansion de l'urbanisation.

Les berges du Lagau sont, quant à elles, considérées comme zone naturelle jusqu'à la confluence avec un ru longeant le Terril de Pansier, puis en zone urbaine jusqu'à l'Ouvèze.

La Figure 35 suivante indique les divers usages identifiés lors des visites de terrain, à proximité des zones de laveries, bassins et dépôts et des témoignages oraux collectés :

- Six logements permanents (dont deux anciens bâtiments administratifs de l'exploitation) ;
- Deux points de prélèvements des eaux du Lagau à des fins d'irrigation de potagers ;

  Quatre jardins potagers :
  - fruits, légumes et vignes ;
  - volailles, fruits et légumes.
- diverses activités de loisirs :
  - promenades piétonnes ;
  - promenades à vélo ;
  - moto-cross sur le Terril de Pansier et les grands bassins ;
- des zones de cultures qui sont probablement utilisées pour le fourrage. Aucune information n'a pu être collectée auprès de la mairie de Flaviac ni auprès des propriétaires quant à l'utilisation des produits de ces cultures.

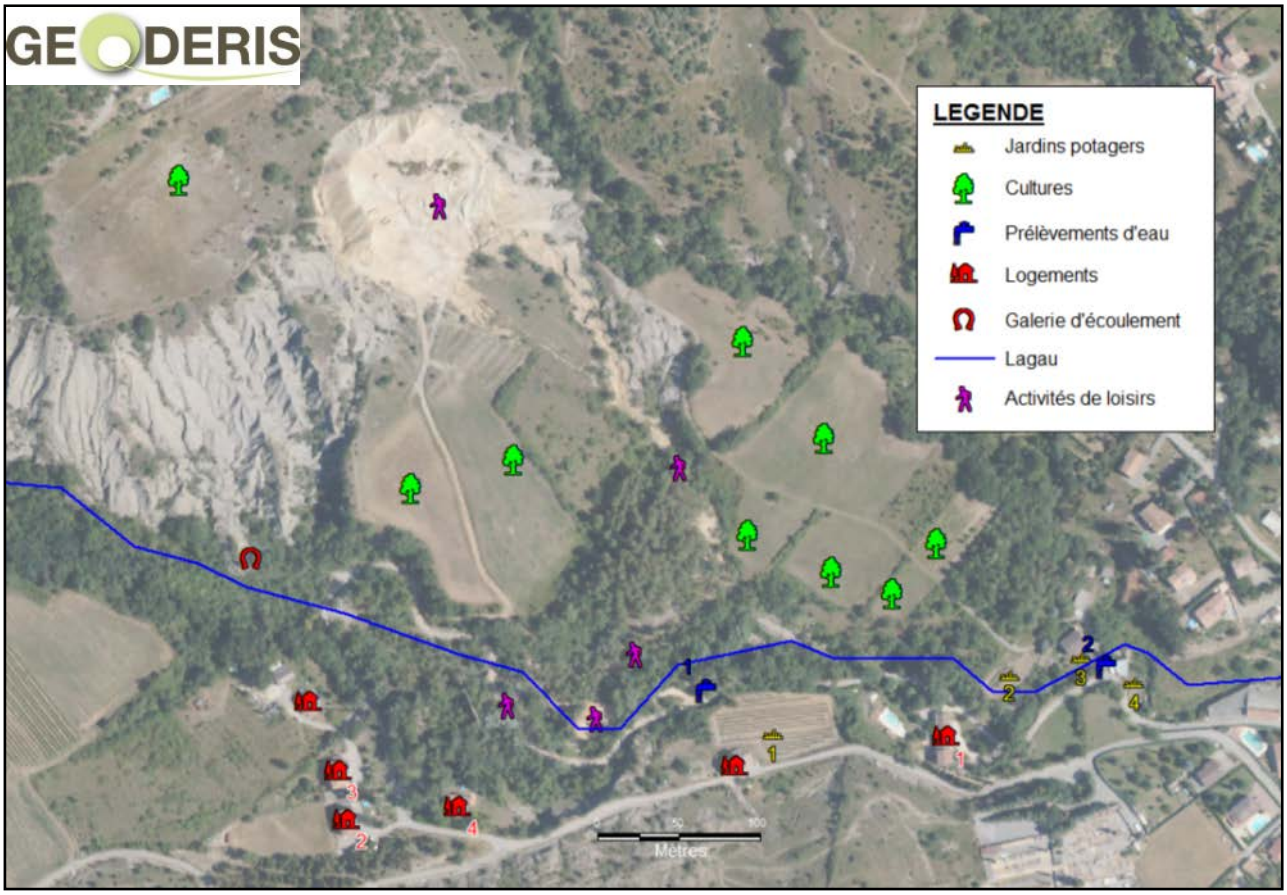


Figure 35: Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes de Chaliac

Aucune activité de pêche n'a été observée dans le Lagau. Des témoignages oraux assurent qu'il n'y en a aucune, le Lagau étant notoirement contaminé et exempt de poissons.

Chamée

Sur l'ancienne exploitation de Chamée, les sources potentiellement contaminantes sont relativement restreintes et s'étendent sur six parcelles privées, recensées dans le PLU de Flaviac en zone urbaine peu dense et zone naturelle (cf. paragraphe 3.3.1.d).

Le cours d'eau situé au sud de l'exploitation est temporaire et son débit, même en période de hautes eaux, est très faible. De plus, les sources de contamination potentielles identifiées sont peu nombreuses. Les usages identifiés à l'aval de Chamée sont exclusivement des cultures et, au vu du débit, il est peu probable que ce cours d'eau soit utilisé pour l'irrigation.

Les usages constatés sont représentés sur la Figure 36 suivante, à savoir :

- Des logements permanents au nombre de quatre, à proximité des zones potentiellement contaminantes (logements 8, 9 et 10) ;
- Un logement temporaire (logement 7) ;
- Un jardin potager de fruits et légumes ;
- Un prélèvement d'eau souterraine pour l'irrigation du potager ;
- Une zone d'élevage de bovins : des chèvres paissent en aval hydraulique de la galerie d'écoulement ;
- Des zones cultivées, en aval hydraulique de la zone d'exploitation (seules les cultures les plus proches sont représentées sur la Figure 36).

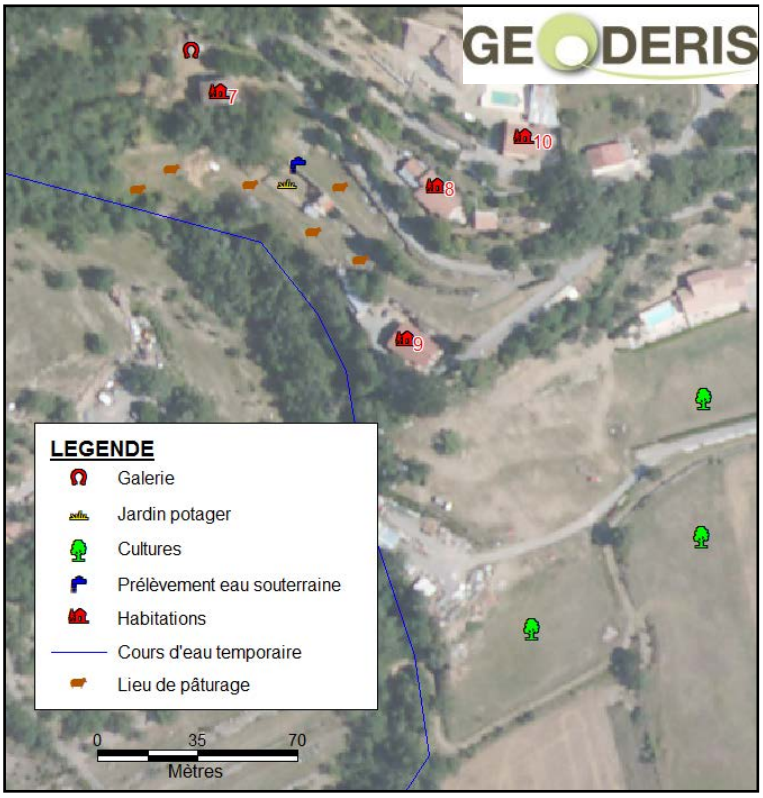


Figure 36: Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes de Chamée

Filon Juliette

Le seul usage recensé dans la zone du filon Juliette est un chemin de randonnée courant le long de l'Erries et passant devant la galerie identifiée dans cette zone. En aval, l'Erries rejoint le Vendèze le long duquel divers usages ont été constatés durant les visites de terrain dont un prélèvement d'eau pour l'irrigation d'un potager, un lieu de baignade, divers logements ainsi que des cultures (seuls quelques points représentant logements et cultures ont été reportés sur la Figure 37 suivante).

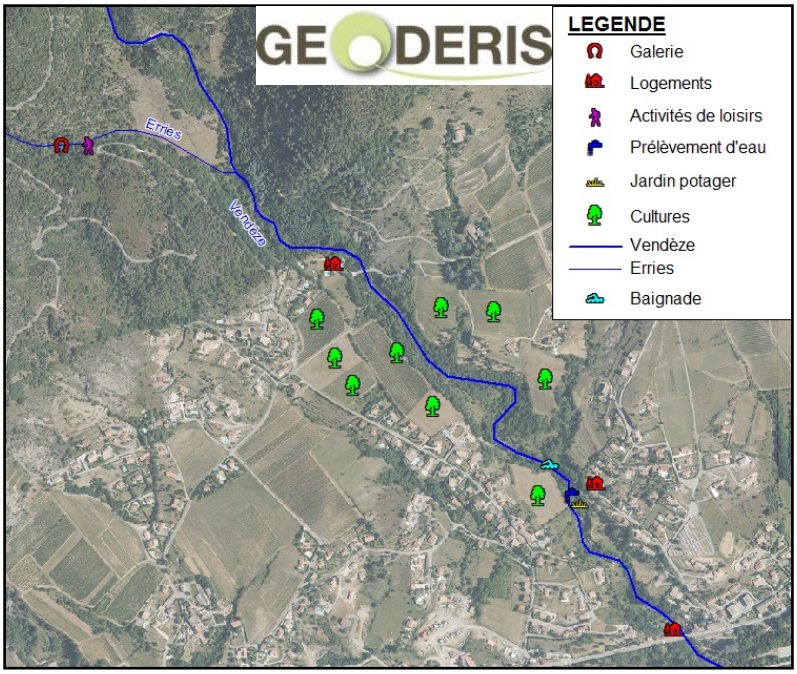


Figure 37: Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes du filon Juliette

4 SOURCES DE POLLUTION ET VECTEURS DE TRANSFERT POTENTIELS

4.1 Sources

La « source » de contamination désigne le milieu à partir duquel les substances non désirables s'accumulent ou initient le transfert vers d'autres milieux.

Les données de l'étude historique et documentaire, les visites de terrain ainsi que les témoignages oraux permettent d'identifier les sources primaires et les sources secondaires potentielles de contamination suivantes :

Sources primaires (en rouge dans le Tableau 9):

- Les trois zones de bassins de décantation ;

  Il est à noter que des départ de particules vers le Lagau ont été observés (cf. figure 39) ;
- Les dépôts de résidus, à savoir le terril de Pansier et les dépôts des petite et grande laveries ;
- Les briques fabriquées à partir des résidus et les sables utilisés à diverses fins (non étudiées car les seules retrouvées forment le vestige d'un pilier de l'ancienne exploitation) ;
- Les stockages d'explosifs (dynamitières du secteur de Privas).

Sources secondaires (en bleu dans le Tableau 9) :

- Les sols situés aux alentours des laveries, des bassins, des dépôts, des lieux de transport du minerai et des résidus et les terrasses alluviales de l'Ouvèze ;
- Les sédiments du Lagau, de l'Ouvèze, de l'Erries et du Vendèze. Ayant été épandus dans diverses zones inconnues du bassin de l'Ouvèze, ils deviennent une source de contamination ;
- Le drainage minier acide (DMA) issu du Terril de Pansier ;
- Les concrétions du filon Juliette ;
- Les émergences minières.

Figure 38: Départ de résidus depuis les grands bassins vers le Lagau

Le Tableau 9 décrit ces sources ainsi que les éléments potentiellement contaminants qu'il est probable d'y trouver. Le terme d' « éléments métalliques » comprend les métaux et métalloïdes les plus susceptibles, de par le contexte métallogénique de l'exploitation, de composer les sources potentielles de contamination décrites dans le Tableau 9, à savoir le plomb, le zinc, l'arsenic, le cadmium, le cuivre et l'antimoine.

CONCESSION	SOURCE		DESCRIPTIF	SUBST. ATTENDUES
Chaliac	Bassins de décantation	Grands bassins de décantation	Bacs de décantation des résidus issus d'un traitement physique par tables de likenbach avec apport d'eau. Leur fonctionnement s'est probablement étendu entre février 1902 (mise en marche de la grande laverie) et 1914 (arrêt des travaux).	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
		Petits bassins de décantation	Ils accueillaient les surplus d'eau de la galerie d'écoulement et ont vraisemblablement fonctionné entre février 1899 et février 1902.	
		Dizaine de petits bassins	Ils sont situés en sortie de la grande laverie et ont probablement fonctionné entre février 1902 et l'arrêt des travaux en 1914. L'eau était rejetée dans le Lagau tandis que les boues étaient envoyées vers les grands bassins de décantation.	
	Dépôts de résidus	Terril de Pansier	Les résidus y ont été stockés durant moins d'une dizaine d'années (1905-1914). Ils provenaient des grands bassins de décantation. Granulométrie millimétrique à centimétrique.	
		Résidus de la petite laverie	Résidus déposés sur une période d'1 an (1900-1901) et issus d'un tri mécanique. Granulométrie millimétrique à centimétrique avec gros éléments.	
		Résidus de la grande laverie	Peu d'information à leur sujet, probablement issus d'un dépôt en sortie de laverie, sans décantation. Granulométrie millimétrique avec quelques éléments centimétriques.	
		Briques	Les résidus du Terril de Pansier, notamment, ont autrefois servi à la fabrication de briques	
	Sols	Petite laverie	Les activités d'apport de minerai, de traitement et de transport des résidus ont probablement laissé des marques dans les sols aux alentours des laveries	
		Grande laverie		
		Transporteur vers le Terril de Pansier	Un pylône, visible aujourd'hui, marque le point de départ des résidus à destination du Terril de Pansier. Le tracé du pont passe par les champs situés au sud du Terril.	
		Alentours du Terril de Pansier	Via l'air, les particules du dépôt se sont probablement déposées à proximité immédiate de celui-ci. La surface semble aujourd'hui indurée.	
	Sédiments	Sédiments du Lagau	La grande laverie située en rive droite, les dépôts en rive gauche, des particules se sont certainement déposées dans le lit du Lagau. Par ailleurs, des traces de ruissellement depuis les dépôts jusqu'au Lagau sont observables.	
	Eaux	Emergence minière de la petite laverie	De la galerie d'écoulement située à proximité de la petite laverie s'écoulent les eaux des filons Combechaude et Malleval. La galerie est aujourd'hui recouverte sous des marnes mais les écoulements, évidents.	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine dissous et particulaires
	Lixiviat	DMA issu du Terril de Pansier	Les pluies percolant à travers le dépôt créent un drainage minier acide qui descend par gravité vers l'aval, c'est-à-dire en direction du Lagau.	

CONCESSION	SOURCE		DESCRIPTIF	SUBST. ATTENDUES
Flaviac (Chamée)	Sols	Sols au sud de la galerie, jusqu'au cours d'eau et autour de l'usine de couperose	La galerie draine les eaux des exploitations situées plus au nord et des traces d'écoulement sont visibles en sortie. La topographie laisse penser que ces eaux cheminent vers un cours d'eau temporaire situé environ 60 m plus bas. L'usine de couperose se situe à proximité de la galerie, le transport de minerai peut avoir contaminé les sols.	Fer + traces de plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
	Sédiments	Sédiments dans le cours d'eau	Les écoulements depuis la galerie peuvent avoir entrainé des particules vers le cours d'eau et se retrouver dans les sédiments et en suspension dans les eaux.	
	Eaux	Emergence minière	Des indices d'écoulement d'eaux depuis la galerie ont été observés même si cet écoulement n'a pas été observé durant les visites de site.	Fer + traces de plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
Chaliac (filon Juliette)	Résidus	Résidus de l'Erries	Les particules issues d'une eau provenant d'une émergence de la paroi ont formé une concrétion, puis des amas de résidus dans l'Erries.	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
	Sédiments	Sédiments du Vendèze et d e l'Erries	Les particules s'écoulant de la paroi située au-dessus de la galerie et de la galerie elle-même peuvent se retrouver piégées dans les sédiments.	
	Eaux	Emergence minière	Cette eau claire a creusé un sillon dans la roche, créé un dépôt blanc ainsi qu'une concrétion.	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine Sulfates
Privas	Sols	Dépôt d'explosif	Stockage à proximité des carrières de Privas.	RAS (dépôts non retrouvés)
Ouvèze	Sédiments	Sédiments de l'Ouvèze	Les apports des affluents peuvent être à l'origine de la contamination des sédiments bien que l'Ouvèze ait été draguée dans les années 1970, laissant actuellement peu de sédiments dans son lit.	Fer, plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
		Sédiments épandus	Le dragage ayant laissé des sédiments sur les berges de l'Ouvèze, les riverains l'ont utilisé (épandage des champs et jardins etc.). Aucun suivi ne permet de connaître les lieux d'épandage.	
	Sols	Terrasses alluviales	Les crues importantes de l'Ouvèze peuvent avoir déposé des sédiments potentiellement contaminés sur les berges. Les zones en aval du Lagau sont celles qui sont le plus susceptibles d'être impactées.	Fer, plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine

Tableau 9: Sources potentielles de contamination primaires et secondaires d'origine minière identifiées dans le bassin de l'Ouvèze

4.2 Vecteurs de transfert

Les eaux de surface potentiellement contaminées par les activités de l'ancienne exploitation minière sont considérées comme des vecteurs de transfert de la contamination, listées dans le Tableau 10 suivant.

CONCESSION	DESCRIPTIF		SUBST. ATTENDUES
Chaliac	Eaux du Lagau	Les décharges de particules des dépôts peuvent être à l'origine de matériaux solubles potentiellement contaminants dans le Lagau.	Métaux et métalloïdes (notamment plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine dissous et particulaires)
Flaviac (Chamée)	Eaux dans le cours d'eau	Les écoulements depuis la galerie peuvent avoir entrainé des particules vers le cours d'eau et se retrouver dans les sédiments et en suspension dans les eaux.	RAS (débit très faible, cours d'eau temporaire)
	Eaux souterraines	De l'eau est prélevée dans une source située en aval des travaux miniers, elle est utilisée pour l'irrigation d'un potager.	Métaux et métalloïdes (notamment fer + traces de plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine)
Chaliac (filon Juliette)	Eaux de l'Erries	Les eaux des travaux souterrains peuvent être à l'origine de particules en suspension dans les eaux.	Métaux et métalloïdes (notamment plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine), sulfates
	Eaux du Vendèze		Peu à pas de pollution (dilution importante)
Privas	Eaux souterraines	L'aquifère minier est ennoyé par notamment les eaux de l'Ouvèze. Les eaux séjournent dans cet aquifère avant de rejoindre l'Ouvèze en aval de Coux, par la galerie d'écoulement.	Fer dissous et particulaire
Ouvèze	Eaux de l'Ouvèze	Des particules en suspension peuvent provenir des exploitations de Privas et de Chaliac (via le Lagau et le Vendèze)	Métaux et métalloïdes (notamment plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine dissous et particulaires)

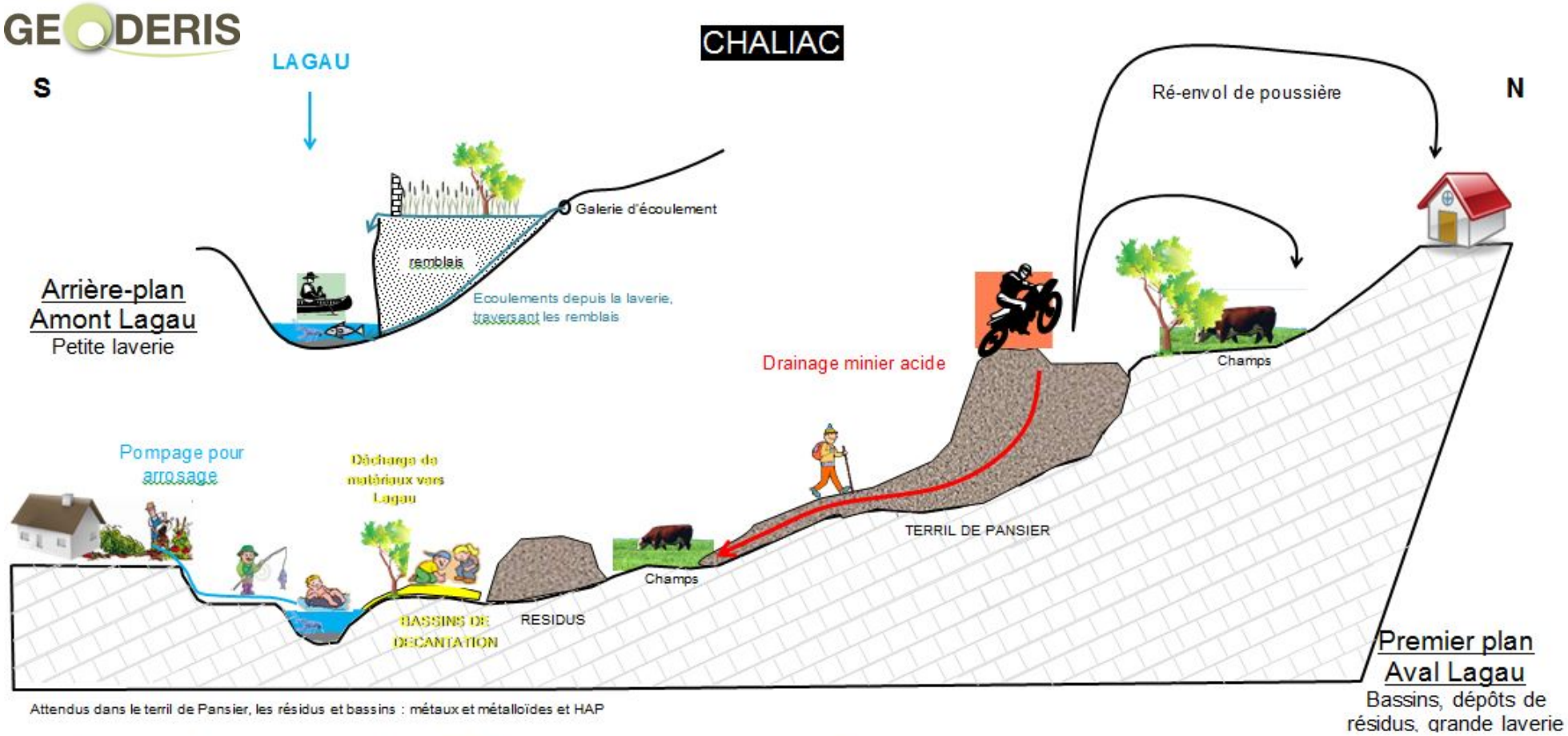
Tableau 10: Vecteurs de transfert eaux dentifiés dans le bassin de l'Ouvèze

Le transport éolien est également considéré comme un vecteur de transfert. Il concerne les dépôts miniers de la concession de Chaliac et principalement le Terril de Pansier. Les particules emportées par les vents se sont probablement déposées sur les champs situés autour du dépôt, et plus particulièrement vers la direction nord-nord-est, comme l'indique la Figure 28.

Les dépôts situés aux abords du Lagau font également probablement l'objet de transport de particules via les vents, mais leur situation au sein d'une zone arborée limite leur transport. Ces dernières se déposent probablement en partie dans le Lagau.

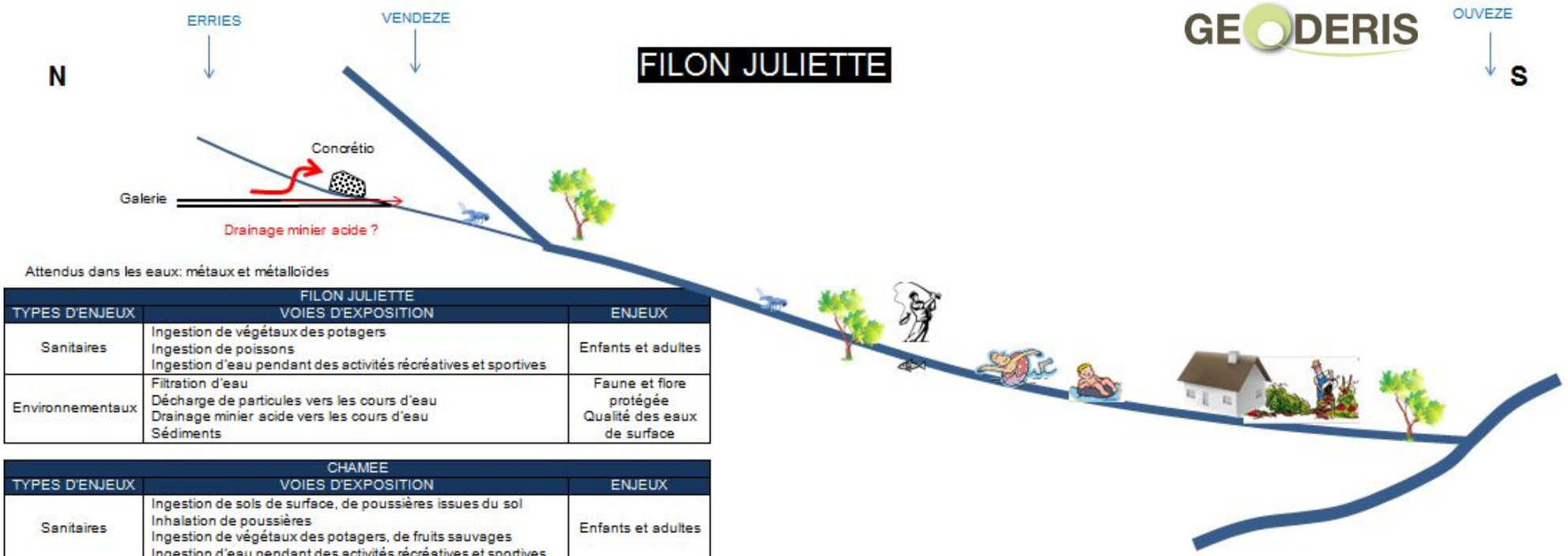
5 SCHEMA CONCEPTUEL PRELIMINAIRE

Les schémas conceptuels suivants détaillent les sources, vecteurs de transfert, modes d'exposition et cibles identifiés grâce aux études historique et documentaire et aux visites de terrain préliminaires.



Attendus dans le terril de Pansier, les résidus et bassins : métaux et métalloïdes et HAP

CHALIAC		
TYPES D'ENJEUX	VOIES D'EXPOSITION	ENJEUX
Sanitaires	Ingestion de sols de surface, de poussières issues du sol Inhalation de poussières Ingestion de végétaux des potagers, de fruits sauvages Ingestion de poissons Ingestion d'eau pendant des activités récréatives et sportives	Enfants et adultes
Environnementaux	Ingestion d'eau et de sédiments Filtration d'eau Dépôt de poussières sur les végétaux Décharge de particules vers les cours d'eau Drainage minier acide vers les cours d'eau Sédiments	Faune et flore protégée Qualité des eaux de surface

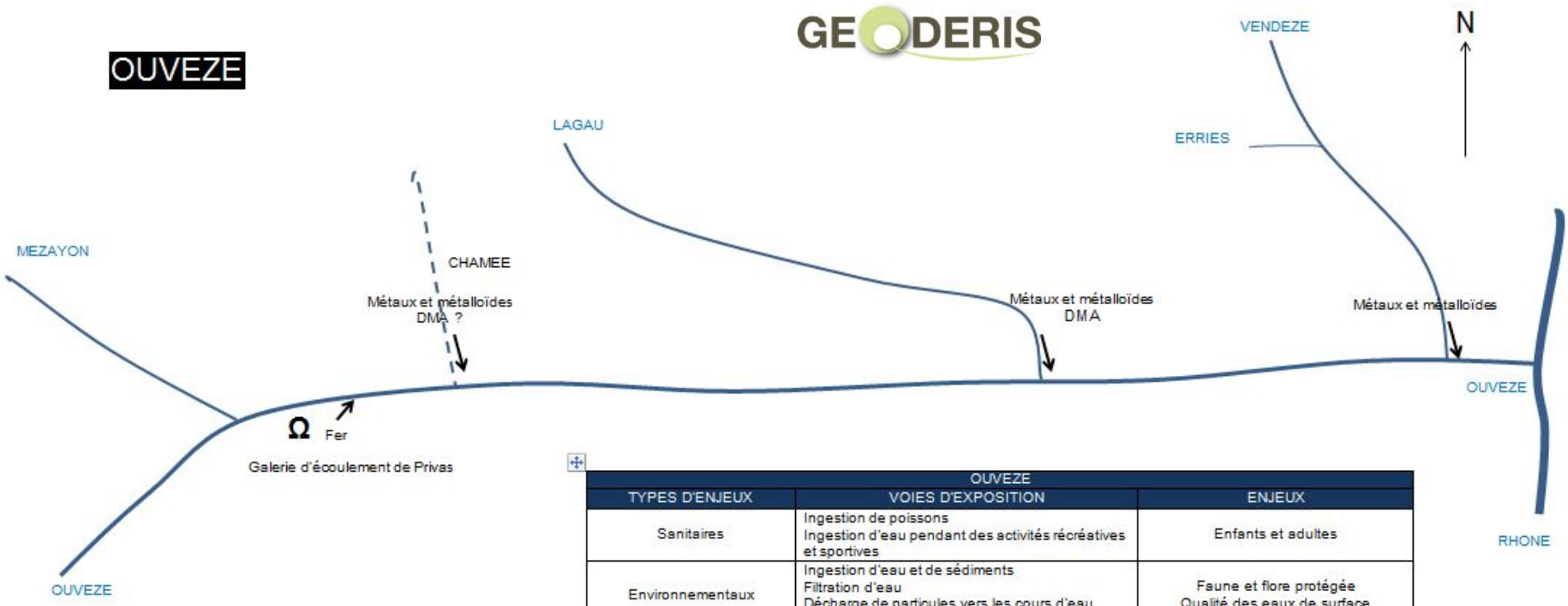


Attendus dans les eaux: métaux et métalloïdes

FILON JULIETTE		
TYPES D'ENJEUX	VOIES D'EXPOSITION	ENJEUX
Sanitaires	Ingestion de végétaux des potagers Ingestion de poissons Ingestion d'eau pendant des activités récréatives et sportives	Enfants et adultes
Environnementaux	Filtration d'eau Décharge de particules vers les cours d'eau Drainage minier acide vers les cours d'eau Sédiments	Faune et flore protégée Qualité des eaux de surface

CHAMEE		
TYPES D'ENJEUX	VOIES D'EXPOSITION	ENJEUX
Sanitaires	Ingestion de sols de surface, de poussières issues du sol Inhalation de poussières Ingestion de végétaux des potagers, de fruits sauvages Ingestion d'eau pendant des activités récréatives et sportives	Enfants et adultes
Environnementaux	Ingestion d'eau et de sédiments Filtration d'eau Dépôt de poussières sur les végétaux Décharge de particules vers les cours d'eau Drainage minier acide vers les cours d'eau Sédiments	Faune et flore protégée Qualité des eaux de surface

Attendus dans le dépôt, les sols et les eaux: métaux et métalloïdes



OUVEZE		
TYPES D'ENJEUX	VOIES D'EXPOSITION	ENJEUX
Sanitaires	Ingestion de poissons Ingestion d'eau pendant des activités récréatives et sportives	Enfants et adultes
Environnementaux	Ingestion d'eau et de sédiments Filtration d'eau Décharge de particules vers les cours d'eau Sédiments	Faune et flore protégée Qualité des eaux de surface

6 INVESTIGATIONS

6.1 Préambule

Les investigations de terrain se sont déroulées durant l'été et au début de l'automne 2012 pour les échantillonnages en période d'étiage tandis que les campagnes de terrain en période de crue se sont déroulée en mars 2013.

L'INERIS et le BRGM étaient présents durant la première phase d'investigations (en période d'étiage) afin de réaliser respectivement les prélèvements nécessaires à l'étude sanitaire et la campagne de mesures Niton.

Les quatre campagnes de terrain ont permis le prélèvement de 203 échantillons et la mesure de 70 points grâce au Niton, détaillés dans le Tableau 11 suivant :

- Sols (dont jardins) : 49
- Résidus : 45
- Eaux de surface: 69
- Lixiviats : 2
- Sédiments : 20
- Végétaux : 18
- Mesures Niton : 70

DATES	MATRICE		NOMBRE DE PRELEVEMENTS
16 au 20 juillet 2012 (basses eaux)	Sols		32
	Sols de jardins		8
	Eaux de surface	Filtré Non filtré	3 10
	Résidus		43
	Mesures Niton		70
24 au 26 septembre 2012 (basses eaux)	Sédiments		10
	Végétaux		17
	Eaux de surface	Filtré Non filtré	5 11
	Sédiments		2
1 au 3 octobre 2012 (basses eaux)	Sols		3
	Eaux de surface	Filtré Non filtré	5 7
	Sédiments		2
	Végétaux		1
4 au 6 mars 2013 (hautes eaux)	Sols		6
	Résidus		2
	Lixiviats		2
	Eaux de surface	Filtré Non filtré	14 14
	Sédiments		6

Tableau 11: Détail des échantillons prélevés durant les investigations de terrain

L'analyse des échantillons prélevés a été réalisée par le laboratoire Wessling en respect des protocoles de prélèvement, de conservation et de transport des échantillons.

Les échantillons ont été prélevés dans des flacons et sachets adaptés aux matrices et substances à analyser, conservés dans des glacières à 4°C et envoyés au laboratoire, au maximum, le lendemain du jour de prélèvement.

6.2 Plan d'échantillonnage

6.2.1 Présentation

Le plan d'échantillonnage se base sur les schémas conceptuels préliminaires présentés dans le paragraphe 5, les contextes géologiques et géochimiques, les études documentaires et les observations faites durant les visites de terrain préliminaires aux investigations. Il vise à :

- Identifier les sources primaires de contamination (bassins, dépôts de résidus, lixiviats etc.) ;
- Identifier les sources secondaires de contamination (sédiments, sols, eaux etc.) ;
- Déterminer les vecteurs de transfert de la contamination (eaux de surface etc.) ;
- Déterminer les milieux susceptibles d'être en contact avec les enjeux (sols de promenade, sols des jardins potagers, végétaux consommés, eaux de baignade, de pêche, d'irrigation et d'abreuvage etc.) ;
- Sélectionner des points d'environnements locaux témoins.

Les points du plan d'échantillonnage sont ainsi placés en fonction des sources de contamination potentielles, des usages (milieux d'exposition) et des vecteurs potentiels identifiés. Le plan d'échantillonnage préliminaire est modifié ou agrémenté sur site en fonction des observations effectuées durant les investigations. La figure de l'annexe 5 indique le plan d'échantillonnage suivi pour les campagnes effectuées en période d'étiage et de crues.

Les échantillons d'eau ont quasiment tous fait l'objet d'un double prélèvement : l'un permettant l'analyse des métaux et métalloïdes totaux, l'autre permettant l'analyse de la fraction dissoute de ces éléments (par une filtration effectuée sur site).

Le tableau de l'annexe 5 liste l'ensemble des paramètres analysés pour les milieux échantillonnés et indique les abréviations utilisées dans les tableaux de résultats bruts.

6.2.2 Environnement local témoin

a. Définition

L'évaluation du degré de contamination d'un site se fait par comparaison entre son état actuel et son état initial (exempt d'impacts anthropiques) ou, si les données ne sont pas disponibles, l'état naturel des terrains environnants (sous réserve d'une géologie similaire). Dans le cadre de l'évaluation de la contamination d'un ancien site industriel, les concentrations relevées sont généralement confrontées aux données de fond géochimique.

Par définition, une exploitation minière se développe sur des zones d'extensions très variables (filons, amas, etc.) comprenant des anomalies géochimiques suffisamment fortes pour permettre une exploitation économique des substances. Dans ce cadre, la comparaison avec le fond géochimique n'est pas pertinente.

Par ailleurs, en contexte minier, les types de procédés utilisés pour extraire la substance utile est un paramètre important à prendre en compte. En effet, la quantité de déchets résultante peut être très importante et la chimie des résidus, différente de celle du minerai originel (en cause, notamment les étapes de concassage et de broyage). De plus, la mise en solution, dans les eaux, d'éléments métalliques est bien plus importante qu'avec le minerai d'origine, dans son contexte géologique.

De plus, les terrains encaissants les gisements, et donc les sols qui les recouvrent, peuvent présenter des teneurs élevées dans la ou les substances exploitées. Ils donnent une indication sur l'état initial du site (environnement local témoin) et l'extension de la zone présentant une anomalie géochimique. La connaissance détaillée du contexte géologique est donc primordiale dans ce contexte.

Chaque site minier aura donc, en fonction de sa géochimie/minéralogie, des procédés de traitement utilisés et de sa granulométrie, un potentiel spécifique de contamination de l'environnement.

Les valeurs disponibles dans les bases de données (SIGmines : Inventaire géochimique du BRGM à partir d'analyse de sédiments, par exemple) ne peuvent être utilisées qu'à titre indicatif et en connaissant notamment les conditions de prélèvement, les méthodes analytiques et les limites de détection.

Ainsi, l'environnement local témoin d'un échantillon de sol sera prélevé, dans la mesure du possible, dans un sol de même nature géologique et de même usage (champs, pâturage, chemin piéton etc.), dans une zone exempte de contamination (due à l'activité minière, dans le cas de cette étude) : dans la direction opposée des vents dominants, éloigné des sources de contamination primaires et secondaires etc.

Dans le cas des jardins potagers et des végétaux, il sera prélevé dans des jardins n'utilisant pas de sols potentiellement contaminés ou n'irriguant pas avec des eaux ayant pu être impactées. Dans le cas des eaux superficielles et souterraines, il sera prélevé en amont hydraulique du site minier (suffisamment éloigné pour ne pas être impacté par l'ancienne exploitation minière).

b. Choix des points de prélèvement

La collecte de données sur les environnements locaux témoins a été réalisée à l'aide de mesures in-situ par un analyseur à fluorescence X de type NITON® et des analyses en laboratoires d'échantillons prélevés sur site.

Le Tableau 12 ci-après liste les points de mesure ou d'échantillonnage constituant ces environnements locaux témoins.

Matrice	Identifiant	Secteur (commune)	Description	
			Cours d'eau	
Eaux	St-e1	Privas (St-Priest)	Ouvèze	Prélèvement en amont hydraulique de tous travaux miniers connus
	St-e1_HE			
	CHA_S39_e7	Privas (Privas)	Mézayon	Amont immédiat de la confluence avec l'Ouvèze
	CHA_S39_e2	Chaliac (Flaviac)	Lagau	Amont zone des bassins, dépôts et laverie
	CHA_S40_e5			
	CHA_e8_HE			
	CHA_S40_e4	Chaliac (Flaviac et St-Julien-en-St-Alban)	Mortevieille	Affluent rive gauche de l'Ouvèze en dehors de travaux miniers connus
	CHA_e13_HE	Chaliac (St-Julien-en-St-Alban)	Erries	Amont des écoulements depuis la paroi et la galerie
Sédiments	St_se1	Privas (St-Priest)	Ouvèze	Amont de l'Ouvèze, avant tous travaux miniers connus.
	St_SE1_n1			
	St_SE1_n2			
	CHA_SE1	Chaliac (Flaviac)	Affluent rive gauche du Lagau	Cours d'eau longeant le Terril de Pansier, échantillon prélevés en amont hydraulique et au nord du dépôt.
Sols	FLA-SO12	Chaliac (Flaviac-Chamée)	Plateforme située au sud-est de l'exploitation.	
	CHA_S40_SO1		Extrémité ouest des marnes grises situées à l'ouest du Terril de Pansier	
	CHA_SO_P55		Champ situé au nord du Terril de Pansier	
	CHA_SO13		Champ situé au sud-est du Terril de Pansier	
	n14			
	n15			
	n16			

Tableau 12: Description des points définissant les environnements locaux témoins (HE : hautes eaux)

Le Tableau 13 suivant indique les teneurs maximales relevées dans les zones identifiées ci-dessus. Ces maximums serviront de bases aux interprétations.

Les analyses et mesures dont les teneurs sont très différentes de celles des autres points ne sont pas considérées comme des environnements locaux témoins. Il s'agit de points de prélèvement pour lesquels sont suspectés des apports extérieurs, des amendements divers etc. modifiant les teneurs initiales et donc leur pertinence en tant que témoins.

L'incertitude quant à la qualité des jardins environnants a amené l'INERIS à ne pas prélever d'échantillons de végétaux en tant qu'environnements locaux témoins.

	Matrice	Unités	Substance						
			Antimoine	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Fer	Plomb	Zinc
Chaliac	Eau de surface	µg/L	<5	<5	0,52	3,9	0,087	<5	95
	Sols	mg/kg	19	93	1,8	47	27 003	220	330
	Sédiments		6,9	78	1,4	45	26 000	120	250
Chamée	Eau de surface	µg/L	-	-	-	-	-	-	-
	Sols	mg/kg	27	77	0,93	42	23 000	220	340
	Sédiments		-	-	-	-	-	-	-
St-Julien-en-St-Alban	Eau de surface	µg/L	<5	13	<0,5	4,5	0,45	<5	90
	Sols et résidus	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-
	Sédiments		-	-	-	-	-	-	-
Ouvèze	Eau de surface	µg/L	<5	<5	<0,5	6,9	0,12	<5	<10
	Sols	mg/kg	8,6	19	0,5	22	19 000	300	130
	Sédiments		<5	8,3	0,81	9,2	16 000	9,3	74

Tableau 13: Teneurs maximales en métaux et métalloïdes dans les environnements témoins du bassin de l'Ouvèze

6.3 Matériels et méthodes

6.3.1 Laboratoire

Le laboratoire sélectionné pour les analyses chimiques est le laboratoire Wessling qui a fourni à GEODERIS les flaconnages et une partie des glaciaires nécessaires au transport.

6.3.2 Protocoles de prélèvement

Les protocoles de prélèvement sont détaillés dans le Tableau 14.

Chaque échantillon a fait l'objet d'une fiche descriptive dont les caractéristiques sont synthétisées en annexe 6 (les échantillons prélevés pour l'étude sanitaire et ceux concernés par les mesures Niton sont décrits dans l'étude sanitaire du site [13] et le rapport sur les mesures Niton [14]). Ces fiches comprennent des indices organoleptiques, des paramètres physico-chimiques, des données météorologiques, de granulométrie etc. Chaque échantillon a été étiqueté durant le prélèvement (date, identifiant, nom du projet et nom de l'entreprise).

a. Sols et résidus

Dans le cadre de l'étude environnementale, les échantillons de sols ont été prélevés à deux profondeurs différentes en fonction des usages à évaluer : 0-2 cm et 2-15 cm. Pour la profondeur 0-2 cm, les éléments végétaux (mousse, herbe, branches etc.) ont été grattés afin de ne prélever que du sol. Dans le cadre de l'étude sanitaire, les sols ont été prélevés à 0-3 cm, 3-5 cm, 5-10 cm et 0-30 cm (cf. Tableau 14).

Les résidus ont, quant à eux, été prélevés à trois profondeurs: 0-2 cm, 2-15 cm, 0-1 m. La profondeur 0-1 m a plus particulièrement été utilisées pour caractériser les bassins de décantation.

Deux types de pelles ont été utilisés : une pelle en plastique (utilisée dans la majorité des prélèvements) et une pelle en inox. La tarière manuelle n'a été utilisée que pour les prélèvements profonds (0-1 m), caractérisés par tranches de 20 cm.

b. Eaux

Les eaux ont été prélevées à l'aide d'un bécher, rincé plusieurs fois dans le cours d'eau à échantillonner, légèrement en aval du point de prélèvement. Les eaux ont été filtrées une première fois de manière retirer les matériaux grossiers (feuilles, branches, mousses etc.). Les prélèvements à l'aide du bécher ont été effectués en remontant légèrement le cours d'eau au fur et à mesure des prises de manière à s'affranchir des turbulences créées par l'échantillonnage.

La filtration a été réalisée sur site à l'aide de seringues et de filtres (0.45 µm) à usage unique. Chaque flacon destiné au laboratoire a été rempli en totalité de manière à éviter la présence d'air susceptible d'altérer la composition de l'échantillon. Tous les flacons ont ensuite été refermés hermétiquement afin d'éviter les déversements dans les glaciaires et les risques de contamination croisée.

c. Sédiments

Les sédiments ont été prélevés soit dans les cours d'eau (sédiment humide), soit dans les parties sèches du lit des cours d'eau (sédiment sec). Deux types ont été échantillonnés :

- Sédiments de granulométrique inframillimétrique : ils rendent compte de la fraction dissoute d'éléments potentiellement contaminants présents dans les cours d'eau ;
- Sédiments mixtes colloïdaux et sableux : étudiés dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires pour des scénarios d'exposition d'enfants principalement, durant les activités récréatives (baignade, promenade permettant la mise en contact avec des sédiments secs etc.).

Les sédiments sont toutefois présents en petites quantités dans le bassin de l'Ouvèze du fait, d'une part, des régimes torrentiels auxquels sont soumis les cours d'eau du bassin qui emportent les sédiments vers le Rhône et d'autre part, à cause du dragage de l'Ouvèze qui a eu lieu dans les années 1970.

d. Végétaux

Les prélèvements de végétaux ont été réalisés par l'INERIS dans le cadre de l'étude sur les risques sanitaires. Les protocoles de prélèvements sont détaillés dans le rapport sur l'analyse des risques sanitaires [13].

6.3.3 Protocole de mesures Niton

La campagne de mesure Niton s'est déroulée du 16 au 20 juillet 2012. Les protocoles et résultats sont présentés dans le rapport du BRGM intitulé « Campagne d'analyses de sol à l'aide du spectromètre de fluorescence X portable NITON® XLt 999 KWY sur les anciennes concessions minières du bassin versant de l'Ouvèze situées dans le département de l'Ardèche. Rapport d'essais. » de janvier 2013 [14].

Matrice	Type	Descriptif	Méthode de prélèvement	Conditionnement	Conservation
Sols et résidus	Sols de surface	**Etude environnementale** : 0-2 cm : tranche concernée par une exposition directe des enjeux.	Prélèvements effectués à l'aide d'une pelle en plastique, voire d'une bêche manuelle (nettoyés entre chaque prélèvement). Selon les cas, et en fonction de l'homogénéité de la matrice, les échantillons prélevés étaient unitaires (caractérisation des résidus) ou composites (caractérisation d'une large surface telle qu'un champ).	En fonction des exigences du laboratoire et des composés à analyser, les échantillons étaient prélevés dans des sacs plastiques de 500 ml et des bocaux en verre brun de 500 ml.	Sacs et flacons étaient conservés la journée dans des glaciaires hermétiques et opaques comprenant des pains de glace réfrigérés. Les glaciaires étaient conservés dans des chambres froides la nuit pour être transmises au laboratoire le lendemain matin.
		Etude sanitaire : 0-3, 5 ou 10 cm au regard de la lithologie, pour des sols non remaniés concernés par les modes d'exposition directes comme l'ingestion de sol. Concerne principalement les jardins d'agrément, zones de jeux d'enfants et des zones de promenade.	Prélèvements effectués à l'aide d'une spatule et/ou d'une bêche manuelle nettoyée à chaque nouveau lieu investigué.		
	Sols de subsurface	**Etude environnementale** : 2-10 cm : caractérisation des sols et résidus après retrait de la couche supérieure grossière.	Prélèvements effectués à l'aide d'une pelle en plastique ou, à moindre mesure, d'une pelle en inox (nettoyés entre chaque prélèvement).		
		Etude sanitaire : 0 – 30 cm : sols de surface remaniés. Cet échantillonnage concerne uniquement les jardins potagers.	Prélèvement réalisé au moyen d'une tarière manuelle ou à la bèche. Echantillons composites en fonction de la superficie de la zone étudiée.		
	Résidus profonds	0-1 m : échantillonnage des dépôts de résidus et des bassins de décantation.	Prélèvements à la tarière manuelle et les échantillons caractérisés à chaque remontée de matériel (qui équivaut à une profondeur de 20 cm ; nettoyé entre chaque prélèvement).		
Eaux superficielles	Eaux d'arrosage	Prélèvements en sortie des tuyaux d'arrosage.	Prélèvements effectués directement dans les flacons.	En fonction des exigences du laboratoire et des composés à analyser, les échantillons étaient prélevés dans des flacons en plastique, des flacons en verre (type headspace) et des flacons en plastique acidifiés de différents volumes.	
	Eaux brutes	Prélèvements depuis la berge, en évitant les eaux stagnantes.	Prélèvement effectués à l'aide d'un bécher en plastique, permettant une filtration des éléments grossiers (feuilles, branches etc.) puis transfert dans les flacons. Le volume total du flacon était rempli.		
	Eaux filtrées		Echantillons débarrassés des éléments grossiers puis versés dans les flacons à l'aide d'une seringue avec filtration à 0,45 µm. Les flacons permettant l'analyse des métaux et métalloïdes étaient acidifiés au HNO_3.		
	Emergences minières	Prélèvement en sortie de galerie ou de paroi.	Echantillons prélevés à l'aide d'une seringue puis versés dans les flacons.		
	Source	Source alimentant un potager	Prélèvements effectués directement dans les flacons.		
Lixiviats	Drainage minier acide	Prélèvements sur le Terril de Pansier	Prélèvement effectué à l'aide d'une seringue et transfert vers le flacon. Volume total du flacon comblé.		
Sédiments	Sédiments fins	Sédiments de granulométrie inframillimétrique prélevés dans des zones de moindre turbulence et d'accumulation. Prélèvements unitaires.	Prélèvement depuis la berge à l'aide d'une pelle en plastique avec décantation sommaire pour retirer l'excès d'eau. Prélèvement de sédiments secs et humides.	Suivant les exigences du laboratoire : bocaux en verre brun de 500 ml.	
	Sédiments sableux	Sédiments de granulométrie millimétrique pour l'évaluation des risques sanitaires. Prélèvements unitaires.			
Végétaux	Fruits et légumes	Prélèvements effectués par l'INERIS dans des jardins potagers, de légumes racines, tubercules, feuilles, tiges, fruits, graines et fines herbes. Prélèvement de mirabelles sauvages dans un champ au sud du Terril de Pansier Prélèvement d'herbes de prairies.	Cf. rapport INERIS [13] : « *Echantillons prélevés, non nettoyés à l'exception des particules de terre les plus grossières adhérentes aux racines ou aux parties aériennes.* »	Cf. rapport INERIS [13] : « *Les échantillons prélevés ont été conditionnés dans des sacs plastiques […].* »	« *Les échantillons prélevés ont été […], placés dans une glacière au frais et à l'abri de la lumière suivant les normes en vigueur.* »

Tableau 14: Protocoles de prélèvements des échantillons

6.4 Localisation des points de prélèvement

6.4.1 Résidus

La Figure 39 indique la localisation des prélèvements de résidus du bassin versant de l'Ouvèze.

6.4.2 Sols

La Figure 40 indique la localisation des prélèvements de sols du bassin versant de l'Ouvèze.

6.4.3 Eaux

La Figure 41 indique la localisation des prélèvements d'eaux de surface du bassin versant de l'Ouvèze.

6.4.4 Sédiments

La Figure 42 indique la localisation des prélèvements de sédiments du bassin versant de l'Ouvèze.

6.4.5 Végétaux

La Figure 43 indique la localisation des prélèvements de végétaux du bassin versant de l'Ouvèze.

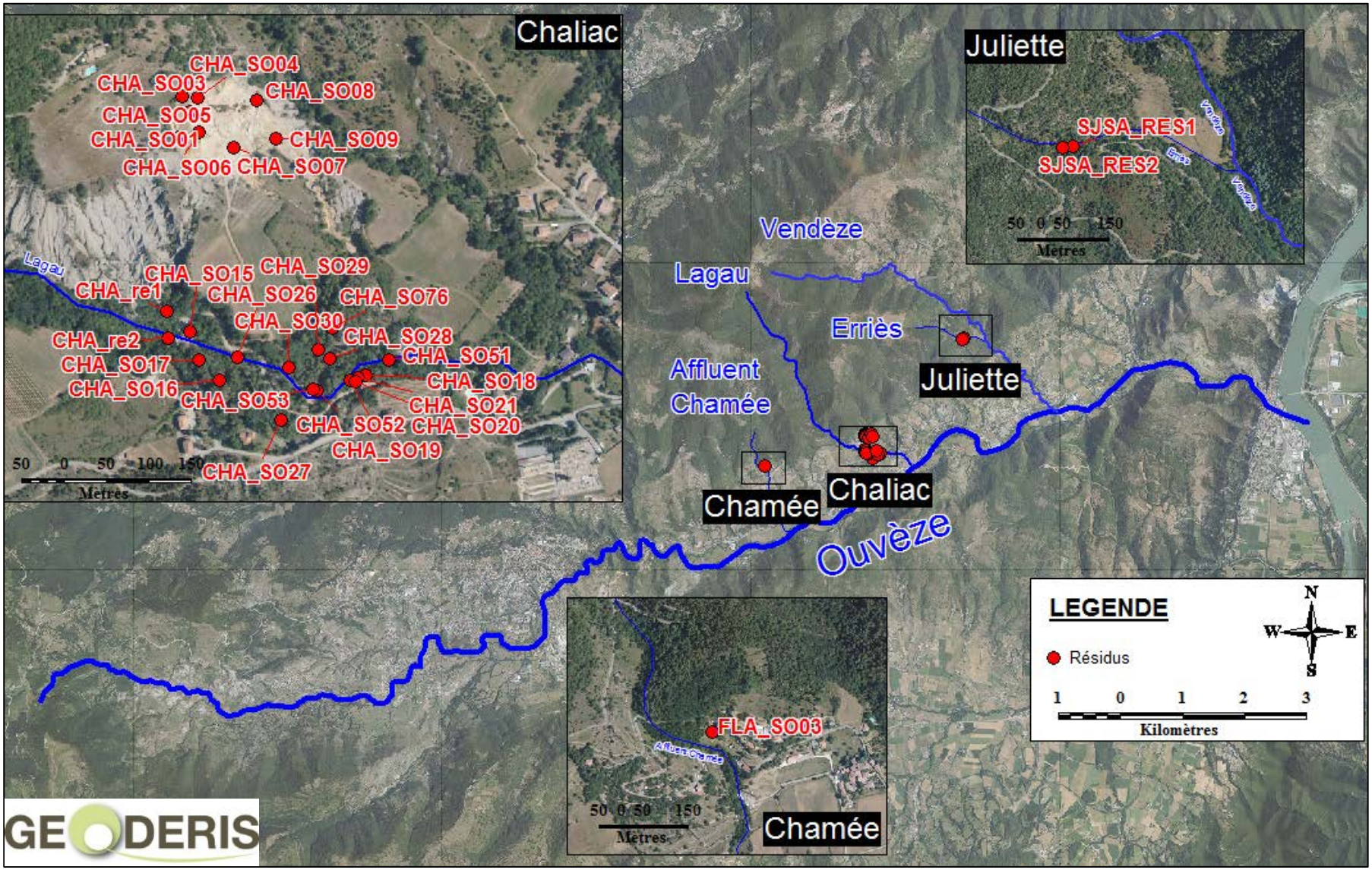


Figure 39: Localisation des prélèvements de résidus

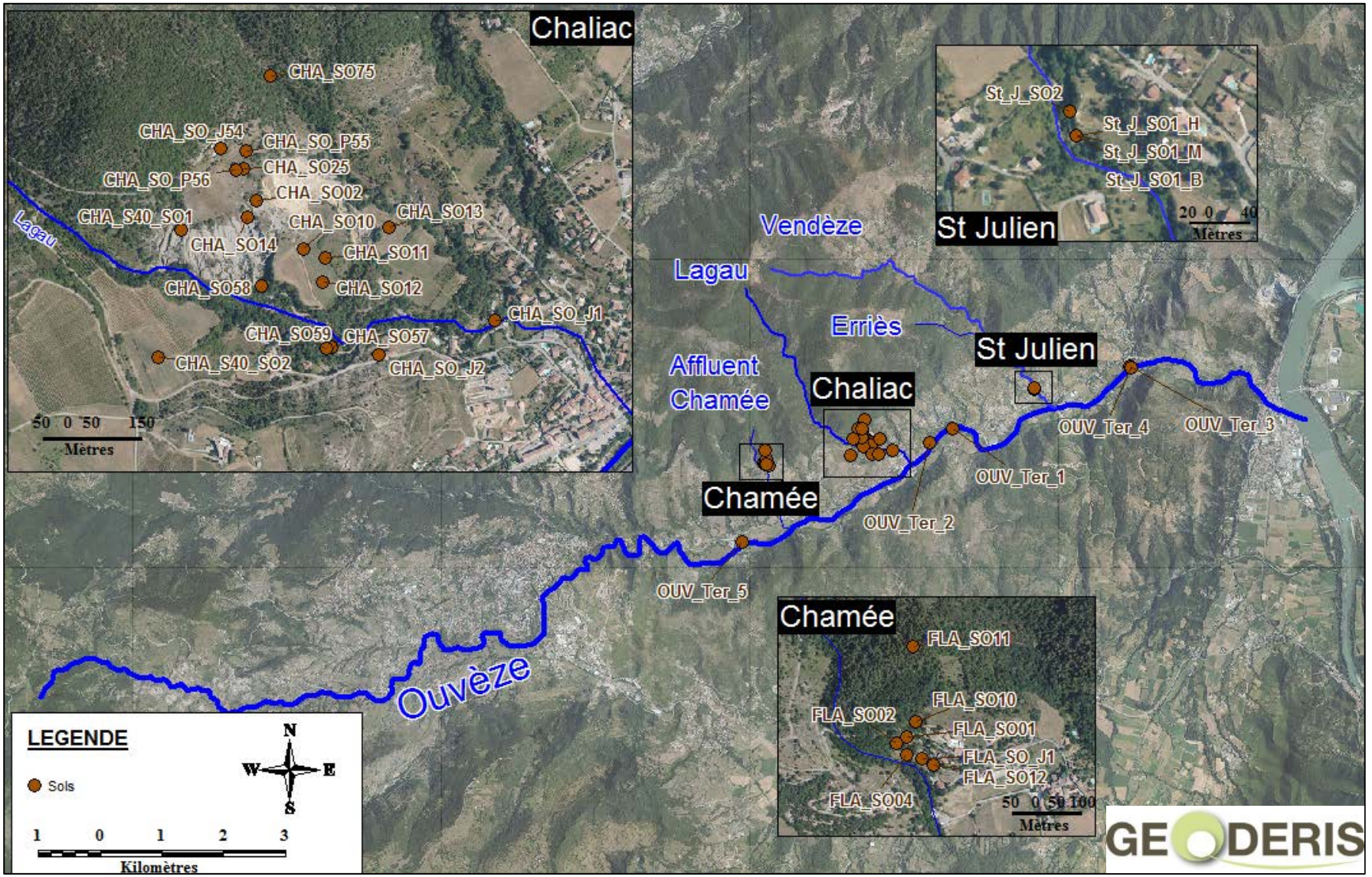


Figure 40: Localisation des prélèvements de sols

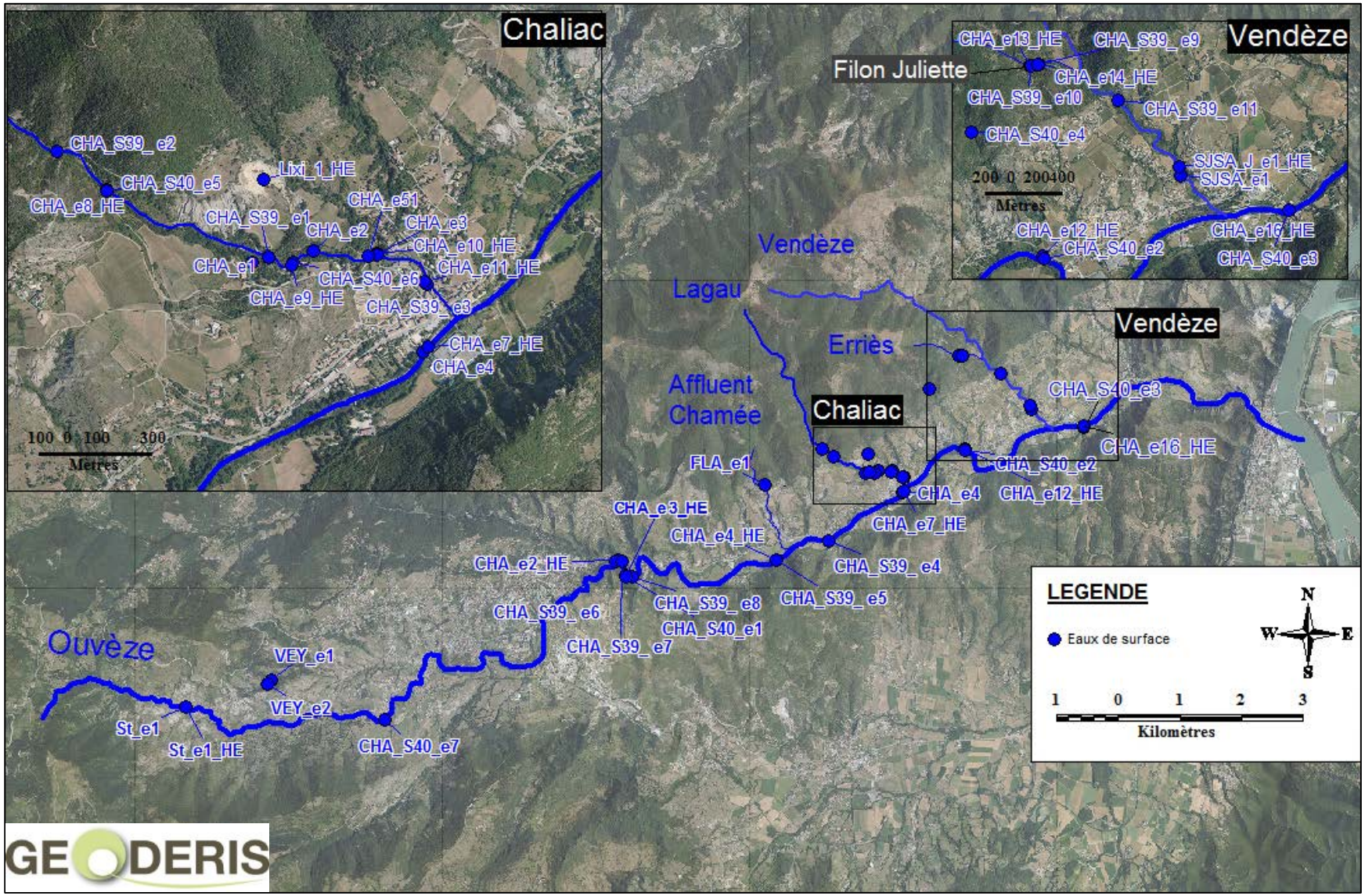


Figure 41: Localisation des prélèvements d'eau de surface

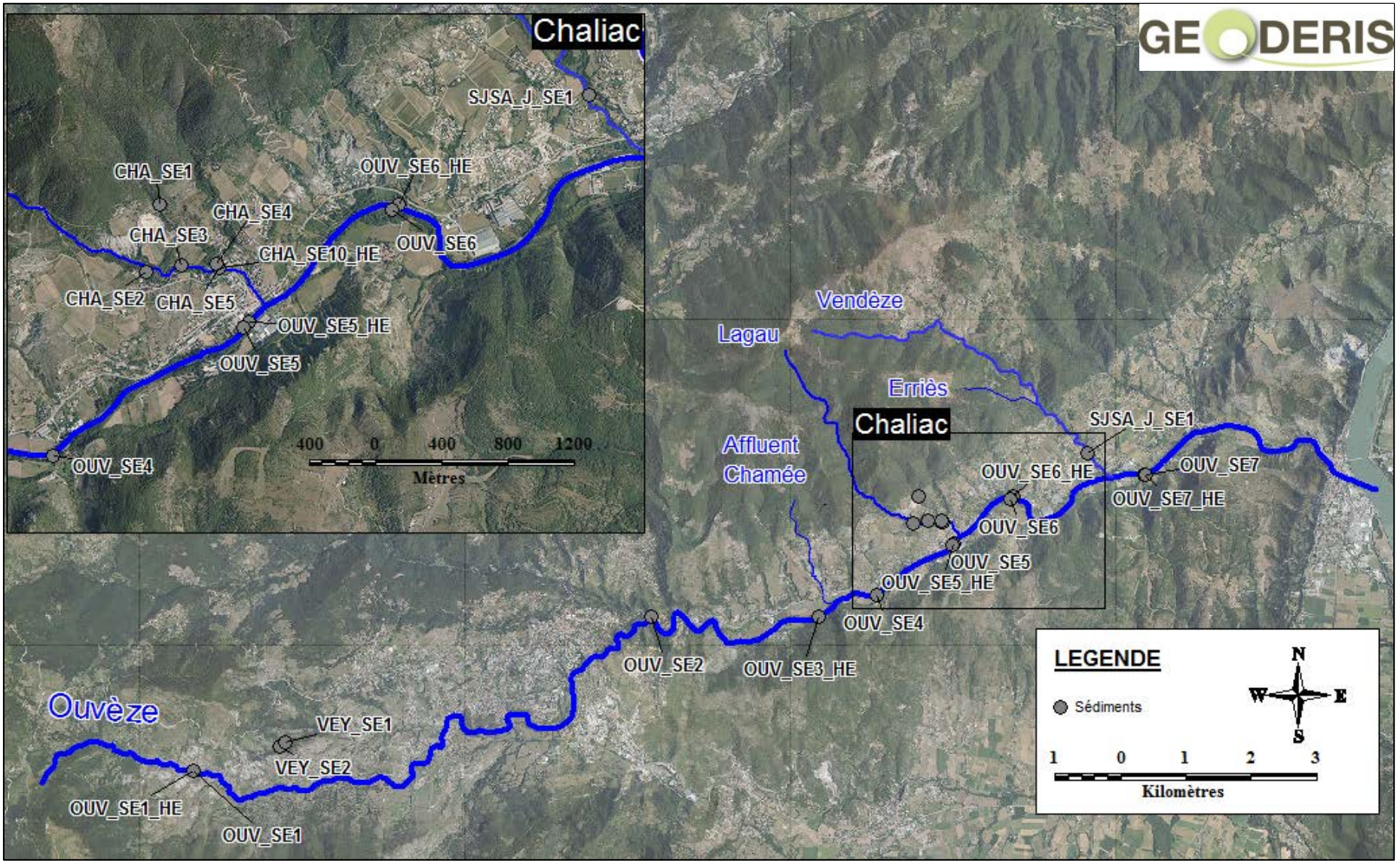


Figure 42: Localisation des prélèvements de sédiments

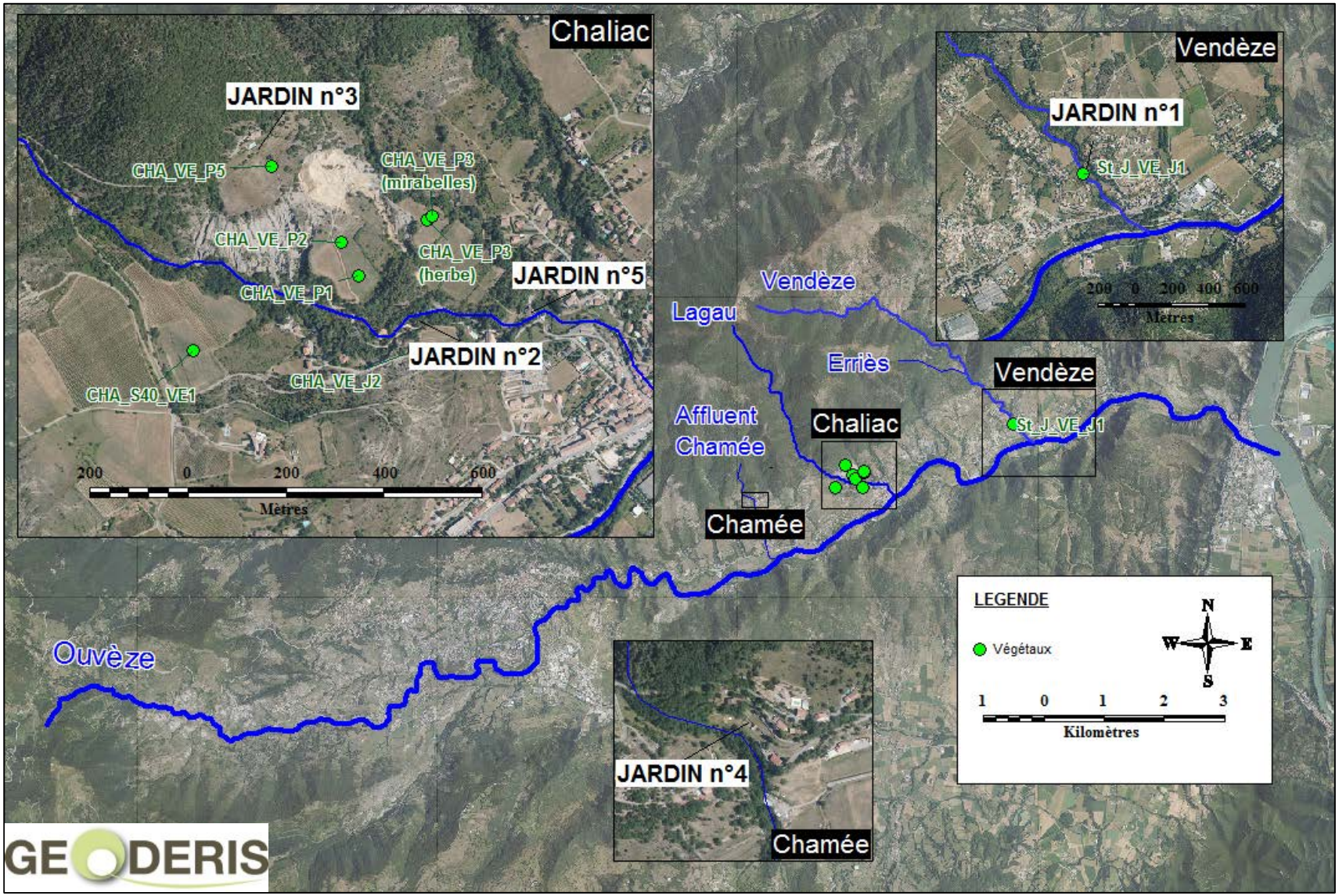


Figure 43: Localisation des prélèvements de végétaux

7 RESULTATS BRUTS

7.1 Sol et résidus

7.1.1 Résultats bruts

Les tableaux de résultats bruts sont présentés en annexe 7.

7.1.2 Synthèse des données

a. Résidus

Zone des laveries, dépôts et bassins de décantation de Chaliac

Les paramètres physico-chimiques sont relativement hétérogènes. Le pH des résidus oscille entre 2,3 (Terril de Pansier au sein duquel un DMA a pu être observé) et 8,4 (bassins de décantation). Les données de granulométrie et de teneurs en COT sont, quant à elles, concordantes avec les observations de terrain et les attentes quant à la composition des résidus (faibles teneurs en COT dans les résidus, granulométrie fine des résidus des bassins).

Les concentrations maximales relevés dans cette zone sont de 5,7 % de plomb (bassin de décantation), 2,6 % de zinc (petite laverie), 6700 ppm d'arsenic (bassins de décantation), 3900 ppm de cuivre (dépôts), 110 ppm de cadmium (bassins de décantation), 6 600 ppm d'antimoine (bassins de décantation).

Les analyses des profils des résidus indiquent que les concentrations sont globalement plus importantes à 10 cm de profondeur qu'en surface et que les teneurs les plus élevées se retrouvent majoritairement dans les bassins de décantation.

Les matériaux prélevés dans la zone de la petite laverie (échantillons OUV_CHA_re1 et OUV_CHA_re2) sont considérés comme des résidus même s'ils ne proviennent ni de bassins de décantation ni de dépôts. Ils montrent des concentrations supérieures à l'environnement local témoin de Chaliac (teneurs maximales : 720 ppm d'antimoine, 250 ppm d'arsenic, 37 ppm de cadmium, 770 ppm de cuivre, 16 000 ppm de plomb et 26 000 ppm de zinc) avec toutefois une grande disparité entre les teneurs des deux échantillons prélevés.

Filon Juliette

Les eaux provenant de la paroi s'écoulent le long de la roche en créant un canal recouvert d'une pellicule blanchâtre. Cette eau présente un pH acide de l'ordre de 2,8. A la sortie de ce canal s'est créé un travertin composé de particules organiques (branches et feuilles) et de matériaux infra-millimétriques. Il ne présente pas d'organisation particulière puisqu'il semble qu'il se forme par agglomération de particules au fur et à mesure de l'écoulement des eaux. Ce travertin est de couleur orangée avec des passées blanchâtres. Ce même type de matériaux se retrouve dans l'Erries avec des zones blanchâtres et des accumulations de matériaux dont des éléments organiques formant une concrétion orangées, comme le montre la Figure 44.

La granulométrie de ces matériaux est hétérogène : ceux composant le liant du travertin sont très fins (probablement formés de colloïdes) tandis que les particules agglomérées sont de granulométrie millimétrique à pluri-millimétrique. Ils présentent des teneurs de l'ordre de 50 % en fer, 1,6 % d'arsenic, 400 ppm de plomb et 530 ppm d'antimoine. Les teneurs en zinc, cadmium et cuivre sont relativement faibles.

Figure 44: Travertin (image de gauche) et résidus dans l'Erries (image de droite)

Chamée

Le dépôt de stériles de Chamée est une verse, probablement issue de l'ouverture de la galerie. Sa granulométrie est hétérogène puisqu'elle présente des éléments millimétriques à centimétrique voire pluri-centimétriques. De couleur marron-jaune, elle ne présente pas d'organisation particulière.

Elle présente des teneurs élevées en arsenic : 400 ppm et en fer : 7,4 %.

b. Sols

Les paramètres physico-chimiques des sols du bassin de l'Ouvèze sont relativement homogènes, même si des pH acides ont pu être rencontrés dans les champs de Chaliac, au sud du Terril de Pansier (pH de 4,2) et au hameau de Chamée (pH de 4,3).

Zone des laveries, dépôts et bassins de décantation de Chaliac

Sols de surface

La comparaison des teneurs relevées dans les sols de surface aux valeurs de son environnement local témoin indique que la quasi-totalité de ces sols dépassent les teneurs de l'ELT en plomb, avec un maximum de 8 900 ppm. Les dépassements sont fréquents pour les autres métaux et métalloïdes étudiés (antimoine, arsenic, cadmium, cuivre, et zinc).

Le chemin situé entre la grande laverie et les grands bassins de décantation montrent des teneurs supérieures à l'ELT pour toutes les substances étudiées.

Sols profonds

La comparaison des teneurs relevées dans les sols profonds aux valeurs de son environnement local témoin indique que tous les prélèvements de sol (sauf un) dépassent les teneurs de l'ELT en plomb, avec un maximum de 6 600 ppm relevé dans la zone exempte de végétation située dans le champ au sud du Terril de Pansier.

Les jardins investigués présentent tous des teneurs supérieures à l'ELT pour le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc avec des maximums de Cd : 6,1 ppm, Cu : 140 ppm, Pb : 310 ppm et Zn : 1 500 ppm. L'un des jardins présente une teneur en arsenic de 99 ppm.

Les graphiques des
Figure 45 et Figure 46 suivantes montrent la répartition des teneurs en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols de surface et profonds de cette zone, en comparaison à leurs environnements locaux témoins respectifs.

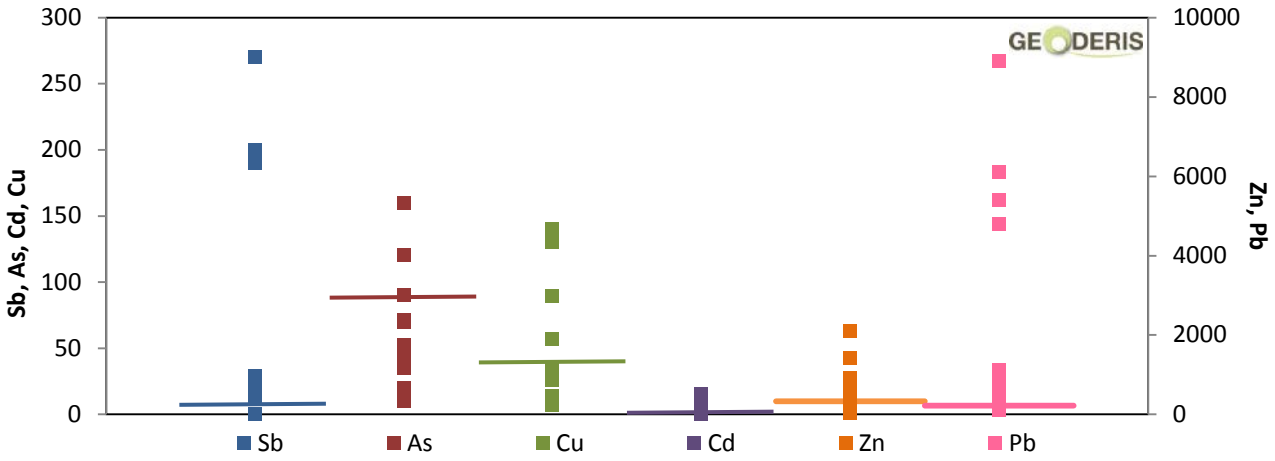


Figure 45: Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols de surface de Chaliac en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales)

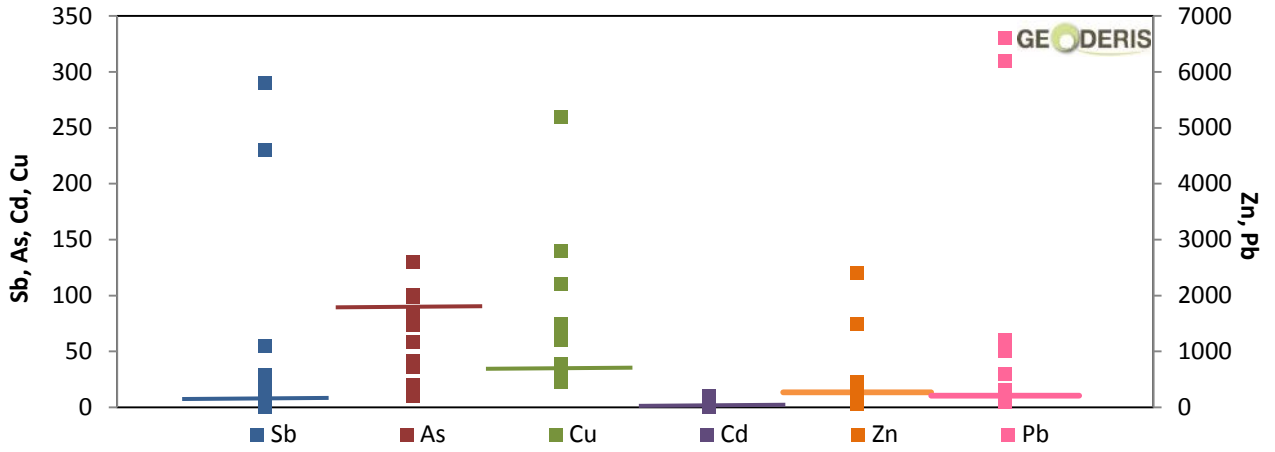


Figure 46: Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols profonds de Chaliac en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales)

Ouvèze

Les teneurs en métaux et métalloïdes sont relativement homogènes sur les terrasses de l'Ouvèze. Toutefois, une augmentation est visible après le Lagau pour toutes les substances étudiées (ces observations ne sont toutefois basées que sur un seul point d'environnement local témoin).

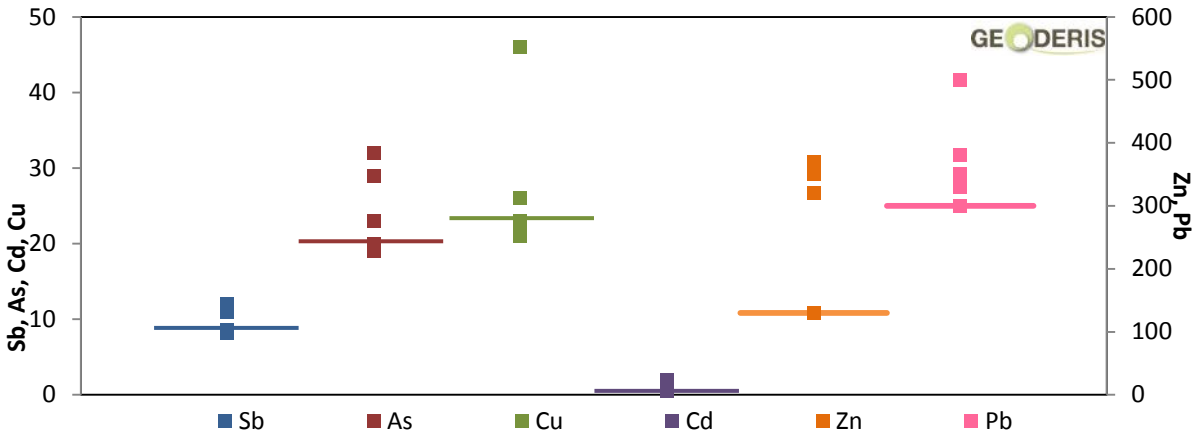


Figure 47: Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols de l'Ouvèze en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales)

Chamée

Les sols de surface situés dans la zone de l'ancienne exploitation et en aval hydraulique de celle-ci présentent tous des teneurs supérieures à l'ELT en arsenic (max : 860 ppm) et en antimoine (max : 63 ppm). Seules les teneurs cadmium et en cuivre ne montrent aucun dépassement.

Le jardin potager situé au sud-est de l'ancienne exploitation ne présente, quant à lui, qu'un dépassement pour le cuivre (69 ppm pour un ELT à 51 ppm).

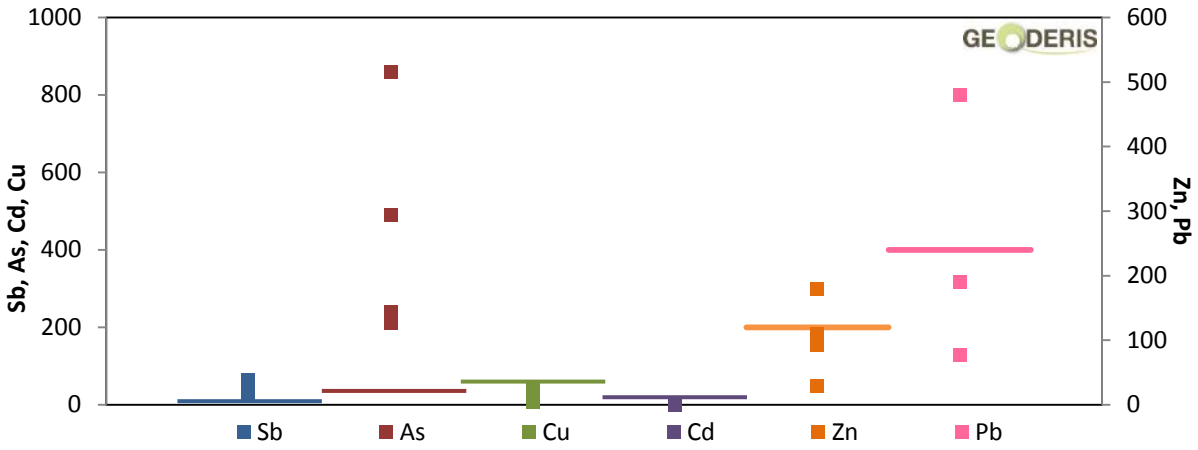


Figure 48: Teneurs (mg/kg de matière sèche) en antimoine, arsenic, cuivre, cadmium, zinc et plomb dans les sols de surface de Chamée en comparaison à l'environnement local témoin (représenté par les barres horizontales)

7.1.3 Figures

Les Figure 49 et Figure 50 présentent les concentrations en six métaux et métalloïdes (antimoine, arsenic, cadmium, cuivre, plomb et zinc) dans les sols de la zone des laveries et dépôts de Chaliac.

Les gammes ont été élaborées comme suit :

- Gamme basse (vert) : elle englobe les valeurs inférieures ou égales à l'environnement local témoin telles que définies dans la partie 6.2.2.b (cf. Tableau 13). Tout point montrant des valeurs anomaliques a été écarté ;
- Gamme haute (rouge) : Elle correspond à toutes les teneurs supérieures à la valeur de l'environnement local témoin ;
- Gamme très haute (écarlate) : Elle comprend les valeurs supérieures ou égales au 90ème centile de tous les points de Chaliac. Cette donnée statistique a uniquement pour but de mettre en exergue les points présentant les teneurs les plus élevées du site.

Les teneurs des environnements locaux témoins des sols de surface et profonds ont été reportées, pour information, sur les deux figures.

Deux cartes sont présentées ci-après :

- Figure 49 : répartition des teneurs dans les sols de surface (0 à 2 cm) ;
- Figure 50 : répartition des teneurs dans les sols profonds (2 à 10 cm et 0 à 1 m).

a. Sols de surface

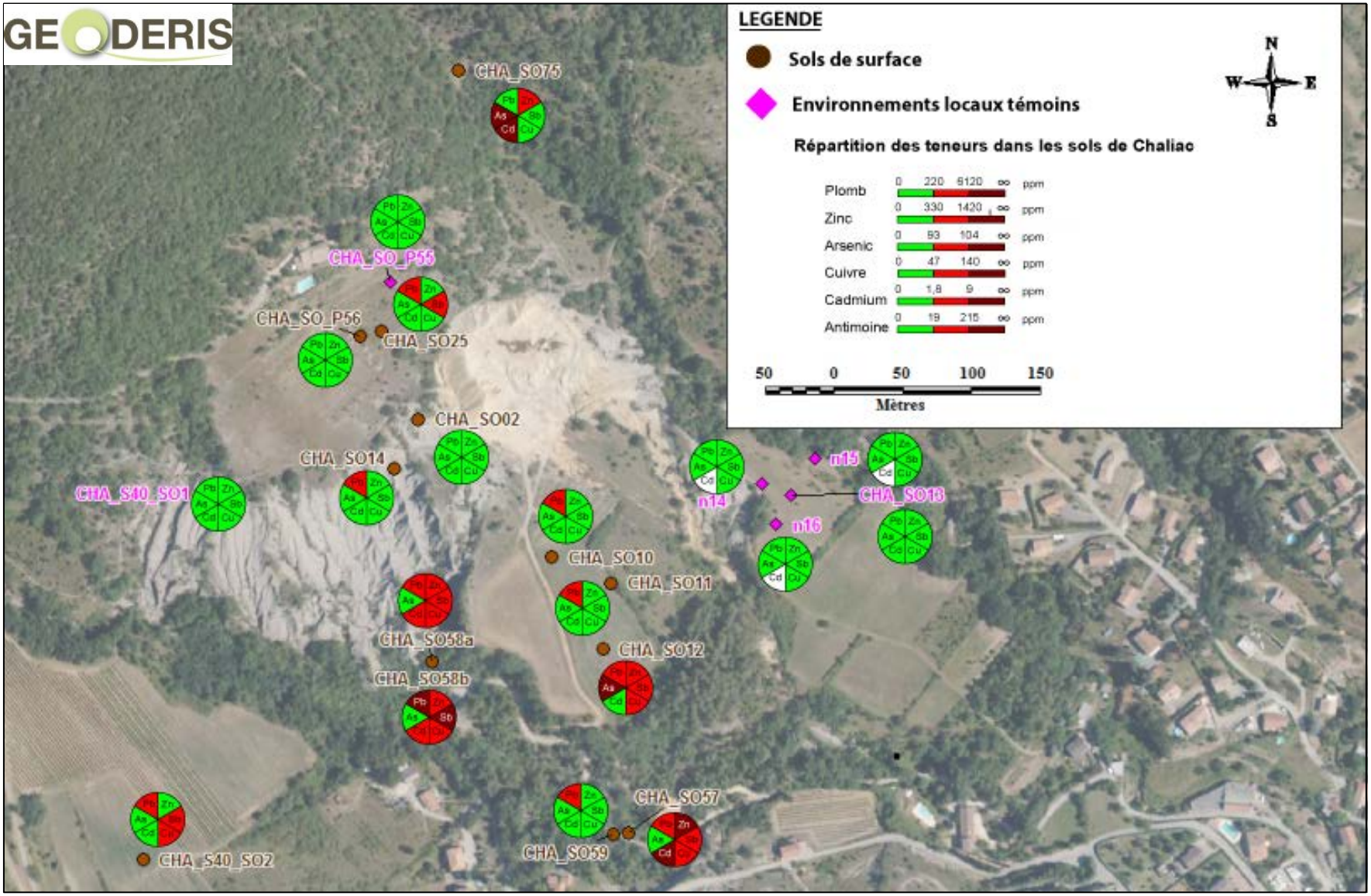


Figure 49: Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les sols de surface (0-2 cm) de Chaliac

b. Sols profonds

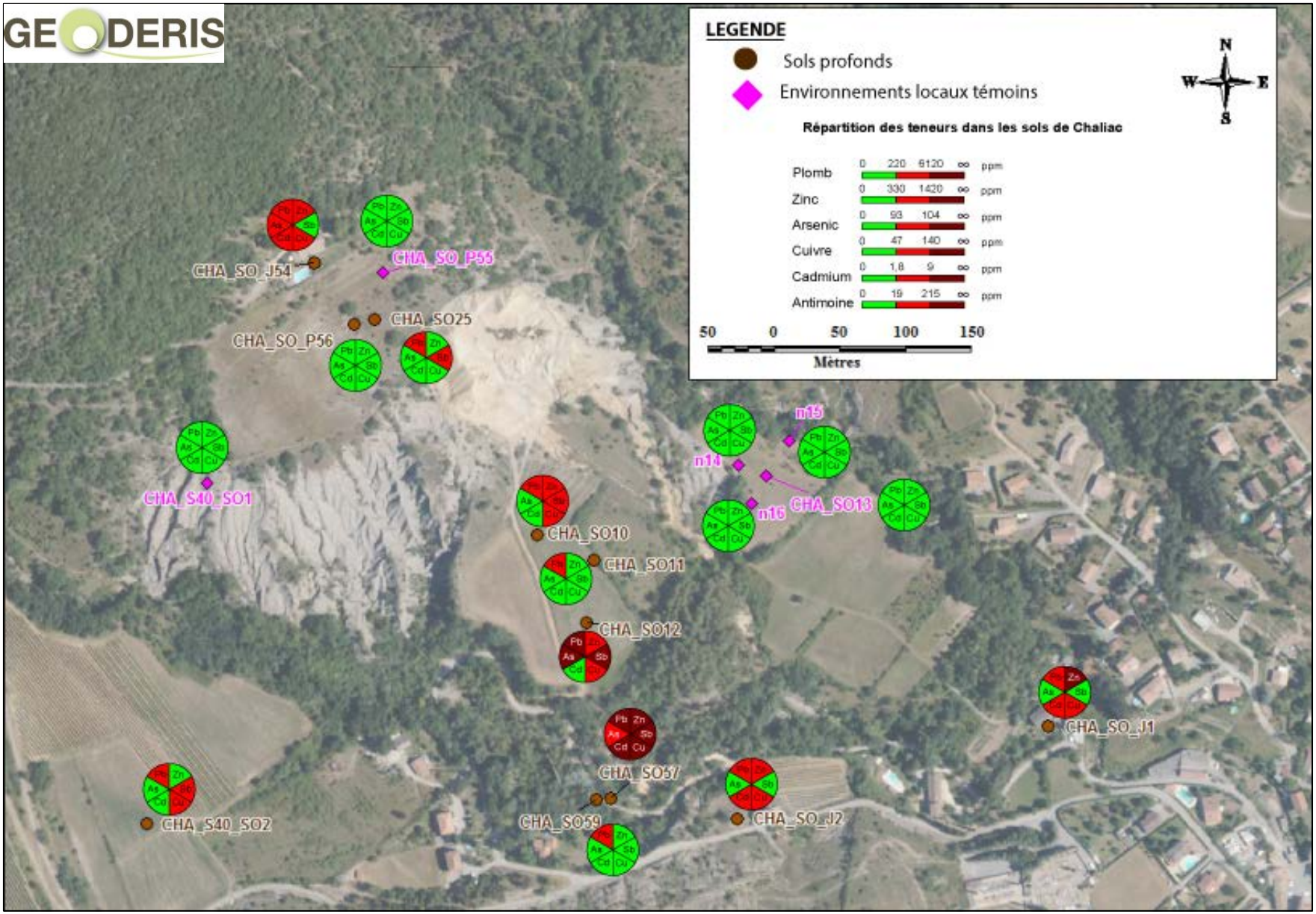


Figure 50: Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les sols profonds (2-10 cm et 0–1 m) de Chaliac

7.1.4 Autres paramètres analysés

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et Hydrocarbures totaux (HCT)

Les HAP mesurés dans les sols et les résidus l'ont été uniquement lorsque des indices organoleptiques laissaient supposer leur présence dans le milieu. En effet, l'étude historique et documentaire n'indique pas l'utilisation d'hydrocarbures lors de l'exploitation, seul le charbon était utilisé dans les laveries.

Sept échantillons de sols et douze échantillons de résidus ont fait l'objet d'analyses de HAP et quinze échantillons de résidus ont fait l'objet d'analyses de HCT. Elles montrent que :

- Le naphtalène, l'acénaphtylène, l'acénaphtène, le fluorène et le dibenzo(a)anthracène ne sont présents dans aucun échantillon de résidus et de sols ;
- Les fractions C10-C12 et C12-C16 ne sont présentes que dans un seul échantillon de résidus : dans la partie est du grand bassin de décantation ;
- L'échantillon présentant la somme des HAP la plus élevée (2,4 mg/kg de matière sèche) a été prélevé dans les anciens bassins de décantation situés entre les deux laveries.

L'étude sanitaire, synthétisée dans le paragraphe 8, s'est attachée au calcul de QD et d'ERI pour les HAP.

Carbone organique total (COT)

La grande majorité des échantillons de résidus et de sols ont fait l'objet d'analyses de COT :

- Les sols présentent des teneurs en COT globalement plus importantes que les résidus ;
- Les échantillons de résidus présentant les teneurs les plus élevées en COT sont ceux dont les indices visuels indiquent une plus grande végétalisation : présence d'humus, d'arbres et de végétaux, à savoir le dépôt situé à l'est des grands bassins de décantation et la plateforme des dépôts de la petite laverie.

Granulométrie

Les analyses de granulométrie confirment les observations de terrain dans la zone de Chaliac :

- La composition des résidus des 10 petits bassins de décantation est plutôt argileuse ;
- Les fractions sableuses dominent dans les grands bassins de décantation ;
- Le Terril de Pansier est à dominante sableuse avec de rares passées argileuses ;
- Les résidus de la grande laverie sont à dominante sableuse ;
- Les sols présentent une répartition homogène entre sables et argiles.

Les terrasses de l'Ouvèze sont à dominante sableuse.

Les sols du secteur de Chamée sont à légère dominante sableuse.

7.2 Lixiviats

Des lixiviats ont été observés sur le Terril de Pansier comme le montre la Figure 51.

Figure 51: Drainage minier acide du Terril de Pansier

Ce drainage n'a pu être échantillonné qu'en période de crue, les volumes disponibles en période d'étiage étant trop faibles pour permettre un échantillonnage. En période de hautes eaux, il présente un pH acide de 3,3 ainsi que des teneurs de 14 µg/L d'antimoine, 21 µg/L d'arsenic, 2 300 µg/L de plomb, 1 300 µg/L de cadmium, 12 mg/L de fer, 5 800 µg/L de cuivre et 170 mg/L de zinc.

Comme le montre la Figure 51, ce drainage suit un chemin préférentiel, creusé dans les résidus, et qui rejoint probablement le Lagau environ 250 m en contrebas. En période de hautes eaux, le débit est très faible, estimé à environ 10 l/h.

7.3 Eaux de surface et sédiments

7.3.1 Résultats bruts

Les tableaux de résultats bruts sont présentés en annexes 8 et 9. :

Les éléments étudiés sont l'Antimoine, l'Arsenic, le Cadmium, le Cuivre, le Plomb et le Zinc. Le Fer a été étudié dans le cas de l'Ouvèze puisque le lit de ce cours d'eau s'écoule dans le bassin carbonaté exploité pour le fer. Il a également été analysé dans le cas de l'Erries et du Vendèze puisque ces cours d'eau présentent des teneurs élevées en cet élément.

Deux types d'analyses ont été effectuées sur les eaux : l'une sur les éléments totaux (eaux non filtrées), l'autre sur les éléments dissous (eaux filtrées). A noter que les eaux filtrées l'ont été à l'aide d'un filtre de 0,45 µm. Ainsi, le terme « éléments dissous » comprend les éléments effectivement dissous ainsi que la fraction colloïdale inférieure à 0,45 µm.

7.3.2 Synthèse des données

a. Lagau

SEDIMENTS

Les données indiquent que les sédiments du Lagau, en aval de la petite laverie, présentent, pour tous les points, des teneurs supérieures à celles de l'environnement local témoin. L'environnement local témoin considéré est un point prélevé dans un affluent du Lagau, en amont hydraulique des sources de contamination.

Les teneurs les plus élevées (à l'exception du zinc) ont été relevées en un même point : en aval immédiat de la confluence entre le Lagau et son affluent (qui longe le Terril de Pansier avant de se jeter dans le Lagau) : As : 180 ppm ; Cd : 50 ppm ; Cu : 420 ppm ; Pb : 12 000 ppm ; Sb : 390 ppm.

Les trois analyses de sédiments du Lagau présentent une granulométrie très hétérogène, mais ces points sont trop peu nombreux pour en tirer des conclusions.

EAUX

Les données physico-chimiques sont relativement homogènes, avec un pH moyen de 7,2.

Les teneurs en plomb, cadmium et zinc sont toutes supérieures à l'environnement local témoin (excepté un point pour le plomb) tandis que les teneurs en cuivre ne lui sont supérieures que par endroits. L'arsenic, quant à lui, est inférieur à la limite de quantification (LQ) pour tous les points tandis que l'antimoine ne présente qu'une valeur supérieure à cette LQ, au niveau du dernier point prélevé dans le Lagau. Ce dernier point cumule les maximums relevés dans le lagau pour tous les métaux et métalloïdes étudiés : 2800 µg/L de zinc, 180 µg/L de plomb, 7,3 µg/L d'antimoine, 28 µg/L de cuivre et 23 µg/L de cadmium.

Les cations étudiés (calcium, potassium, magnésium, sodium et silicium) présentent plusieurs dépassements en comparaison à l'environnement local témoin du Lagau. Les anions, quant à eux, dépassent l'ELT en ortho-phosphates, fluorures, mais principalement en sulfates avec une teneur maximale de 250 mg/L.

Les concentrations entre éléments dissous et éléments totaux sont similaires pour tous les éléments considérés.

Il est à noter que les échantillons CHA_e11 et CHA_S39_e3 sont situés en aval hydraulique des dépôts sur le Lagau, avant la confluence avec l'Ouvèze et en sortie d'une évacuation des eaux usées (nitrates, chlorures et azote) de la commune de Flaviac. Les concentrations en métaux et métalloïdes y sont les plus élevées du Lagau.

FIGURES

Les Figure 52 et Figure 53 représentent les répartitions des concentrations en métaux et métalloïdes relevées dans les eaux (éléments dissous et éléments totaux) et les sédiments du Lagau.

Les gammes ont été élaborées de la même manière que pour la cartographie de la répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les sols de Chaliac (cf. 7.1.3).

La Figure 52 présente les données sur les métaux et métalloïdes dissous ainsi que les teneurs dans les sédiments relevées en période de basses eaux et en période de hautes eaux (identifiant comprenant « HE »). Les données sur les sédiments relevées en période de hautes eaux ne sont pas présentées afin de ne pas inclure les biais potentiels dus aux perturbations que les pluies peuvent avoir induit sur les sédiments en période de crue.

La Figure 53 présente les données sur les métaux et métalloïdes totaux relevées en période de basses eaux et en période de hautes eaux (identifiant comprenant « HE »).

Les points Lixi_1_HE, CHA_e1 et CHA_e51 ont été reportés sur la Figure 53 pour indiquer leur position uniquement.

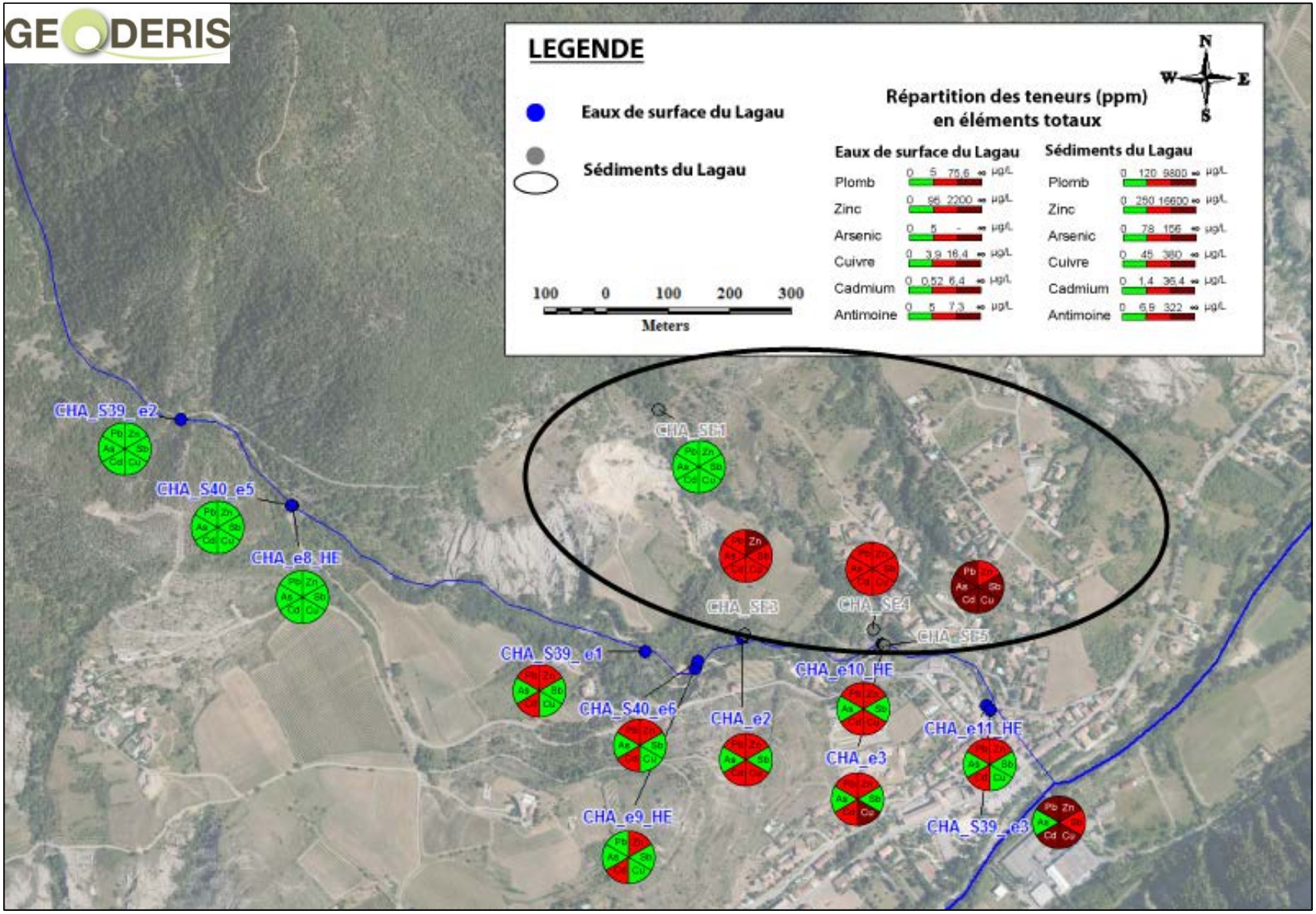


Figure 52: Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les eaux (éléments totaux) et dans les sédiments du Lagau

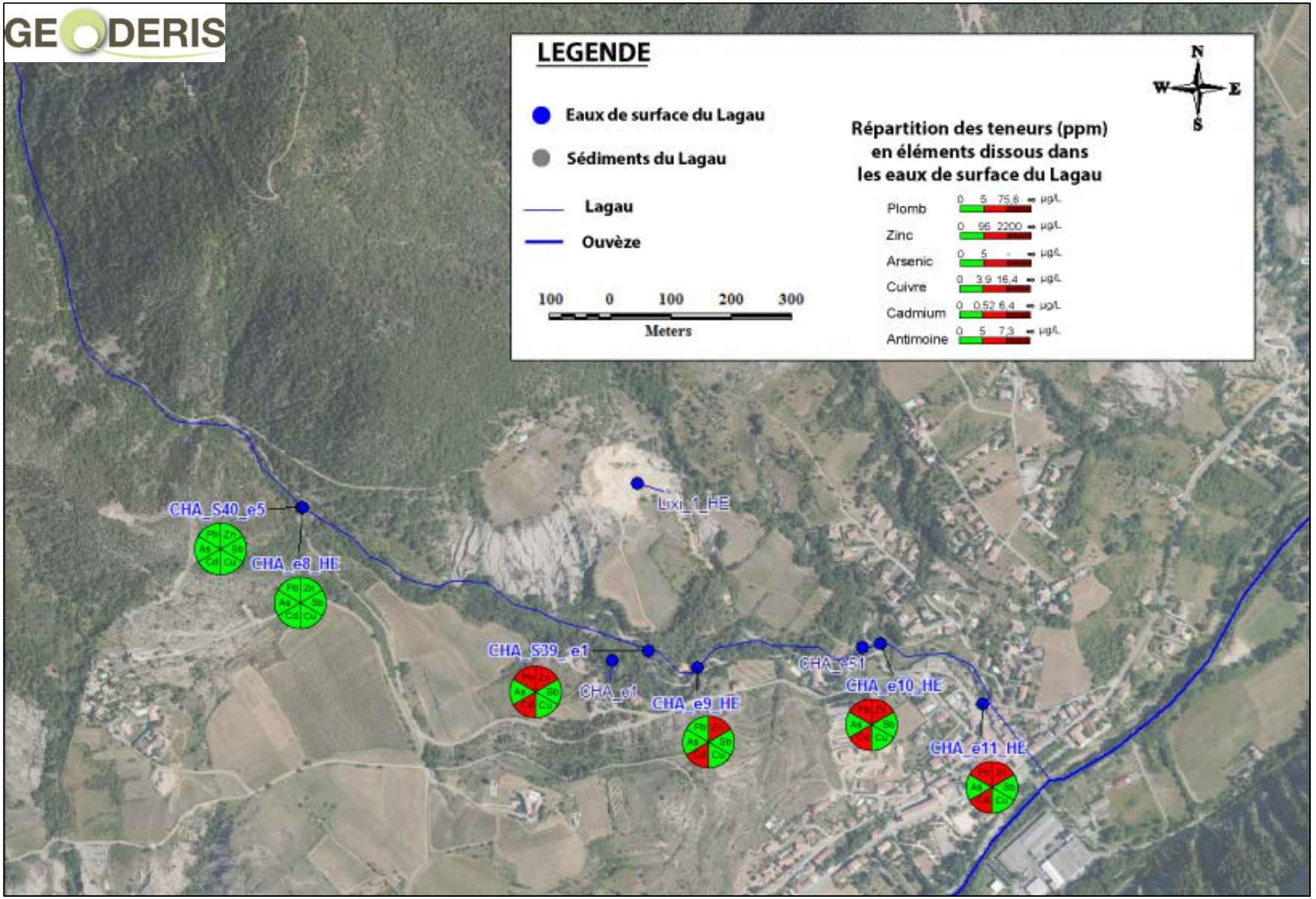


Figure 53: Répartition des teneurs en métaux et métalloïdes dans les eaux du Lagau (éléments dissous)

b. Ouvèze

EAUX

Les données physico-chimiques indiquent une eau légèrement basique (moyenne de 8,2) et une conductivité relativement homogène. Le carbone organique total est légèrement supérieur aux normes de potabilité pour les points situés à l'amont de l'Ouvèze.

Les teneurs en fer sont inférieures à l'ELT à l'exception de deux points : en aval de la galerie d'écoulement de Privas et en aval du Vendèze.

Les échantillons non filtrés présentent des teneurs en fer plus importantes, le fer étant en partie présent sous forme particulaire.

Les teneurs en plomb, antimoine, arsenic, cadmium et cuivre sont inférieures soit aux limites de détection, soit aux environnements témoins. Les teneurs en zinc dépassent celles de l'ELT dans la partie aval de l'Ouvèze avec un maximum de 34 µg/L au point le plus en aval de l'Ouvèze.

Aucune des teneurs relevées n'est supérieure aux normes de potabilité définie par l'Annexe 1 de l'arrêté du 11 janvier 2007.

La Figure 54 représente les répartitions en métaux et métalloïde totaux (As, Cd, Cu, Fe, Pb, Sb et Zn), le long de l'Ouvèze tandis que la Figure 55 montre la répartition des concentrations en éléments dissous.

SEDIMENTS

Les teneurs en métaux et métalloïdes des sédiments de l'Ouvèze sont toutes supérieures à l'ELT en aval de la confluence entre le Lagau et l'Ouvèze, avec des maximums de 13 ppm en arsenic, 5,2 ppm en cadmium, 31 ppm en cuivre, 560 ppm en plomb, 17 ppm en antimoine et 1 100 ppm en zinc en un point échantillonné à l'aval immédiat de la confluence. Elles diminuent ensuite jusqu'au Rhône, tout en restant supérieures à celles de l'ELT.

En amont de la confluence Lagau-Ouvèze, les teneurs sont globalement inférieures à celles de l'ELT, à l'exception :

- du plomb en amont immédiat de la confluence Ouvèze-Mézayon ;
- du plomb, du zinc et du cuivre en amont immédiat de la confluence Lagau-Ouvèze.

Les données sur les sédiments relevées en période de hautes eaux ne sont pas présentées afin de ne pas inclure les biais potentiels dus aux perturbations que les pluies peuvent avoir induit sur les sédiments en période de crue.

Les teneurs en fer, quant à elles, ne sont supérieures à l'ELT pour aucun point. Il est à noter qu'elles sont fortes en amont des mines de fer de Privas, puis diminuent jusqu'après la confluence Ouvèze-Lagau pour ensuite augmenter.

La Figure 54 indique les répartitions en métaux et métalloïde totaux (As, Cd, Cu, Fe, Pb, Sb et Zn), dans les sédiments de l'Ouvèze en période de basses eaux.

Les points CHA_S39_e7, CHA-e3_HE et CHA_S40_e1 ont été reportés sur la Figure 55 uniquement pour indiquer leur positionnement.

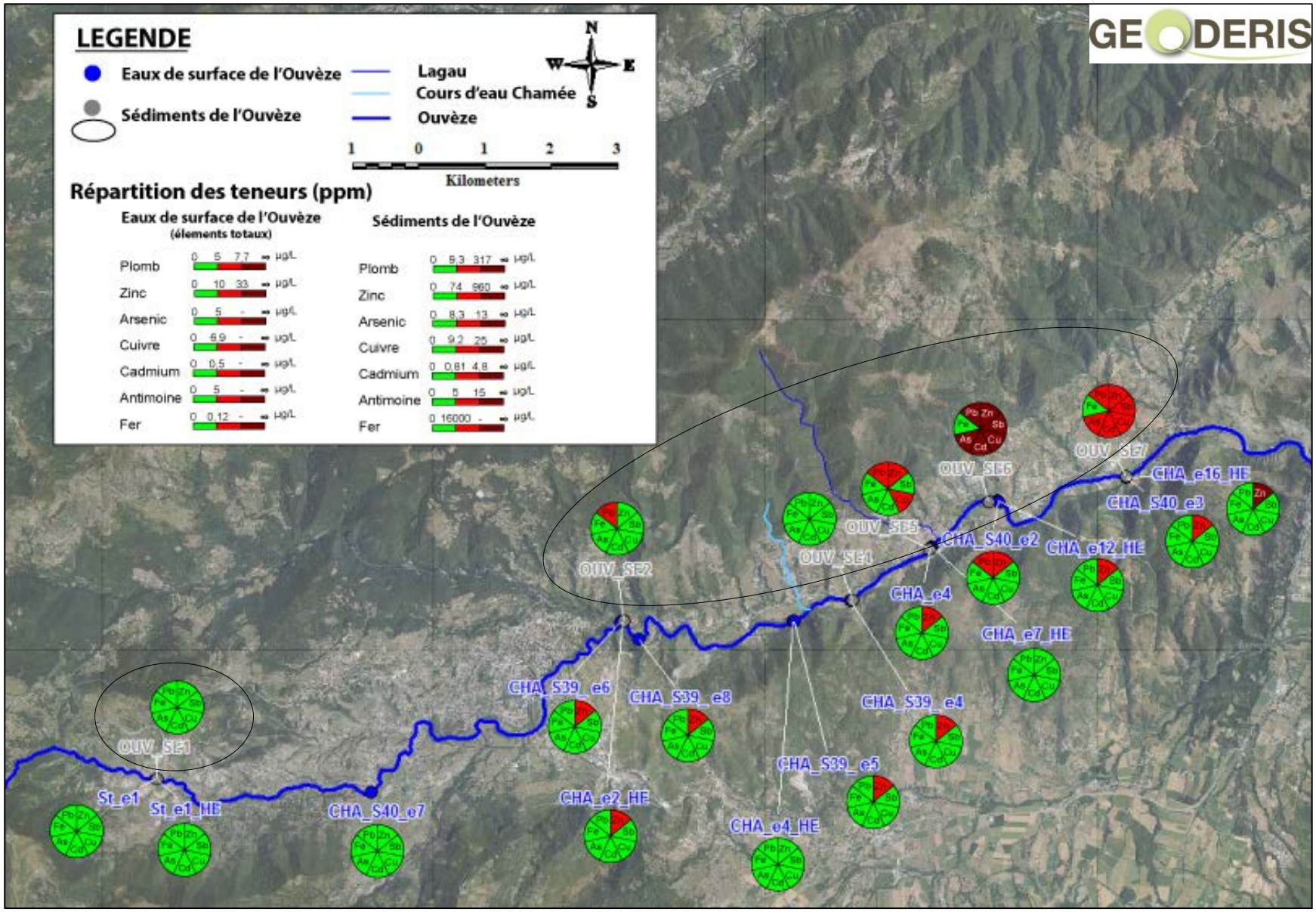


Figure 54: Répartition des concentrations en métaux et métalloïdes dans les eaux (éléments totaux) et les sédiments de l'Ouvèze.

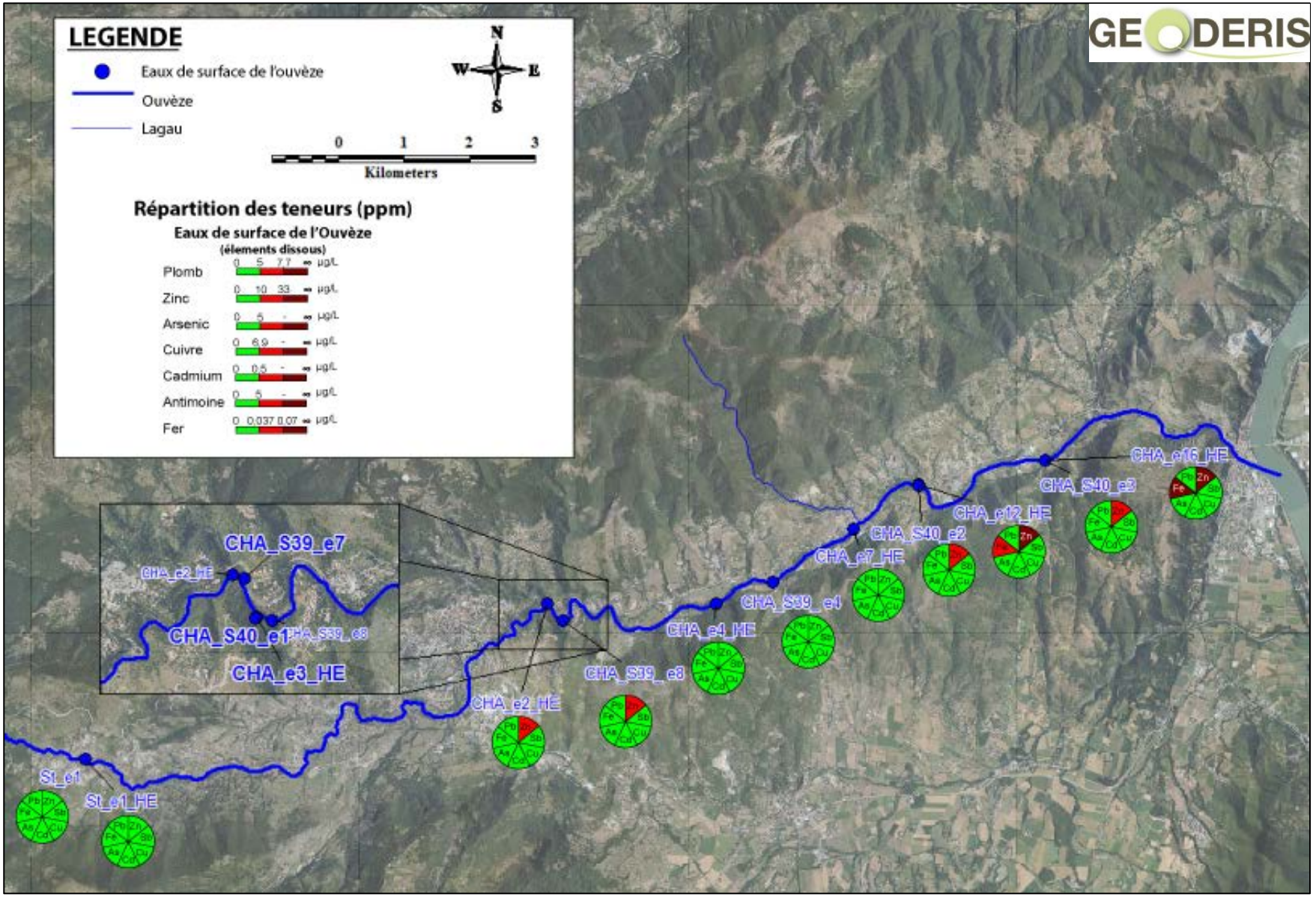


Figure 55: Répartition des concentrations en métaux et métalloïdes dans les eaux (éléments dissous) de l'Ouvèze.

c. Erries et Vendèze

Dans l'Erries s'écoulent des eaux provenant d'une paroi située à quelques mètres au-dessus d'une galerie. Ces eaux ont été analysées, de même que celles de l'Erries (affluent du Vendèze) et du Vendèze.

Ecoulement de la paroi

L'écoulement provenant de la paroi présente un pH acide (pH de 3) et une conductivité élevée (920 µS/cm). La concentration en sulfates, dépasse la norme de potabilité : 320 mg/L (pour une norme de 250 mg/L). Les teneurs en antimoine, arsenic, plomb, cadmium, cuivre et zinc sont nettement supérieures à l'ELT et aux normes de potabilité, comme le montre le Tableau 15 suivant :

	Elément	Antimoine	Arsenic	Plomb	Cadmium	Cuivre	Zinc	Fer
Echantillon	Unité	µg/L						mg/L
	ELT	<5	13	<5	<0,5	5,9	100	0,45
	Limites de potabilité	5	10	10	5	2000	-	0,2
CHA_S39_E10	Eléments totaux	47	780	230	24	8,3	4000	76
	Eléments dissous	44	610	160	25	7,1	4000	77

Tableau 15: Teneurs relevées dans l'écoulement provenant de la paroi du Filon Juliette

Erries

Après le passage des eaux provenant de la paroi, le pH de l'Erries passe de 6,2 à 3 (pH identique en périodes de hautes et basses eaux).

La concentration en sulfates, en période de crues, est multipliée par 15 (14 mg/L en amont, 220 mg/L en aval) entre l'amont et l'aval de l'écoulement. En période d'étiage, l'ELT a été prélevé dans un cours d'eau parallèle à l'Erries, les sulfates présentent une teneur de 330 mg/L tandis que l'ELT est de 23 mg/L.

Les métaux et métalloïdes étudiés présentent tous des dépassements de l'environnement local témoin (à l'exception de l'antimoine pour un échantillon filtré en période de hautes eaux). Les maximums sont de 5,3 µg/L d'antimoine, 170 µg/L d'arsenic, 180 µg/L de plomb, 30 µg/L de cadmium, 29 mg/L de fer, 18 µg/L de cuivre et 5 300 µg/L de zinc. La limite de potabilité est, quant à elles, dépassée pour le cuivre.

Vendèze

En aval de la confluence Erries-Vendèze, les pH augmentent jusqu'à une moyenne de 7,2. Les teneurs en sulfates diminuent après la confluence, puis passent sous l'ELT en hautes eaux au niveau du jardin investigué, situé plus en aval.

Le premier point échantillonné à l'aval de la confluence Erries-Vendèze dépasse les teneurs de l'ELT (cf. Tableau 15) en arsenic (14 µg/L), plomb (16 µg/L), cadmium (3,1 µg/L), fer (1,9 mg/L) et zinc (390 µg/L). De légers dépassements des normes de potabilité concernent l'arsenic, le plomb et le fer.

Le point d'eau prélevé plus en aval, au niveau du jardin potager investigué, ne présente aucun dépassement en comparaison aux valeurs de l'ELT et aux normes de potabilité que ce soit en période de crue ou d'étiage.

d. Autres

Veyras

Le secteur de Veyras a été investigué afin d'évaluer l'impact potentiel des eaux émergeant des galeries situées en bordure d'un affluent de l'Ouvèze. Les résultats ayant montré que ni les eaux, ni les sédiments ne présentaient de teneurs élevées, les données n'ont pas été traitées plus en détail. Les résultats sont disponibles en annexe 8 pour les eaux et en annexe 9 pour les sédiments.

7.4 Végétaux potagers

Les résultats sur les végétaux sont traités dans le rapport relatif aux risques sanitaires établi par l'INERIS [13].

7.5 Caractérisation semi-quantitative par mesures *in situ* NITON®

Ce paragraphe est basé sur le rapport de synthèse du BRGM [14].

7.5.1 Mesures et analyses Niton

GEODERIS a sollicité le BRGM pour la réalisation d'une campagne de mesures semi-quantitatives in-situ à l'aide d'un analyseur à fluorescence X NITON® de type XLt 999. Ces mesures ont été effectuées sur les sols, sédiments et résidus du bassin versant de l'Ouvèze. Les résultats sont indiqués en annexe 11, tels que fournis par le BRGM.

Parmi les 21 échantillons prélevés lors de la campagne de mesures Niton, 13 ont été analysés dans les laboratoires du BRGM. Les préparations diffèrent en fonction du type d'analyse :

- Fluorescence X :
    - Mesures in-situ à l'aide d'un Niton® de sols et résidus: tamisage à 2 mm ;
    - Analyse en laboratoire des sédiments après séchage à 40 °C et tamisage à 200 µm ;
- Spectrométrie ICP/AES ou absorption atomique : séchage à 105 °C et broyage à 80 µm.

Les comparaisons entre les mesures de terrain et les analyses en laboratoire sont présentées dans les graphiques de l'annexe 11 qui donnent des droites de calibration (pour le plomb, l'antimoine, le cuivre et le zinc) permettant de juger de la pertinence des résultats obtenus.

Le BRGM conclut que les droites de calibration montrent que:

- les mesures in-situ et les analyses en laboratoire sont comparables pour le plomb, le cuivre et le zinc ;
- la matrice (sédiment ou sol) joue un rôle important pour l'antimoine ;
- la valeur d'antimoine mesurée par le Niton dans les sols (tamisés à 2 mm) doit être doublée ;
- les teneurs en zinc supérieurs à 1% sont surévaluées d'environ 25% par rapport à l'analyse.

7.5.2 Orientation des échantillonnages sur site

Dans le cadre de la présente étude, les mesures in-situ sont particulièrement utiles à l'orientation des échantillonnages sur le terrain. En effet, elles fournissent des données immédiates, permettant d'évaluer le niveau de contamination des terrains investigués et de délimiter géographiquement l'emprise des dépôts de résidus. Les résidus de la concession de Chaliac ont, en effet, été déposés avant 1914 et, en un siècle, leur morphologie initiale a évolué, notamment à cause des emprunts, des constructions diverses et des phénomènes météorologiques. Ainsi, la limite entre le résidu et le sol naturel est parfois diffuse et la mesure Niton permet de délimiter avec une précision plus fine qu'au seul moyen d'analyses de laboratoire, les contours des résidus.

La Figure 56 suivante localise les points mesurés par le BRGM sur le bassin versant de l'Ouvèze. Les résultats correspondant aux identifiants de cette figure sont disponibles en annexe 11.

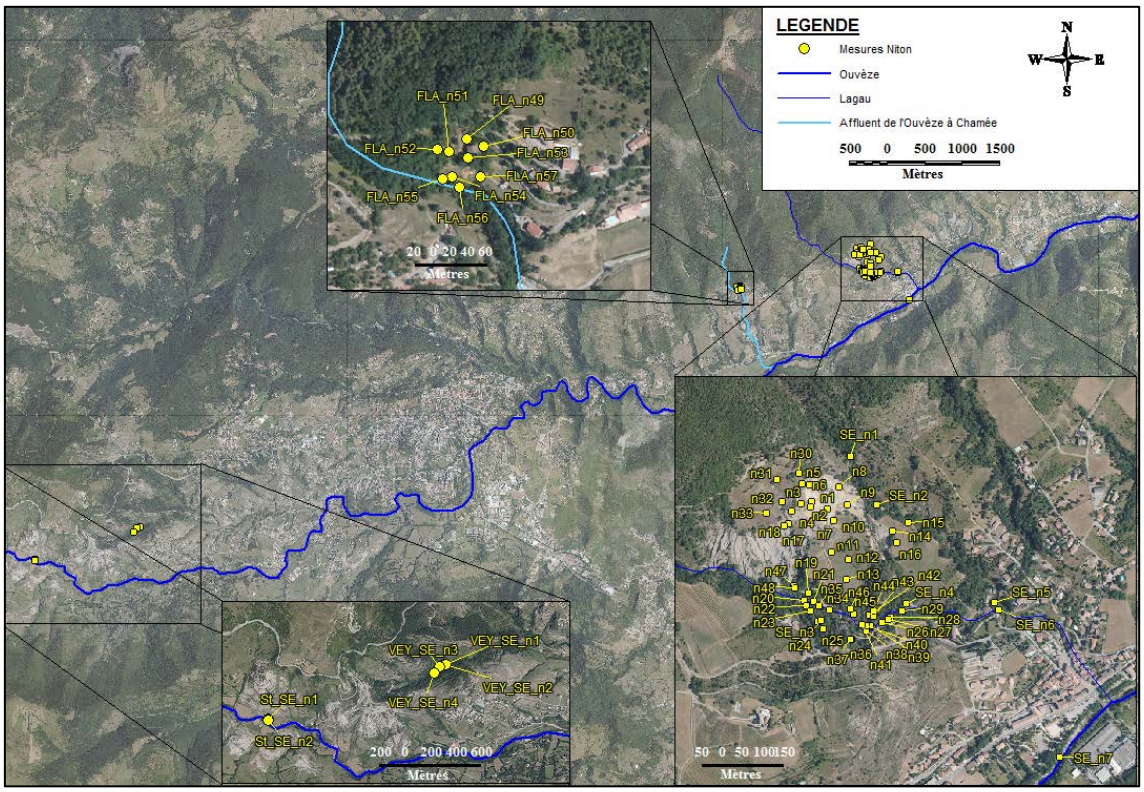


Figure 56: Localisation des mesures Niton au sein du bassin versant de l'Ouvèze

7.5.3 Confrontation mesures - analyses

Le Tableau 16 suivant est une comparaison des teneurs mesurées par le Niton sur une partie des résidus et sols de la concession de Chaliac. Il montre une cohérence globale entre mesures et analyses, confortant ces dernières et justifiant l'utilisation d'une partie d'entre elles pour la définition des teneurs de l'environnement local témoin (cf. partie 6.2.2. Environnement local témoin).

Les remarques suivantes peuvent toutefois être faites :

- Les mesures Niton sont légèrement inférieures aux analyses de laboratoire et certains éléments (comme le cadmium) ne sont pas détectés bien qu'ils présentent des concentrations analysées parfois non négligeables ;
- Pour de fortes teneurs en cuivre, plomb et zinc (bassins de décantation), les minimums et maximums mesurés par Niton sont plus importants que ceux analysés en laboratoire. ;
- Les mesures Niton surévaluent l'arsenic et le plomb dans les résidus, phénomène dû à la mesure (les pics majeurs d'arsenic et de plomb se confondant, l'analyseur peut surévaluer les teneurs en arsenic) ;
- Les mesures effectuées sur des matrices sableuses (résidus de dépôts) semblent plus en cohérence avec les analyses de laboratoire que celles réalisées sur des matrices argileuses (bassins de décantation), laissant supposer une influence de la matrice dans la mesure Niton.

Secteur de Chaliac	Substances	Gammes (ppm)	
		Niton	Laboratoire
Champs	Nb d'échantillons	9	12
	Sb	<LOD	[<5 – 55]
	As	<LOD	[15 – 88]
	Cd	-	[<0,4 – 1,8]
	Cu	[<LOD – 62]	[26 – 65]
	Pb	[54 – 894]	[93 – 1 000]
	Zn	[<LOD – 356]	[58 – 340]
Résidus - dépôts	Nb d'échantillons	18	29
	Sb	[142 – 2 295]	[27 – 3 000]
	As	[<LOD – 2 323]	[36 – 1 600]
	Cd	-	[0,59 - 87]
	Cu	[<LOD – 1 436]	[42 - 3 900]
	Pb	[5 418 – 52 446]	[950 – 57 000]
	Zn	[359 – 8 773]	[260 - 26 000]
Résidus – bassins de décantation	Nb d'échantillons	10	8
	Sb	[274 – 4 695]	[210 – 6 600]
	As	[511 – 7 126]	[390 – 2 100]
	Cd	-	[4,8 – 20]
	Cu	[170 - 4870]	[340 – 1 800]
	Pb	[2 993 – 89 819]	[4 300 – 44 000]
	Zn	[1 079 – 7 691]	[1 600 – 5 000]

Tableau 16: Comparaison des gammes de valeurs entre mesures Niton et analyses en laboratoire sur la concession de Chaliac

Remarques concernant le Tableau 16 :

- Les mesures et analyses effectuées sur les champs ne prennent pas en compte les points niton13 et CHA_SO12 car ils ont été effectués sur un point particulier, probablement situé sur l'ancien trajet du transbordeur et dont il est supposé que ce n'est pas un sol mais un résidu ;
- Les mesures Niton ne comprennent pas les mesures de cadmium car cet élément présente des teneurs inférieures à la limite de détection pour tous les points.

8 INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX EN TERMES SANITAIRES

8.1 Introduction

La méthodologie employée pour cette étude sanitaire est décrite dans le paragraphe 1.2. Pour rappel, les grandes étapes sont les suivantes :

- Consultations de documents préexistants (archives et études antérieures) ;
- Détermination des usages des sites (usages de l'eau, des terres etc.) ;
- Réalisation d'un schéma conceptuel préliminaire ;
- Elaboration d'un plan d'échantillonnage prévisionnel ;
- Investigations de terrain. Plusieurs campagnes peuvent s'avérer nécessaire, notamment dans le cas où les premières investigations indiqueraient de nouvelles sources, vecteurs de transfert, modes d'exposition ou cibles ou que des points d'échantillonnages supplémentaires s'avèrent nécessaires ;
- Révision du schéma conceptuel préliminaire en fonction des données collectées lors des investigations ;
- Traitement des données analytiques ;
- Evaluation de la comptabilité entre les usages des populations et l'état du site ;
- Conclusions et recommandations.

8.2 Schéma conceptuel

8.2.1 Schéma conceptuel préliminaire

Un schéma conceptuel préliminaire est élaboré en premier lieu. Il permet d'orienter les opérations de terrain. Ce schéma est ensuite révisé et modifié en fonction des sources, vecteurs de transfert, modes d'exposition et cibles réellement identifiés sur le site.

Dans le cadre de cette étude sanitaire, les vecteurs de transfert et modes d'exposition, souvent similaires ou imbriqués, seront traités conjointement.

a. Sources

Les sources primaires et secondaires de contamination considérées sont celles définies dans le Tableau 9 de ce rapport (cf. 4.1 Sources).

b. Modes d'exposition

Les modes d'exposition aux éléments potentiellement contaminants identifiées dans cette phase préliminaire sont les suivantes:

- Ingestion de terre et de particules issues du sol ;
- Inhalation de poussières issues des résidus ;
- Ingestion de légumes potagers et de fruits sauvages ;
- Ingestion d'eau provenant du Lagau, de l'Ouvèze et du Vendèze ;
- Ingestion de sédiments ;
- Ingestion de poissons ;
- Ingestion de viande d'élevage ;
- Ingestion de viande de gibier.

8.2.2 Schéma conceptuel révisé

Les données issues des investigations de terrain ont permis de préciser les sources, vecteurs de transfert, modes d'exposition et cibles et de modifier le schéma conceptuel préliminaire en fonction des réalités du site d'étude. Ainsi, ces investigations ont notamment permis d'identifier le milieu « sol » comme source primaire principale de contamination.

a. Sources

Sols

Les sources de contamination considérées dans le cadre de l'étude sanitaire sont celles identifiées dans le Tableau 9 (à l'exception de la zone du dépôt d'explosif et des terrasses alluviales de l'Ouvèze qui ont été écartés suite aux investigations de terrain : la zone de dépôt d'explosif n'existe plus et aucune source de contamination potentielle n'a pu y être identifiée et les terrasses de l'Ouvèze ne présentent pas de teneurs permettant de les identifier comme sources de contamination).

Elles sont reprises dans le Tableau 17 suivant qui indique les maximums de concentration par zone (localisées sur la Figure 57 ci-dessous) ainsi que les valeurs des environnements locaux témoins (ELT) considérés.

	CONCENTRATIONS dans les sols en mg/kg MS								
	CHALIAC							FLAVIAC (Chamée)	
	ELT	A Terril de Pansier	B Terril de Pansier	C résidus de la petite laverie	D résidus de la grande laverie	E grands bassins de décantation	F 10 petits bassins de décantation	ELT	G proximité usine de couperose
As	*36*	1 100	240	360	150	680	90	*210*	860
Sb	*25*	3 000	860	630	590	240	190	*63*	nc
Cd	*15*	22	29	nc	20	nc	11*	*0,9*	nc
Cu	*60*	760	260	470	650	600	140	*51*	nc
Pb	*390*	37 000	38 000	37 000	44 000	40 000	5 400	*240*	480
Zn	*590*	4 700	6 300	3 100	3 300	1 700	2 100	*340*	n.c.

(*) Concentration retenue au regard des incertitudes analytiques dans le cadre d'une approche conservatoire, mais dans la gamme de celle de l'environnement local témoin.
nc : substance non concernée car les concentrations sont inférieures à celles de l'environnement local témoin

Tableau 17: Concentrations dans les sols de surface retenues pour les calculs de risques sanitaires (scénario ingestion de sol) en mg/kg de matière sèche

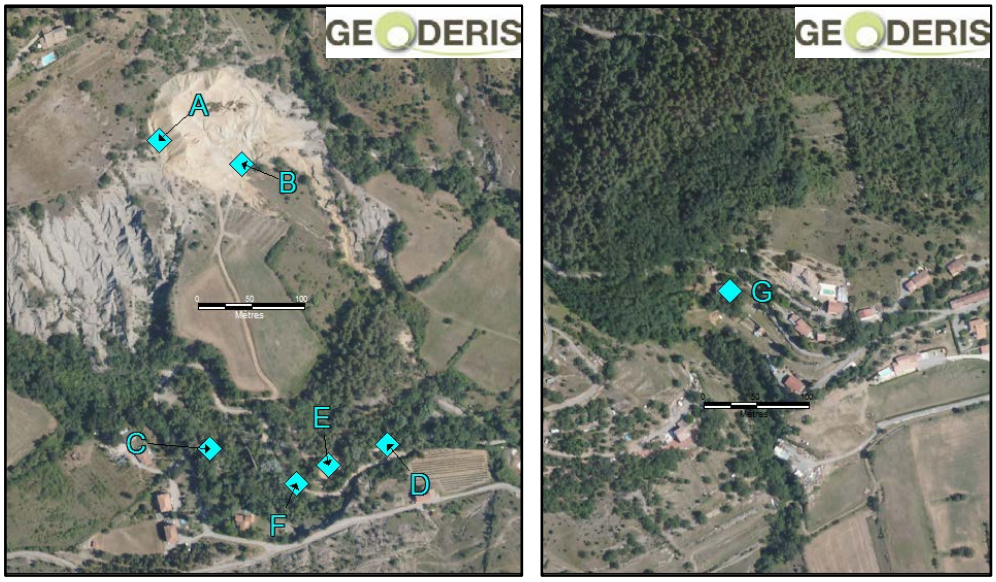


Figure 57: Localisation des zones décrites dans le Tableau 17

Végétaux potagers

Les végétaux potagers n'ont pas fait l'objet de prélèvements d'environnements locaux témoins, seules les valeurs règlementaires seront utilisées afin de définir la compatibilité entre l'usage des sites et l'état des milieux.

Les teneurs relevées dans les végétaux potagers sont disponibles en annexe 10. La comparaison aux valeurs réglementaires indique que les teneurs sont globalement faibles, à l'exception du plomb et du cadmium pour certains végétaux.

b. Vecteurs de transfert et modes d'exposition

Suite à l'étude des données issues des investigations de terrain, et notamment à l'identification du sol comme source principale de contamination primaire, les modes d'exposition retenus pour les calculs de risques sanitaires sont les suivantes :

- **l'ingestion de sol de surface** par les enfants ;
- **l'ingestion de végétaux potagers** : en raison de l'usage d'eaux de surface potentiellement contaminées pour l'arrosage des végétaux. En effet, l'Ouvèze, le Vendèze et le Lagau font tous trois l'objet de prélèvement pour l'irrigation des jardins potagers ;
- **Usage de loisirs des eaux de surface** : les risques sont l'ingestion d'une eau potentiellement contaminée lors de la baignade d'enfants. Aucun site de baignade autorisée n'est recensé dans l'Ouvèze mais des témoignages oraux indiquent que des estivants se baignent dans l'Ouvèze et des baigneurs ont été observés dans le Vendèze.

c. Cibles

Les enjeux considérés sont les populations (adultes et enfants) riveraines des sites ou de passage, comme des vacanciers et des randonneurs.

8.2.3 Investigations de terrain

Les prélèvements ont concerné les matrices suivantes :

- Sols ;
- Résidus ;
- Eaux de surface ;
- Sédiments ;
- Végétaux potagers ;
- Végétaux sauvages (mirabelles).

Le Tableau 18 suivant indique les figures et tableaux reprenant les localisations des points de prélèvements et les résultats analytiques.

Matrice	Localisation	Résultats analytiques
Résidus	Cf. Figure 39	Cf. annexe 7
Sols	Cf. Figure 40	Cf. annexe 7
Eaux de surface	Cf. Figure 41	Cf. annexe 8
Sédiments	Cf. Figure 42	Cf. annexe 9
Végétaux	Cf. Figure 43	Cf. annexe 10

Tableau 18: Localisation des prélèvements et résultats analytiques par matrice

<u>Espèces végétales</u>

- **Végétaux potagers et fruits sauvages**

  L'objectif de prélèvements d'espèces végétales est d'estimer une éventuelle contamination et exposition des populations :

  - o par dépôts particulaires sur les feuilles via des émissions de particules issues des sols, notamment des dépôts de résidus, et via l'eau d'arrosage ;
  - o par transfert racinaire via une contamination des sols et/ou de l'eau d'arrosage ;
  - o par transfert foliaire via une contamination de l'eau d'arrosage.

  Les prélèvements de végétaux ont été réalisés tenant compte de la disponibilité et de la variabilité de ces derniers et de l'autorisation d'accès des propriétaires.

- **Herbes de prairies**

  Ce milieu ne correspond pas à un milieu d'exposition directe pour les populations humaines, mais il permet d'évaluer le transfert de métaux présents dans les sols vers les végétaux pouvant être consommés par des animaux d'élevages ou du gibier.

Le Tableau 19 suivant synthétise les types de végétaux prélevés :

Types de végétaux	Végétaux et fruits	Jardin n°1	Jardin n°2	Chaliac
Tubercule	pomme de terre	x	x	-
Légume racine	carotte	x	x	-
Légume feuille	laitue	x	-	-
	feuille de blette	x	x	-
	choux vert	x	-	-
Légume tige	tige/blanc de blette	x	x	-
Légume fruit	aubergine blanche	x	-	-
Fruit	Mirabelle	-	-	x
Plantes aromatiques		x	-	-
Herbes de prairie		-	-	x
Remarques en termes d'arrosage		Eaux de surface du Vendèze	Eaux de surface du Lagau	-

Tableau 19: Types de végétaux prélevés

8.3 Interprétation des résultats

8.3.1 Synthèse

Conformément à la démarche d'IEM, les concentrations ont été comparées aux valeurs de l'environnement local témoin, ce qui a indiqué une dégradation de la qualité des milieux au vu des usages constatés. Cette démarche indique ensuite que les teneurs doivent être comparées aux valeurs de gestion. En leur absence, des calculs de risques sanitaires ont été menés pour les modes d'exposition considérés, en prenant en compte les intervalles de gestion du risque de l'IEM. Lorsque les résultats des risques se situent dans la gamme d'interprétation des risques, une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a été conduite.

Au regard des valeurs de gestion disponibles (non disponibles pour les sols), l'analyse des concentrations indique :

- **Eaux de surface** : toutes les concentrations en arsenic relevées dans l'Erries sont supérieures à la valeur de gestion de 10 µg/l[5] ;

- **Végétaux potagers** : le plomb présente des concentrations supérieures aux valeurs de gestion dans les denrées alimentaires[6] pour les feuilles de blettes et les carottes.

8.3.2 Comparaison des teneurs analysées

a. Métaux et métalloïdes

Le Tableau 20 suivant indique, par matrice :

- les résultats des comparaisons des teneurs relevées lors des investigations aux valeurs de l'environnement local témoin ;
- les textes réglementaires ;
- les résultats de la comparaison entre les teneurs relevées lors des investigations et les teneurs règlementaires ;
- la nécessité ou non de réaliser des calculs de risques sanitaires.

Les jardins ayant fait l'objet de prélèvements de sols, d'eaux et/ou de végétaux se sont vus attribuer les nomenclatures suivantes (cf. Figure 43 pour leur localisation) :

- Jardin n° 1 : St-Julien-en-St-Alban (St_J_VE_J1) ;
- Jardin n° 2 : Chaliac (CHA_VE_J2) ;
- Jardin n° 3 : Chaliac (CHA_VE_P5), (pas de végétaux prélevés par manque de matière mais sol échantillonné : CHA_SO_J54);
- Jardin n° 4 : Chamée (pas de végétaux prélevés par manque de matière mais eau d'arrosage échantillonnée : FLA_e1) ;
- Jardin n° 5 : Chaliac (pas de végétaux prélevés par manque de matière mais eau d'arrosage : CHA_e51 et sol CHA_SO_J1).

[5] Arrêté Ministériel du 11 janvier 2007, limite de qualité dans les eaux destinées à la consommation humaine.
[6] Règlement CE n°1881/2006 avec dernières modifications du 2 décembre 2011.

Matrice		Comparaison à l'environnement local témoin	Comparaison aux données règlementaires		Réalisation de calculs de risques sanitaires
			Textes réglementaires	Résultats des comparaisons	
Sols		La plupart des zones étudiées sur Chaliac présentent des teneurs supérieures à l'ELT (cf. Tableau 17)	Aucune valeur seuil disponible	-	Cf. Tableau 17 indiquant les concentrations considérées
Eaux de surface	Ouvèze	Pas de dépassement des teneurs	Les valeurs réglementaires considérées sont celles de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté Ministériel du 11 janvier 2007, (cf. Tableau 21)	-	-
	Lagau	Dégradations en plomb, cadmium et zinc pour tous les points et en cuivre pour la plupart des points		Des eaux d'irrigation de potagers présentent des dépassements de valeur en plomb (max : 95 µg/L), cadmium (max : 8,3 µg/L) et antimoine (max : 6,1 µg/L) principalement	
	Erries	Dépassement pour tous les points et toutes les substances		La teneur maximale relevée indique une valeur en plomb de 230 µg/L. Elle se situe au niveau du filon Juliette et présente un pH de 3 et une conductivité de 920 µS/cm	
	Vendèze	Pas de dépassement des teneurs.		-	
	Chamée	Pas d'ELT pour comparaison		Les concentrations relevées sont inférieures aux seuils	
Végétaux potagers		Pas de prélèvement d'environnements locaux témoins	Règlement fixant des teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires[7]	**<u>Jardin n°2</u>** Les carottes présentent un dépassement de valeur (0,41 mg/kg de matière brute (MB) en comparaison à 0,1 mg/kg recommandé) **<u>Tous jardins</u>** Toutes les concentrations en cadmium sont inférieures aux seuils **<u>Chaliac</u>** Les Mirabelles sauvages ne présentent pas de dépassement des valeurs seuils	Un calcul de risque sanitaire sera réalisé pour le plomb

Tableau 20: Comparaison des teneurs relevées dans les différentes matrices à l'environnement local témoin et les teneurs règlementaires

[7] Règlement CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié pour l'année 2011 par le règlement CE n°835/2011 du 19 août 2011 et le règlement CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011. En mg/kg de poids frais.

Le Tableau 21 suivant indique les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine telles que définies par l'arrêté du 11 janvier 2007.

Paramètres chimiques	Limites de qualité	Paramètres chimiques	Limites de qualité
Antimoine	5 µg/L	Cuivre	2 000 µg/L
Arsenic	10 µg/L	Nickel	20 µg/L
Chrome	50 µg/L	Plomb	10 µg/L

Tableau 21: Limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine

b. Hydrocarbures (HAP et HCT)

Des HAP ont été mis en évidence dans l'horizon profond (2-10 cm) des résidus des grands bassins de décantation. Cette zone, dont l'usage en activités de loisirs est évidente (trace de passages de moto, vélo et de piétons, chemin d'accès traversant le Lagau et présence d'un banc), est très probablement soumise à des phénomènes d'érosion dus au passage des motos. Ainsi, des calculs de risques ont été réalisés.

8.3.3 Calculs de risques sanitaires

a. Synthèse des VTR

L'évaluation de la toxicité menée dans le cadre de cette étude sanitaire concerne les éléments métalliques identifiés comme potentiellement toxiques, sur les sites considérés pour les populations. Le Tableau 22 suivant liste les VTR à seuil et sans seuil retenus pour les calculs de risques sanitaires.

Substance	VTR à seuil mg/kg.j	Organisme élaborateur	VTR sans seuil $(mg/kg.j)^{-1}$	Organisme élaborateur
Antimoine	0,0004	US EPA	nc	
Arsenic	0,00045	Fobig (2009)	1,5	US EPA (1998), OEHHA (2009)
Cadmium	0,00036	EFSA (2011)	nc	
Cuivre	0,14	RIVM (2001)	nc	
Plomb	0,00063	ANSES (2013)	0,0085	OEHHA (2009)
Zinc	0,3	US EPA (2005)	nc	

Nc : non concerne ; [1] conformément à l'avis de l'AFSSA (2003)

Tableau 22: Synthèse des VTR sélectionnées

b. Paramètres d'exposition

L'exposition est le contact entre un organisme vivant et une situation ou un agent dangereux, présents dans le(s) milieu(x) contaminé(s). L'évaluation de l'exposition consiste d'une part, à identifier les personnes exposées et les modes d'exposition/de pénétration des substances et d'autre part, à quantifier la fréquence, la durée et l'intensité de l'exposition.

Les Tableau 23 et Tableau 24 suivants détaillent les valeurs retenues en termes de paramètres d'exposition pour les enfants et les adultes.

PARAMETRES D'EXPOSITION DE L'ENFANT	VALEURS
Poids corporel [kg]	3 à 6 ans : 20 kg (ingestion de sols) Naissance à 6 ans : 15 kg (ADEME, IRSN, 2004) (ingestion de végétaux)
Quantité de sol ingérée [mg/j]	91 mg/j pour les enfants jusqu'à l'âge de 6 ans (InVS, INERIS, 2012)
Quantité de fruits et légumes autoproduits ingérés [g/j]	
Légumes « feuilles »	12,5 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Feuilles de blettes	3,3 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand 1993)
Légumes « racines »	8,5 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Carottes	7,2 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand 1993)
T : Durée d'exposition [années]	
T : durée d'exposition [années]	3 ans (période de 3 à 6 ans, enfant « résident ») en tenant compte de l'apprentissage de la marche pour l'enfant au regard des zones fréquentées ; 6 ans (période de la naissance à 6 ans) pour la voie ingestion de végétaux autoproduits
F : fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité]	
Pour tous les scénarios étudiés	52 jours par an (voie ingestion de sol) pour les enfants « résidents », tenant compte deux jours par semaine en période estivale, soit F = (52/365) = 0,14 ; 3 mois, 91 jours par an (voie ingestion de végétaux autoproduits) pour les enfants « résidents », soit F = (91/365) = 0,4
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]	3 ans ou 6 ans en fonction du scénario (effet à seuil : égale à la durée d'exposition) et 70 ans (effet sans seuil)[8]

Tableau 23: Valeurs des paramètres d'exposition pour l'enfant

[8] pour une substance à effet à seuil T = Tm et pour une substance à effet sans seuil, Tm est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)

PARAMETRES D'EXPOSITION DE L'ADULTE	Valeurs
Poids corporel [kg]	62,5 kg (ADEME, IRSN, 2004)
Quantité ingérée de fruits et légumes autoproduits [g/j] valeur pondérée en fonction des tranches d'âge indiquées dans le tableau issu de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004)	
Légumes « feuilles »	28,2 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Feuilles de blettes	7,6 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand 1993)
Légumes « racines »	10,6 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Carottes	9,1 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand 1993)
T : Durée d'exposition [années]	
T : durée d'exposition [années]	64 ans, pour les activités de loisirs
F : fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité]	
Scénario « Jardin n°2 »	3 mois, 91 jours par an (voie ingestion de végétaux autoproduits), soit F = (91/365) = 0,4
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]	64 ans en fonction du scénario (effet à seuil : égale à la durée d'exposition) et 70 ans (effet sans seuil)[9]

Tableau 24: Valeurs des paramètres d'exposition pour l'adulte

[9] Pour une substance à effet à seuil T = Tm et pour une substance à effet sans seuil, Tm est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)

c. Paramètres environnementaux

Concentrations dans les sols

Les concentrations considérées pour l'évaluation des risques sanitaires sont synthétisées dans le Tableau 13, par zone.

Concentrations dans les végétaux potagers

Les concentrations considérées sont celles disponibles dans l'annexe 10.

d. Caractérisation des risques

Métaux et métalloïdes

Le Tableau 25 ci-dessous présente les résultats des calculs de quotient de danger (QD) pour les scénarios étudiés. Les QD sont calculés pour chaque tranche d'âge étudiée, enfant et adulte.

SCENARIOS	QUOTIENT DE DANGER (QD)					
Zones de Chaliac Enfant Ingestion de sol	arsenic	antimoine	cadmium	cuivre	plomb	zinc
A (Terril de Pansier)	1,5	4,8	0,03	0,003	38,7	0,01
B (Terril de Pansier)	0,3	1,4	0,05	0,001	39,1	0,01
C (résidus de la petite laverie)	0,5	1	nc	0,002	38,7	0,006
D (résidus de la grande laverie)	0,2	0,9	0,03	0,003	45,3	0,007
E (grands bassins de décantation)	0,9	0,4	nc	0,002	41,1	0,003
F (dizaine petits bassins de décantation)	0,1	0,3	0,02	0,006	5,5	0,004
Zones de Chaliac Enfant Ingestion de végétaux autoproduits	arsenic	antimoine	cadmium	cuivre	plomb	zinc
Jardin n°2	nc	nc	nc	nc	0,05	nc
Zones de Chaliac Adulte Ingestion de végétaux autoproduits	arsenic	antimoine	cadmium	cuivre	plomb	zinc
Jardin n°2	nc	nc	nc	nc	0,03	nc
Zone de Flaviac, Chamée Enfant Ingestion de sol	arsenic	antimoine	cadmium	cuivre	plomb	zinc
G (proximité usine de couperose)	1,2	nc	nc	nc	0,49	nc

Légende :nc :substance non concernée, car concentration inférieure à celle de l'environnement local témoin pour les sols et inférieurs aux valeurs du règlement CE pour les végétaux.	
	QD < 0,2 – *l'état des milieux est compatible avec les usages*
	0,2 < QD < 5 – *zone* d'interprétation *nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion*
	QD > 5 – l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages

Tableau 25: Synthèse des calculs de risques pour les substances aves des effets à seuil (Quotient de Danger- QD) pour les différents scénarios et zones étudiés

Le Tableau 25 indique :

- Zone de Chaliac : le plomb conduit à lui seul à des QD > 5 pour le scénario « ingestion de sol » par des enfants.
  → PLAN DE GESTION
- Zone de Chaliac : l'antimoine et l'arsenic conduisent à des QD situés dans la zone d'interprétation (0,2<QD<5) pour le scénario « ingestion de sol » par des enfants.
  → REFLEXION PLUS APPROFONDIE
- Zone de Chaliac : le scénario « ingestion de végétaux autoproduits » par des enfants et des adultes indique, pour le plomb, qu'aucune action n'est nécessaire.
- Zone de Flaviac : l'arsenic et le plomb conduisent à des QD situés dans la zone d'interprétation (0,2<QD<5) pour le scénario « ingestion de sol » par des enfants.
  → REFLEXION PLUS APPROFONDIE

Le Tableau 26 ci-dessous présente les résultats des excès de risques individuels (ERI) pour les scénarios étudiés. Les ERI sont généralement calculés pour la vie entière mais, pour cette étude, seuls les ERI pour les enfants sont évalués pour l'exposition par ingestion de sol.

Scénarios	Excès de Risques Individuel (ERI)	
Zone de Chaliac Enfant Ingestion de sol	arsenic	plomb
A (Terril de Pansier)	4,58E-05	8,74E-06
B (Terril de Pansier)	1,00E-05	8,97E-06
C (résidus de la petite laverie)	1,50E-05	8,74E-06
D (résidus de la grande laverie)	6,25E-06	1,04E-05
E (grands bassins de décantation)	2,83E-05	9,45E-06
F (dizaine petits bassins de décantation)	3,75E-06	1,28E-06
Zone de Chaliac Enfant *Ingestion de végétaux autoproduits*	arsenic	plomb
Jardin n°2	n.c.	2,2E-08
Zone de Chaliac **Adulte** *Ingestion de végétaux autoproduits*	arsenic	plomb
Jardin n°2	n.c.	1,8E-07
Zone de Flaviac, Chamée **Enfant** *Ingestion de sol*	arsenic	plomb
G (proximité usine de couperose)	3,58E-05	1,13E-07

Légende : n.c. : substance non concernée (cf. concentration inférieure à celle de l'environnement local témoin pour les sols, inférieures aux valeurs du règlement CE pour les végétaux potagers…)	
	ERI < 10^{6} l'état des milieux est compatible avec les usages
	10^{-6} < ERI < 10^{-4} zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion
	ERI > 10^{-4} l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages

Tableau 26: Synthèse des calculs de risques pour les substances avec des effets sans seuil (ERI) pour les différents scénarios et zones étudiés

Le Tableau 26 indique :

- Zone de Chaliac : l'arsenic et le plomb conduisent à des ERI situés dans la zone d'interprétation (10^{-6}<ERI<10^{-4}) pour le scénario « ingestion de sol » par des enfants. → REFLEXION PLUS APPROFONDIE
- Zone de Chaliac : le scénario « ingestion de végétaux autoproduits » par des enfants et des adultes indique, pour le plomb, qu'aucune action n'est nécessaire ;
- Zone de Flaviac : le scénario « ingestion de sols » par des enfants indique, pour l'arsenic et le plomb, qu'aucune action n'est nécessaire.

Hydrocarbures (HAP et HCT)

Les calculs ont été réalisés uniquement pour la zone des grands bassins de décantation, dans les résidus situés en bordure de route et sur lesquels a été aménagé un banc (échantillon OUV_CHA_SO20-2-5). Le Tableau 27 indique les QD et ERI calculés pour les hydrocarbures.

Substance	Teneurs (mg/kg MS)	QD	ERI
Hydrocarbures aromatiques > C10-C12	10	1,6E-04	*n.c.*
Hydrocarbures aromatiques > C12-C16	10	1,6E-04	*n.c.*
Hydrocarbures aromatiques > C16-C21	49	1,0E-03	*n.c.*
Hydrocarbures aromatiques > C21-C35	270	5,8E-03	*n.c.*
Naphtalène	0,03	9,7E-07	1,0E-10
Benzo(a)pyrène	0,062	*n.c.*	3,4E-10
Acénaphthène	0,03	3,2E-07	1,6E-13
Fluorène	0,03	4,8E-07	1,6E-13
Phénanthrène	0,037	6E-07	2,0E-13
Anthracène	0,03	6,4E-08	1,6E-12
Fluoranthène	0,2	3,2E-06	1,1E-12
Pyrène	0,14	3,0E-06	7,7E-13
Benzo(a)anthracène	0,1	*n.c.*	5,5E-11
Chrysène	0,14	*n.c.*	7,7E-12
Benzo(b)fluoranthène	0,19	*n.c.*	1,0E-10
Benzo(k)fluoranthène	0,062	*n.c.*	3,4E-11
Dibenzo(ah)anthracène	0,03	*n.c.*	1,6E-10
Benzo(ghi)pérylène	0,06	1,3E-06	3,3E-12
Indéno(123-cd)pyrène	0,06	*n.c.*	3,3E-11
Acénaphtylène	0,03	*n.c.*	1,6E-13

Tableau 27: Résultats des calculs de risques pour les hydrocarbures (n.c. = non concerné pour un calcul de risque en l'absence de VTR)

Le Tableau 27 indique des QD et des ERI nettement inférieurs aux bornes basses de gestion, aucune action n'est donc nécessaire.

e. Synthèse des calculs et évaluation de la compatibilité

Synthèse des Tableau 25 et Tableau 26 :

- Les résultats sur fond orange indiquent des zones qui, pour la substance concernée (en l'occurrence, le plomb), la nécessité de mettre en œuvre un plan de gestion ;
- Les résultats sur fond jaune indiquent des risques qui se situent dans la zone d'interprétation et qui nécessitent une réflexion plus approfondie. Les approches possibles sont notamment les suivantes :
    - le recours à une argumentation appropriée, au retour d'expérience ;
    - la mise en œuvre de mesures simples de gestion et de bon sens ;
    - la réalisation d'une EQRS réfléchie.

Le Tableau 28 suivant synthétise les calculs de risques identifiés dans les Tableau 25 et Tableau 26 et évalue la compatibilité en fonction des usages. Lorsqu'une seule substance dépasse les seuils, la zone entière nécessite un plan de gestion, comme indiqué pour le plomb dans la zone de Chaliac.

Fréquentation de la zone	Scénario	Population concernée	Résultats des calculs				Evaluation de la compatibilité entre usages et état des milieux
					QD	ERI	
A	Ingestion de sol	Enfant «résident»	Pb		38, 7	$8{,}7.\ 10^{-6}$	NON COMPATIBLE (plomb, arsenic et antimoine)
			Sb		4,8		
			As		1,5	$4{,}6.\ 10^{-6}$	
			Cd, Cu, Zn		<0,2		
B		Enfant «résident»	Pb		39,1	$8{,}9.\ 10^{-6}$	NON COMPATIBLE (plomb et antimoine)
			Sb		1,4		
			As		0,3	$1.\ 10^{-5}$	
			Cd, Cu, Zn		<0,2		
C		Enfant «résident»	Pb		38,7	$8{,}7.\ 10^{-6}$	NON COMPATIBLE (plomb et antimoine)
			Sb		1		
			As		0,5	$1{,}5.\ 10^{-5}$	
			Cu, Zn		<0,2		
D		Enfant «résident»	Pb		45,3	10^{-5}	NON COMPATIBLE (plomb)
			Sb		0,22		
			As		0,2	$6{,}25.\ 10^{-6}$	
			Cd, Cu, Zn		<0,2		
E		Enfant «résident»	Pb		41,1	$9{,}4.\ 10^{-6}$	NON COMPATIBLE (plomb et arsenic)
			Sb		0,38		
			As		0,9	$2{,}8.\ 10^{-5}$	
			Cu, Zn		<0,2		
F		Enfant «résident»	Pb		5,5	$1{,}3.\ 10^{-6}$	NON COMPATIBLE (plomb)
			Sb		0,3		
			As, Cd, Cu, Zn		<0,2		
Jardin n°2	Conso. de légumes autoproduits	Enfant et adulte	Enfant	Pb	0,05	$2{,}2.\ 10^{-8}$	COMPATIBLE
			Adulte	Pb	0,03	$1{,}8.\ 10^{-7}$	
			Vie entière	Pb	-	2.10^{-7}	

Tableau 28: Synthèse des résultats des calculs de risques pour la zone de Chaliac

Avant de statuer définitivement sur une incompatibilité entre l'usage des sites et l'état des milieux pour les zones décrites dans le Tableau 28, il conviendrait de mettre en œuvre des réflexions approfondies permettant de statuer sur le dimensionnement d'un plan de gestion. Par exemple, des mesures de bioaccessibilité des contaminants dans les sols permettraient de réajuster certains calculs de risque.

FREQUENTATION DE LA ZONE	SCENARIO	POPULATION CONCERNEE	RESULTATS DES CALCULS			EVALUATION DE LA COMPATIBILITE	Zone d'interprétation	Démarche d'approfondissement
				QD	ERI			
G	Ingestion de sol	Enfant «résident»	As	1,2	$3,6.\ 10^{-5}$		Arsenic	Non conduite car l'arsenic conduit à lui seul à un QD> 1 et ERI > 10^{-5}
			Pb	0,49	$1,1.\ 10^{-7}$			

Tableau 29: Synthèse des résultats des calculs de risques pour la zone de Chamée

Le Tableau 29 indique un QD situé dans la zone d'interprétation. Une EQRS réfléchie a donc été menée mais les résultats indiquant des valeurs supérieures aux normes de ce type d'EQRS (à savoir QD<1 et ERI<10^{-5}), cette démarche n'a donc pas été approfondie. Il est toutefois possible d'adapter les paramètres d'exposition (comme la fréquence) à l'issue d'une enquête et de mesures de bioaccessibilité des sols afin de statuer définitivement sur la compatibilité ou la non compatibilité.

f. Bioaccessibilité

Outre la quantité de sol ingérée, l'un des paramètres influençant l'impact réel d'un contaminant sur la santé humaine sont sa bioaccessibilité et sa biodisponibilité[10]. Des échantillons prélevés durant la campagne de terrain ont été analysés de manière à en évaluer la bioaccessibilité pour l'homme.

Dans le cas de la présente étude, la biodisponibilité est considérée comme totale.
L'analyse des données de bioaccessibilité indique, pour les sols, les valeurs de bioaccessibilité relative stomacale[11] de l'ordre de :

- 1 % à 17 % pour l'arsenic ;
- 0 % à 2 % pour l'antimoine ;
- 48 % à 64 % pour le cadmium ;
- 2 % à 65 % pour le plomb ;
- 3 % à 65 % pour le zinc

[10] L'exposition d'une cible par ingestion de terre ou de poussières est évaluée par sa bioaccessibilité et sa biodisponibilité. La bioaccessibilité représente la fraction de polluant extraite par les fluides digestifs tandis que la biodisponibilité est la fraction de polluant atteignant la circulation sanguine.
[11] Tenant compte dans le cadre d'une approche conservatoire, du choix du taux le plus élevé entre la bioaccessibilité stomacale et intestinale.

9 INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX EN TERMES ENVIRONNEMENTAUX

9.1 Sédiments

9.1.1 Ouvèze

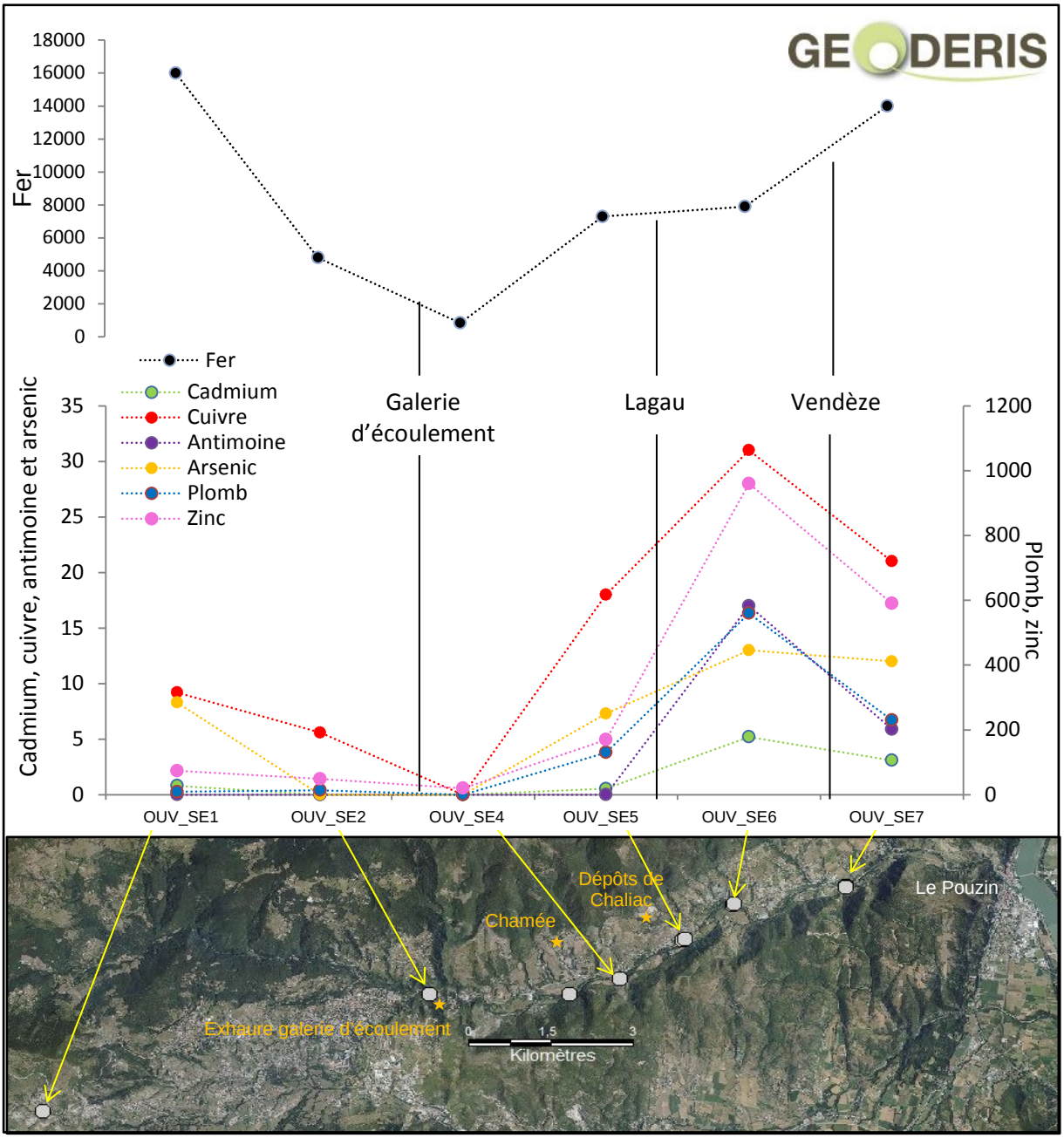


Figure 58: Représentation des concentrations (mg/kg de matière sèche) en fer, plomb, zinc, antimoine, arsenic cuivre et cadmium dans les sédiments de l'Ouvèze

La Figure 58 représente l'évolution des teneurs en métaux et métalloïdes dans les sédiments de l'Ouvèze. Seuls les sédiments prélevés en période de basses eaux sont représentés afin de ne pas inclure les biais potentiels dus aux perturbations que les pluies peuvent induire sur les sédiments en période de crue.

L'environnement local témoin considéré pour l'Ouvèze est un point prélevé en amont des travaux de Privas.

Fer

Cette figure montre que les teneurs en fer sont relativement fortes en amont du bassin, puis diminuent jusqu'à la galerie d'écoulement. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées :

- l'amont du bassin de l'Ouvèze se situe dans une zone où les affleurements sont naturellement riches en fer ;
- les eaux de l'Ouvèze s'infiltrent dans les travaux souterrains (cf. Figure 14), emportant les particules de fer avec elle et limitant la part se déposant dans les sédiments ;
- l'Ouvèze ayant été dragué dans les années 1970, il est possible que les sédiments aient été retirés à partir de Privas. Ceux qui s'accumulent depuis se sont alors chargés en fer sans atteindre les niveaux d'origine.

Après la galerie d'écoulement de Privas, les teneurs en fer sont relativement basses, n'augmentant qu'après l'exploitation de Chamée. Dans le canal de collecte des eaux de l'aquifère minier de privas, et avant rejet dans l'Ouvèze, des encroûtements de fer ont été observés, indiquant que, dans le canal, ce dernier est probablement piégé.

L'exploitation de Chamée semble être à l'origine d'apports en fer dans l'Ouvèze au vue de la forte augmentation des teneurs après l'affluent passant par cette exploitation.

Après Chamée, les teneurs en fer augmentent jusqu'au Pouzin indiquant une possible influence de la géologie du socle et de la présence de nombreux affluents en rive gauche de l'Ouvèze.

Arsenic, Antimoine, Cadmium, Cuivre, Plomb et Zinc

Tout comme pour le fer, les teneurs en ces éléments sont élevées en amont du bassin pour diminuer jusqu'à l'amont du Lagau. Les mêmes hypothèses que pour le fer peuvent être avancées, en ajoutant que la carte géologique indique que l'Ouvèze prend sa source en partie dans le socle micaschisteux.

Les teneurs augmentant fortement après le Lagau, les résidus de Chaliac sont probablement, du moins en partie, à l'origine de fortes concentrations en métaux lourds dans les sédiments l'Ouvèze.

Le Vendèze ne semble pas apporter d'éléments métalliques dans les sédiments de l'Ouvèze, les concentrations diminuant après la confluence. Il est possible que les éléments contaminants, provenant du filon Juliette, soient piégés dans l'Erries d'une part, puis, probablement à moindre mesure, dans le Vendèze.

Les données indiquent donc que le Lagau est probablement en grande partie responsable de la contamination des sédiments de l'Ouvèze même s'il semble que la géologie locale a un impact sur les teneurs élevées en métaux et métalloïdes.

9.1.2 Lagau

Les concentrations dans les sédiments du Lagau, après la confluence avec le cours d'eau longeant le Terril de Pansier sont globalement doublées, excepté pour le zinc et le fer dont les concentrations diminuent.

Le nombre restreint de points de sédiments ne permet pas de conclure de manière pertinente quant au degré et à l'origine de la contamination des sédiments du Lagau, mais il semble que les résidus ont un impact non négligeable sur les concentrations relevées. Le Lagau, lorsque soumis à de très fortes pluies, sort en partie de son lit pour inonder les environs. Il est donc envisageable qu'il déverse les sédiments sur ses berges les plus basses. Il est également possible, et la Figure 58 corrobore cette hypothèse, que les sédiments du Lagau soient emportés jusqu'à l'Ouvèze où ils se déposent. Néanmoins, les teneurs relevées dans le dernier point du Lagau sont bien supérieures aux teneurs relevées dans les sédiments de l'Ouvèze à l'aval de la confluence.

Par ailleurs, la petite laverie, située en amont des sédiments échantillonnés, est probablement en partie responsable de la décharge de matériaux contaminés dans le Lagau. En effet, des résidus recouvrent aujourd'hui son emplacement et baignent dans l'eau apportée par la galerie d'écoulement. Cette eau, lorsqu'elle se déverse dans le Lagau, entraine des particules dont les concentrations relevées sont supérieures à l'environnement local témoin pour tous les métaux et métalloïdes étudiés.

Les données indiquent donc que les sédiments du Lagau présentent des teneurs élevées en métaux et métalloïdes provenant des dépôts de résidus et de la petite laverie.
Il est à noter que les régimes particuliers auxquels sont soumises les eaux du bassin de l'Ouvèze (régimes torrentiels et crues) peuvent modifier considérablement les données de ce rapport. Une crue importante peut, en effet, emporter les sédiments sur de grandes distances. Ensuite, des sédiments se déposeront à nouveau dans les cours d'eau et le degré de contamination augmentera avec l'accumulation des éléments.

9.1.3 Erries et Vendèze

Un seul point a pu être échantillonné dans la partie aval du Vendèze, ne permettant pas de conclusion quant à une possible contamination et son origine.

Néanmoins, une comparaison avec l'environnement local témoin du Lagau (CHA_se1) montre des concentrations inférieures pour tous les métaux et métalloïdes étudiés, excepté le zinc pour lequel la valeur est légèrement supérieure.

9.2 Eaux de surface

9.2.1 Données règlementaires

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) de l'Ouvèze est, au moment de l'écriture de ce rapport, en cours de rédaction.

Les résultats d'analyse des eaux sont confrontés aux valeurs réglementaires définies par la Directive cadre sur l'eau (DCE) et l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, chimique et du potentiel écologique des eaux de surface (résumés dans une synthèse de 2013 de l'INERIS sur les valeurs réglementaires [16]). Cet arrêté définit des normes de qualité environnementales (NQE) pour divers paramètres. Le bon état chimique d'une eau est atteint lorsque l'ensemble des NQE est respecté. Les valeurs indiquées dans le Tableau 30 considèrent les échantillons d'eaux filtrées.

Nom de la substance	Paramètres	NQE (µg/L)
Antimoine	-	**113**[2]
Arsenic dissous	-	**4,2**
Cadmium total[1]	Dureté 40 mg $CaCO_3$	**≤ 0,08**
	Dureté de 40 à < 50 mg $CaCO_3$	**0,08**
	Dureté de 50 à < 100 mg $CaCO_3$	**0,09**
	Dureté de 100 à < 200 mg $CaCO_3$	**0,15**
	Dureté ≥ 200 mg $CaCO_3$	**0,25**
Cuivre dissous	-	**1,4**
Fer	Total	**200**[3]
	Dissous	**100**[3]
Plomb	-	**7,2**
Zinc dissous	Dureté ≤ 24 mg CaCO3	**3,1**
	Dureté > 24 mg CaCO3	**7,8**

Tableau 30: NQE définies par l'arrêté du 25 janvier 2010

[1] Moyenne annuelle
[2] Bruit de fond + 113 µg/L (valeur provisoire)
[3] En l'absence de NQE, la valeur utilisée sera celle de l'annexe 1 de l'arrêté du 11 janvier 2007. La valeur de fer dissous indiquée est la plus contraignante de celles données par l'arrêté (valeur guide d'une eau douce superficielle nécessitant des actions allant d'un traitement physique simple à une désinfection).

a. OUVEZE

Antimoine, arsenic et cadmium : concentrations inférieures aux NQE pour tous les points.

Cuivre : l'environnement local témoin échantillonné en période de basses eaux est environ 5 fois supérieur à la NQE. Des teneurs en cuivre dissous légèrement supérieures aux NQE se retrouvent de manière constante tout le long de l'Ouvèze, avec toutefois une diminution sous les NQE après la confluence avec le Vendèze. Le maximum de concentration est 3 fois supérieur à la NQE du cuivre dissous.

Fer : un point présente une concentration supérieure à la norme de potabilité : CHA_e16_HE, situé en aval du Vendèze.

Plomb : concentrations inférieures aux limites de détection pour tous les points.

Zinc : Environ la moitié des points présentent des concentrations en zinc dissous supérieures à la NQE, le maximum étant relevé aux points CHA_e12_HE (filtré) et CHA_e16_HE (filtré), respectivement l'amont et l'aval de la confluence avec le Vendèze, où la valeur est 4 fois supérieure à la NQE.

Les teneurs relevées dans l'Ouvèze sont légèrement supérieures aux NQE en cuivre, en fer et en zinc, conférant à ce cours d'eau un état biologique dégradé.

LAGAU

Antimoine : toutes les concentrations sont inférieures à la NQE.

Arsenic : concentrations inférieures à la NQE pour tous les points.

Cadmium : un point des environnements locaux témoins dépasse la NQE : CHA_S40_e5 (filtré). Tous les autres points du Lagau dépassent les NQE.

Cuivre: concentrations en cuivre dissous supérieures à la NQE au point CHA_S39_e1 (sortie du pont enjambant le Lagau après la petite laverie).

Plomb : seul le point CHA_S39_e1 (aval de la petite laverie) présente une concentration supérieure à la NQE.

Zinc : concentrations supérieures à la NQE pour tous les points (environ 350 fois pour la valeur maximum);

Les données sur les eaux du Lagau indiquent des pics de concentration en plomb, cuivre, zinc et cadmium :

- après le pont enjambant le Lagau (CHA_S39_e1) ;
- après un talweg de direction nord-sud allant du Terril de Pansier au Lagau (CHA_e2) ;
- après la confluence avec le ruisseau longeant le Terril de Pansier (CHA_e3) ;
- avant la confluence avec l'Ouvèze (CHA__S39_e3).

Ces données sont cohérentes avec l'étude historique et les observations de terrain puisque ces points correspondent aux zones où des résidus sont susceptibles d'atteindre le Lagau. Toutefois, les faibles valeurs relevées au point CHA_S40_e6, à proximité des anciens bassins de décantation dont il a été vu que des résidus atteignaient le Lagau (cf. Figure 38*)*, sont contraires aux suppositions initiales d'augmentation des concentrations le long du Lagau.

Au vu des raisons exposées, le Lagau présente un état biologique dégradé suivant les normes de la DCE.

b. ERRIES et VENDEZE

Antimoine : concentrations inférieures à la NQE pour tous les points ;

Arsenic : concentrations supérieures pour tous les points filtré exceptés dans la partie aval du bassin (SJSA_H_e1_HE (filtré). Les teneurs sont jusqu'à 185 fois supérieures à la NQE ;

Cuivre : concentrations supérieures pour tous les points filtré excepté SJSA_J_e1 filtré ;

Cadmium : concentrations inférieures aux limites de détection pour l'environnement local témoin ainsi que l'aval du bassin (SJSA_J_e1_HE), mais supérieures à la NQE pour tous les autres points ;

Fer : concentrations supérieures à la NQE excepté pour l'environnement local témoin et l'aval du bassin du Vendèze ;

Plomb : concentrations supérieures à la NQE pour tous les points de l'Erries en aval de l'écoulement de la paroi mais inférieure à la NQE pour le point échantillonné sur le Vendèze (SJSA_J_e1_HE) ;

Zinc : concentrations supérieures à la NQE pour tous les points (maximum : à presque 700 fois supérieure) ;

Les concentrations en plomb et zinc totaux et dissous sont importantes au niveau du filon Juliette mais diminuent fortement après la confluence Erries-Vendèze. Dans la partie aval du bassin, elles passent sous les limites détection pour le plomb et sont 12 fois supérieures aux NQE pour le zinc.

Les teneurs relevées sont cohérentes avec les observations de terrain et la géologie locale. Le minerai affleure dans la zone du filon Juliette, l'Erries charrie donc probablement des éléments sous formes dissoute et particulaire. Le flux du Vendèze étant plus important que celui de l'Erries, une forte dilution se produit après la confluence, conférant à l'eau une meilleure qualité. Les valeurs relevées à l'aval du bassin laissent supposer que les particules se piègent dans les sédiments, améliorant la qualité de l'eau avant rejet dans l'Ouvèze.

Les données indiquent que l'état biologique de l'Erries et du Vendèze est fortement dégradé suivant les normes de la DCE.

9.2.2 Comparaison aux environnements locaux témoins

OUVEZE

Les dépassements de concentrations concernent l'aval de la confluence avec le Lagau pour le plomb et l'aval de la galerie d'écoulement et du Vendèze pour le fer. Les teneurs en zinc sont, quant à elles, supérieures aux témoins pour 16 points sur 22.

La conclusion est que l'état de l'Ouvèze est similaire à celui de l'environnement local témoin hormis pour le zinc.

LAGAU

Les dépassements sont significatifs pour le plomb, le zinc et le cadmium et des valeurs ponctuelles sont supérieures au témoin pour les autres substances.
En aval de la petite laverie, après le pont enjambant le Lagau, les concentrations relevées dans les eaux montrent des teneurs élevées en plomb, teneurs qui diminuent par la suite (avant un pic de concentration après les résidus).

Le Lagau est contaminé par les résidus qui jalonnent ses berges et la petite laverie, au regard des teneurs de l'environnement local témoin.

ERRIES et VENDEZE

Les dépassements concernent tous les métaux et métalloïdes considérés.

En conclusion, l'Erries et le Vendèze sont fortement contaminés au regard des concentrations relevées dans l'environnement local témoin.

9.2.3 Qualité et usages

En 2003, et suite aux résultats de deux bilans qualité des cours d'eau du bassin de l'Ouvèze concluant à une contamination des bryophytes par les métaux lourds dans la partie aval du bassin de l'Ouvèze, une étude a été menée par IRIS Consultants afin d'évaluer la compatibilité entre les usages des cours d'eau et leur contamination [15]. Les conclusions de cette étude sont synthétisées ci-après.

Chairs des poissons

Trois espèces de poissons ont été étudiées : le blageon (*Telestes souffia*), le chevaine (*Leuciscus cephalus*) et le barbeau fluviatile (*Barbus barbus*).

LAGAU : L'analyse de leurs chairs indique que les teneurs en plomb sont huit fois supérieures aux normes (règlement européen n°466/2001) dans la partie aval, avant la confluence avec l'Ouvèze.

OUVEZE : les concentrations en plomb sont deux à trois fois supérieures aux normes dans la partie aval du bassin. Les blageons montrent des teneurs en cadmium supérieures à la concentration admise après la confluence avec le Lagau.

Les concentrations en arsenic, mercure et zinc sont faibles pour les deux cours d'eau.

Potentialités biologiques

LAGAU : Les conclusions sur les potentialités biologiques (ou aptitudes de l'eau à la biologie) du Lagau sont qu'en raison des teneurs en cadmium, cuivre, plomb et zinc, cette aptitude est considérée comme mauvaise voire très mauvaise, signifiant que les taxons polluo-sensibles sont nettement réduits et la biodiversité affectée.

OUVEZE : En ce qui concerne l'Ouvèze, l'aptitude est mauvaise après la confluence avec le Lagau mais redevient bonne dans la partie aval du bassin, au Pouzin.

Irrigation

LAGAU : L'aptitude du Lagau à l'irrigation est considérée comme passable en raison des teneurs en cadmium et en plomb. Ainsi, si le sol est acide, seules certaines plantes dites tolérantes seront correctement irriguées.

OUVEZE : l'aptitude est très bonne au regard des micropolluants métalliques, y compris à l'aval de la confluence avec le Lagau.

Abreuvage

LAGAU : l'aptitude est très mauvaise en raison des teneurs en cadmium et plomb, l'eau est donc inapte à l'abreuvage.

OUVEZE : l'aptitude est très bonne, l'abreuvage est donc permis, y compris pour les espèces les plus sensibles (animaux jeunes, en gestion ou allaitant).

Le Tableau 31 suivant synthétise les données de l'étude :

Cours d'eau	LAGAU	OUVEZE	
Paramètres		Aval confluence Lagau	Pouzin
Chairs des poissons	Contamination en plomb (8 fois supérieure aux normes)	Légère contamination en cadmium	Contamination en plomb (2 à 3 fois supérieure aux normes)
Potentialités biologiques	Mauvaise à très mauvaise	Mauvaise	Bonne
Irrigation	Passable	Très bonne	
Abreuvage	Inapte	Apte	

Tableau 31: Synthèse de l'étude sur la qualité et les usages du Lagau et de l'Ouvèze

Conclusions

Les principales restrictions d'usage et de fonctions sont :

- En vertu du principe de précaution, la consommation régulière du poisson pêché dans l'Ouvèze, à l'aval de la confluence avec le Lagau est à éviter car elle présente un risque non négligeable pour le consommateur ;
- L'eau du Lagau est inapte à l'abreuvage des animaux et à l'irrigation des plantes sensibles aux métaux sur sol acide.

Une étude d'Iris consultants plus récente (édition de 2011 sur les données 2010) [10] conclut que « la contamination métallique est significative pour le Lagau et le Vendèze dès l'amont, et pour l'Ouvèze, depuis Flaviac jusqu'au Rhône ».

9.3 Faune et flore protégées

Le bassin versant de l'Ouvèze comprend des espèces végétales et animales protégées.

Le Tableau 32 indique les niveaux de vulnérabilité aux contaminations dues aux anciennes exploitations minières évalués par GEODERIS (suivant des critères définis dans cette étude) quant aux espèces protégées du bassin de l'Ouvèze. Cette évaluation se base sur la position de la zone environnementale par rapport aux anciens sites d'exploitation et aux cours d'eau potentiellement contaminés et suppose que la zone environnementale délimite le périmètre de vie des espèces. Elle est réalisée avec les informations disponibles résumées ci-dessous.

Natura 2000

L'annexe 2 de la directive 92/43/CEE concernant la conservation des habitats naturels et la faune et la flore sauvage vise un certain nombre d'espèces dont les suivantes sont concernées par le SIC[12] « Rivières de Rompon-Ouvèze-Payre ». Elles ne disposent toutefois pas d'un statut de protection :

- 8 mammifères (7chauves-souris, 1 castor) ;
- 2 poissons ;
- 4 invertébrés (2 libellules et 2 papillons).

L'étude d'Iris consultant, synthétisée dans le paragraphe 9.2.3. ci-dessus, indique que les poissons de l'Ouvèze sont contaminés en aval de la confluence avec le Lagau. Il est donc envisageable que les espèces citées ci-dessus soient également impactées. Une étude sur la biodiversité et la répartition des espèces permettrait de conclure sur l'impact réel des anciennes exploitations minières sur celles-ci. Le périmètre de cette zone Natura 2000 comprenant la partie aval de l'Ouvèze, sa vulnérabilité est considérée comme sensible au regard des contaminations mises en évidence dans les sédiments de l'Ouvèze.

ZICO

Le col de l'Escrinet, situé à l'ouest de Privas, abrite des rapaces. Situé en amont hydraulique des exploitations, à environ 15 km de Chaliac, et dans le sens inverse des vents dominants, il est très peu probable que cette ZICO soit impactée par les activités minières passées du bassin de l'Ouvèze. Sa vulnérabilité est donc considérée comme très faible.

[12] SIC= Site d'intérêt communautaire

PNR

Une partie seulement du parc des Monts d'Ardèche s'étend sur le bassin versant de l'Ouvèze, et n'atteint celle-ci qu'au niveau de Coux, en aval des exploitations de fer et en amont des exploitations de plomb/zinc. Il est donc peu probable que les anciennes exploitations aient un impact sur ce parc national.

ZNIEFF

- « Côte du Baron, grotte du Verdus », situé au sud de Privas, sa position éloignée des sources de contamination la classe en vulnérabilité faible ;
- « Plateau de Rompon », il s'étend en bordure du Rhône. Eloigné des exploitations de plomb-zinc de Chaliac, il n'est probablement pas exposé aux possibles retombées de poussières en provenance de l'exploitation, sa vulnérabilité est donc considérée comme faible ;
- « Plateau de Gras, serre de Gouvernement », il est situé au sud de l'Ouvèze, les exploitations se trouvant au nord. De par cette situation, les espèces qu'il comprend ne semblent pas vulnérables aux contaminations d'origine minière ;
- « Plateau et contreforts du Coiron », il se situe au sud-ouest de Privas, sa partie nord-est s'étendant sur le secteur des exploitations de fer. Celles-ci ne comptent pas de dépôts ou de bassins de résidus en surface. Des espèces aquatiques font partie de cette zone dont l'écrevisse à pattes blanches, espèce qui peut s'avérer très sensible aux contaminations de l'Ouvèze. Une étude permettrait d'évaluer l'impact potentiel des anciennes exploitations sur cette espèce en particulier. Considérant que l'Ouvèze est naturellement minéralisée de par les terrains qu'elle traverse en amont et cette zone naturelle ne s'étendant pas au-delà de Privas dans sa partie est, sa vulnérabilité aux contaminations d'origine minières est considérée comme faible.

Zone environnementale		Vulnérabilité
Natura 2000		Sensible
ZICO		Très faible
ZNIEFF	Côte du Baron, grotte du Verdus	Faible
	Plateau de Rompon	Faible
	Plateau des gras, serre du gouvernement	Faible
	Plateaux et contreforts du Coiron	Faible
SI		Faible

Tableau 32: Evaluation de la vulnérabilité des zones environnementales aux contaminations dues aux anciennes exploitations minières

9.4 Sols

Chaliac

Les concentrations relevées dans les champs situés autour du Terril de Pansier, dans les marnes à l'ouest du dépôt ainsi que dans les jardins échantillonnés de Chaliac sont, pour la plupart, supérieures aux environnements locaux témoin pour l'antimoine, l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc (les teneurs en zinc et cuivre sont toutes supérieures aux témoins).

Il est probable que ces teneurs élevées soient dues au fonctionnement de l'usine (transport de minerais et résidus) ainsi qu'aux conditions climatiques dispersant les résidus autour du Terril de Pansier.

Les horizons comprenant les concentrations les plus élevées sont les horizons 2-10 cm, ce qui indique que les sols de surface sont partiellement lessivés et que les contaminants s'infiltrent en profondeur. L'absence de nappe phréatique étendue et de forage connus ne fait pas craindre de risques pour la qualité des eaux souterraines.

Chamée

Les sols de Chamée présentent des concentrations supérieures à l'environnement local témoin en arsenic, plomb (pour le point situé en bordure immédiate de l'ancienne usine de couperose) et fer. Les procédés de fabrication ainsi que le type exact de minerai traité dans cette usine ne sont pas connus mais il est probable que la couperose ait été fabriquée à partir d'arsénopyrite, à l'origine des concentrations en arsenic élevées dans les sols situés à proximité de l'usine.

Il est à noter que le contexte géologique de la zone est particulier, de nombreuses failles hachant le contact entre le socle et le bassin sédimentaire. Ainsi, la présence d'une nappe souterraine est peu probable

Au vu de l'état des sols, les risques pour l'environnement dans cette zone sont minimes.

Ouvèze

Les échantillons prélevés sur les terrasses de l'Ouvèze indiquent que les teneurs en métaux et métalloïdes sont relativement constantes entre Coux et le Pouzin avec néanmoins une augmentation après le Lagau qui, pour certaines, diminuent ensuite jusqu'au Pouzin. Les sols ne semblent pas altérés par l'activité minière, il n'y a donc, *a priori*, pas de risques pour le compartiment faune/flore vis-à-vis des sols.

9.5 Cas particuliers des résidus de la petite laverie et du filon Juliette

9.5.1 Petite laverie

La petite laverie, située en amont hydraulique de la grande laverie, des bassins et des résidus, a été érigée en bordure du Lagau, grâce à deux murs de soutènement contenant des remblais. Suite à son abandon à la fin du XIX^{ème} siècle, la galerie d'écoulement, située en bordure nord de la laverie a été laissée en place, laissant les eaux s'écouler sur les remblais, puis dans le Lagau.

Aujourd'hui, les murs de soutènement montrent des signes de faiblesse (bombements et fissures d'où s'écoulent les eaux). L'emplacement de la petite laverie s'est transformé en bassin envahi de roseaux, baignant dans une eau orangée dont le pH est acide (pH=3). De l'eau s'écoule des murs, principalement par la base et par débordement. Il semble qu'en période d'étiage, le débit du Lagau soit uniquement dû à l'eau provenant de cette galerie d'écoulement.

Les risques inhérents à la présence de ces résidus et à la galerie d'écoulement proviennent donc de la possible rupture des murs, entrainant un certain volume de résidus (à estimer à l'aide d'investigations complémentaires). Ces résidus, chargés en éléments potentiellement contaminants, seraient potentiellement à l'origine d'une importante dégradation de la qualité du Lagau, voire de l'Ouvèze.

Par ailleurs, la petite laverie est située en bordure immédiate d'un pont enjambant le Lagau sur 100 m environ. Une rupture des murs entrainerait une accumulation probable de résidus et d'eau à l'entrée de ce pont, l'obturant et pouvant potentiellement causer une accumulation d'eau (en particulier en période de crue) qui pourrait remonter jusqu'au niveau de la route.

9.5.2 « Filon Juliette »

Le « Filon Juliette » est une zone située en bordure de l'Erries, dans laquelle se trouvent une galerie et un écoulement provenant de la paroi rocheuse (situé à une dizaine de mètres en amont hydraulique de la galerie).

L'écoulement de la paroi a creusé un chemin dans la roche, tapissé d'un résidu blanc pour atteindre l'Erries en formant une concrétion blanchâtre. L'Erries présente ensuite, sur plusieurs dizaines de mètres, des concrétions orangées formées autour d'éléments organiques (branches, feuilles etc.) (cf. Figure 44). Ces résidus présentent une granulométrie grossière et un pH acide (2,8). Les teneurs relevées sont proches de 50% en fer, et de 1,6% d'arsenic, les autres éléments ne présentant pas de teneurs remarquables. Les teneurs relevées dans les eaux de l'Erries indiquent un état dégradé en comparaison à l'environnement local témoin prélevé en amont de l'écoulement de la paroi.

Ainsi, cet écoulement, dont l'origine est probablement liée à l'ancienne exploitation minière, est à l'origine de l'état de l'Erries et de la présence des concrétions dont des études plus poussées permettraient de déterminer l'impact sur la faune et la flore locale (aucune espèce protégée n'est recensée sur l'Erries).

10 INCERTITUDES

10.1 Echantillonnage

CARACTERISATION DES RESIDUS

Dans le but de caractériser les teneurs dans les sources identifiées de types résidus, plusieurs prélèvements ont été effectués pour chaque dépôt et bassin de décantation à des profondeurs de 0-2 cm, 2-15 cm et de 0-1 m.

Le Terril de Pansier, dépôt de résidus le plus important en termes de volume et dont l'analyse visuelle semble indiquer plusieurs générations de dépôts, a fait l'objet de huit points de prélèvements à différentes profondeurs. Le cœur du dépôt n'a toutefois pas pu être échantillonné mais l'analyse de la compatibilité entre les usages et l'état des sites concerne les parties du dépôt en contact avec les cibles, à savoir la surface. Les données orales collectées semblent indiquer que le dépôt aurait autrefois été repris mais ne l'est plus au moment de cette étude.

CARACTERISATION DES SOLS

Dans un souci de représentativité des zones échantillonnées, et lorsque cela était possible, des échantillons composites ont été prélevés à des profondeurs de 0-15 cm et 2-15 cm. De plus, plusieurs mesures Niton ont été réalisées dans le but de guider les échantillonnages et de contrôler la correspondance entre mesures Niton et analyses chimiques.

Les mesures Niton et les prélèvements d'échantillons sont toutefois soumis au risque d'un « effet pépite » qui peut être dû notamment à une anomalie minéralogique où une zone amendée par des résidus. A l'inverse, les échantillons peuvent avoir été prélevés dans des zones, par exemple, amendées par de la terre saine. C'est pourquoi le nombre de mesures et d'analyses a été le plus représentatif possible.

Champs
Le prélèvement d'échantillons composites a été systématique dans les champs. Toutefois, le champ situé dans le trajet du transbordeur, au sud du Terril de Pansier a fait exception à cette règle puisque trois prélèvements distincts ont été effectués. Cela a permis de caractériser au mieux une zone dont il était suspecté qu'elle était contaminée par le trajet des wagons sans que le tracé exact du transbordeur n'ait été connu.

Jardins potagers
Un seul prélèvement de sol a été effectué dans les jardins potagers ayant fait l'objet de prélèvements de végétaux.

Jardins
Le jardin de la concession de Flaviac (Chamée) a fait l'objet de quatre prélèvements à différentes profondeurs et de neuf mesures Niton afin de déterminer au mieux les zones potentiellement contaminées.

Sols de promenade
Les sols de promenade ont fait l'objet de prélèvements dans des zones où des indices montraient des passages ou des arrêts (bancs, chemins de promenade etc.). La représentativité des prélèvements dépend de la zone. Ainsi, la zone des bassins de la grande laverie, sur laquelle a été aménagé un banc, a fait l'objet de trois mesures Niton et de quatre prélèvements de sols. La route passant entre la grande laverie et les dépôts de résidus a fait l'objet de deux prélèvements en un point où des promeneurs ont été vus assis.

CARACTERISATION DES VEGETAUX

Les prélèvements de végétaux dépendent de leur répartition, leur nombre et les autorisations des propriétaires. Ainsi, un type de légume en trop petite quantité n'aura pas été prélevé. De plus, les enquêtes auprès des propriétaires consommateurs sont sujettes au bon vouloir de ces derniers et l'exactitude des renseignements donnés (en termes de quantités produites, de consommation etc.) ne peut pas être vérifiée.

CARACTERISATION DES SEDIMENTS

Les sédiments étant très peu disponibles dans le bassin versant de l'Ouvèze (en cause, le curage de l'Ouvèze et les débits importants en périodes de crues qui emportent les sédiments vers l'aval), la représentativité de la zone prélevée est difficilement appréciable. Toutefois, dès que cela était possible, les sédiments prélevés l'ont été sur les berges des cours d'eau, dans des zones de moindre turbulence, voire des zones asséchées.

Dans la mesure du possible, seuls les sédiments les plus fins ont été prélevés afin de caractériser l'accumulation des contaminants dans ces derniers. Dans le cadre de l'étude sanitaire, des sédiments ont été prélevés dans les zones supposées de baignade.

Lorsque les matériaux étaient disponibles en quantités suffisantes, des mesures Niton ont également été réalisées.

Au total, quinze mesures Niton ont été réalisées sur les sédiments et vingt analyses chimiques dans l'ensemble des zones investiguées.

CARACTERISATION DES EAUX DE SURFACE

De nombreux prélèvements d'eau de surface ont été réalisés en amont et en aval hydraulique des cours d'eau investigués à savoir l'Ouvèze, le Lagau, l'Erries et le Vendèze. Pour la grande majorité des points, des échantillons filtrés et non filtrés ont été réalisés dans le but d'évaluer les risques environnementaux et sanitaires. De plus, les analyses ont été effectuées en période de hautes eaux et de basses eaux avec, pour ces dernières, des prélèvements plus nombreux afin de déterminer au mieux les risques dans une période où les contaminants sont probablement plus concentrés.

Les analyses des eaux de surface ont notamment concerné le pH, la température, la conductivité ainsi que les anions/cations afin de caractériser au mieux les eaux dans un souci de représentativité des comparaisons.

CARACTERISATION DES POUSSIERES

L'étude des risques sanitaires n'a pas pris en compte l'exposition par inhalation de poussières en extérieur et dans les habitations, ce qui apparait cohérent au vu des granulométries rencontrées, du couvert végétal des résidus fins et des activités menées sur ces derniers (à savoir moto-cross : il a été considéré qu'un adulte pratiquant ce type d'activité portait un casque le protégeant des poussières).

10.2 Caractérisation de l'environnement local témoin

Quasiment tous les échantillons de sols, d'eaux de surface et de sédiments ont pu être comparés à un ou plusieurs points d'environnement local témoin. Seuls les prélèvements de végétaux n'ont pas fait l'objet de prélèvements d'ELT dans le cadre de l'étude sanitaire.

La campagne de mesures Niton avait notamment pour objectif de réaliser des mesures utiles à la caractérisation de l'ELT. Toutefois, le nombre de mesures effectuées, de même que le nombre d'analyses, sont relativement restreints au vue de l'étendue de la zone considérée. La caractérisation de cet ELT aurait nécessité de nombreuses journées de mesures et de prélèvement supplémentaires.

Les points paraissant aberrants (tels que le S40_SO2, champ situé au sud-ouest du site ou les mesures Niton sont incohérentes), ont été retirés de la liste des ELT. Du fait du nombre restreint de points et du contexte d'anomalie géochimique des zones investiguées, il a été choisi de ne pas évaluer l'ELT par une approche statistique. Par sécurité, les concentrations les plus élevées ont été sélectionnées pour comparaison.

10.3 Analyses chimiques

Les incertitudes analytiques pour les métaux et métalloïdes fournies par le laboratoire Wessling sont synthétisées dans le Tableau 33 suivant :

Matrice	Gamme des incertitudes sur les métaux et métalloïdes
Sols-résidus-sédiments	10% - 26%
Eaux de surface	10% - 28%
Végétaux	15% - 20%

Tableau 33: Gammes d'incertitudes sur les métaux et métalloïdes dans les différentes matrices investiguées

Ces gammes, ainsi que la comparaison entre les mesures Niton et les résultats analytiques (cf. Tableau 16), ont été considérées lors de l'évaluation de la compatibilité entre l'état des milieux et les usages décrits dans les paragraphes précédents.

10.4 Caractérisation des risques sanitaires

VTR

La sélection des VTR peut avoir une incidence significative sur les résultats des calculs de risques. Les choix réalisés par l'INERIS sont conformes aux connaissances scientifiques actuelles et ne représentent que la connaissance disponible à un moment donné.

EVALUATION DE L'EXPOSITION

Les paramètres concernant la fréquence d'exposition des enfants à l'ingestion de sols sont soumis à une forte incertitude puisque le nombre de jours d'exposition ne peut être qu'estimé. De la même manière, l'exposition par ingestion de végétaux est considérée comme vraie pour une vie entière, ce qui n'est pas forcément le cas pour toutes les populations. De plus, beaucoup d'incertitudes subsistent quant aux quantités de végétaux potentiellement contaminés ingérées.

De plus, des mesures de bioaccessibilité ont été réalisées (Cf. 8.3.3.f Bioaccessibilité), qui montrent que la bioaccessibilité stomacale maximale est de l'ordre de 65 % pour le plomb et le zinc, 64 % pour le cadmium, 16% pour l'arsenic et 2 % pour l'antimoine. Les calculs de risques n'ont pas été revus en fonction de ces paramètres.

11 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

11.1 Conclusions de l'impact des anciennes exploitations minières sur le bassin versant de l'Ouvèze

11.1.1 Sources primaires de contamination

Le Tableau 34 suivant synthétise les concentrations maximales et minimales analysées dans les sources de contamination primaires. Les valeurs surlignées en rouge et vert sont les concentrations respectivement maximales et minimales relevées par élément dans les résidus et bassins de décantation de la concession de Chaliac.

Nom de la source	Teneurs	Substances					
		Antimoine	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Résidus (dépôts et bassins de décantation) ; mg/kg MS							
Grands bassins de décantation	Max	5 300	2 100	11	1 500	44 000	3 900
	Min	2 400	430	4,8	550	30 000	1 600
	Médiane	2 800	700	8,8	650	40 000	2 700
Petits bassins de décantation	Echantillon unique	650	390	6,9	340	22 000	2 000
Dizaine de petits bassins de décantation	Max	6 600	1 600	20	1 800	36 000	5 000
	Min	210	53	16	380	4 300	3 600
Terril de Pansier	Max	3 000	1 600	64	1 600	39 000	6 300
	Min	320	110	0,59	120	11 000	260
	Médiane	770	200	3,5	270	23 000	1 200
Résidus de la petite laverie	Max	730	1 100	25	670	37 000	7 100
	Min	27	36	1,9	42	950	370
	Médiane	560	270	7,3	470	22 000	3 100
Résidus de la grande laverie	Max	2 000	430	87	3 900	57 000	15 000
	Min	290	150	1,2	74	4 100	260
	Médiane	570	265	14,5	605	23 000	3 600
Concrétion ; mg/kg MS							
Résidus du filon Juliette	Max	530	16 000	<0,4	7,7	400	48
	Min	320	6 100		<3	140	16
Emergences et lixiviats ; µg/L							
DMA[13] du Terril de Pansier	Echantillon unique	14	21	1 300	5 800	2 300	160 000
Emergence du filon Juliette	Echantillon unique	47	780	24	8,3	230	4 000

Tableau 34: Synthèse des concentrations maximales et minimales des sources de contamination primaires identifiées et analysées

[13] DMA = Drainage minier acide

11.1.2 Conclusions de l'étude sanitaire

Conformément à la démarche d'IEM, les concentrations relevées mettant en évidence une dégradation de la qualité des milieux au regard des usages constatés, les teneurs ont été comparées aux valeurs de gestion. En leur absence, des calculs de risques sanitaires pour les modes d'exposition considérés, ont été conduits.

Les résultats pour les eaux de surface, les sols et les végétaux potagers autoproduits sont présentés dans le Tableau 35 ci-dessous.

Intervalles de gestion des risques	Scénario	Population concernée	Substances principales	Evaluation de la compatibilité entre l'état du site et les usages	Mesures complémentaires proposées
QD < 0,2 et ERI < 10^{-6}	***Zone de Chaliac*** Autoconsommation des végétaux potagers du jardin n°2 de Chaliac	Enfant et adulte	-	COMPATIBLE	-
0,2 <QD < 5 et/ou 10^{-4} < ERI < 10^{-6}	***Zone de Flaviac, Chamée***	Enfant « résident »	As	Non conduite car l'arsenic conduit à lui seul à un QD> 1 et ERI > 10^{-5}	Enquête permettant d'ajuster les paramètres d'exposition (fréquence d'exposition et type d'activité). La compatibilité pourra être évaluée par des mesures de bioaccessibilité des sols.
QD > 5 et/ou ERI > 10^{-4}	***Zone de Chaliac***	Enfant « résident »	Pb, Sb, As	NON COMPATIBLE	-

Tableau 35: Synthèse des conclusions de l'étude sanitaire

11.1.3 Conclusions de l'étude environnementale

Le Tableau 36 suivant synthétise les conclusions quant à la compatibilité des sols et des eaux de surface avec les usages, du point de vue environnemental.

Milieu	Zone	Compatibilité entre les usages et l'état des sites
Sols	Chaliac	Au regard de l'absence d'espèces protégées et de nappe d'eau souterraine conséquente, l'état des sols est COMPATIBLE avec les usages.
	Chamée	
	Ouvèze	L'état des sols en bordure de l'Ouvèze est COMPATIBLE avec la présence d'espèces protégées.
Eaux	Ouvèze	Au regard de la présence d'espèces protégées et de la qualité des cours d'eau, l'état de l'Ouvèze est COMPATIBLE avec les usages en amont du Lagau, et INCOMPTATIBLE après la confluence avec le Lagau
	Lagau	L'état du Lagau est INCOMPATIBLE avec les normes de qualité des cours d'eau et l'environnement local témoin.
	Erries	L'état de l'Erries est INCOMPATIBLE avec les normes de qualité des cours d'eau et l'environnement local témoin.
	Vendèze	L'état du Vendèze est INCOMPATIBLE avec les normes de qualité des cours d'eau et l'environnement local témoin dans sa partie amont (après confluence avec l'Erries) et COMPATIBLE dans sa partie aval.

Tableau 36: Synthèse de la compatibilité des sites avec les usages, du point de vue environnemental

En ce qui concerne la faune et la flore protégées, seule la zone Natura 2000 « Rivières de Rompon-Ouvèze-Payre » est classée en vulnérabilité « sensible » dans le cadre de cette étude (évaluation réalisée par GEODERIS) en raison de la contamination des sédiments de l'Ouvèze en aval du Lagau.

11.2 Recommandations

Les recommandations proposées dans ce paragraphe sont issues des interprétations de la compatibilité entre l'état des milieux et les usages sanitaires et environnementaux constatés. Des mesures prioritaires simples, à mettre en place de manière rapide, sont proposées dans un premier temps afin de permettre la mise en sécurité des enjeux. En parallèle, GEODERIS propose la mise en place d'un plan de gestion des résidus. Par la suite, les mesures proposées peuvent être menées à moyenne échéance.

Les Figure 59, Figure 60, Figure 61 et Figure 62 ci-dessous rappellent les sources de contamination primaires identifiées dans le cadre de la phase informative et documentaire et des investigations de terrain ainsi que les zones concernées par les recommandations.

Les Tableau 37, Tableau 38 et Tableau 39, quant à eux, synthétisent les recommandations proposées par GEODERIS, développées dans un rapport associé à ce document [17].

11.2.1 Localisation des zones

CHALIAC

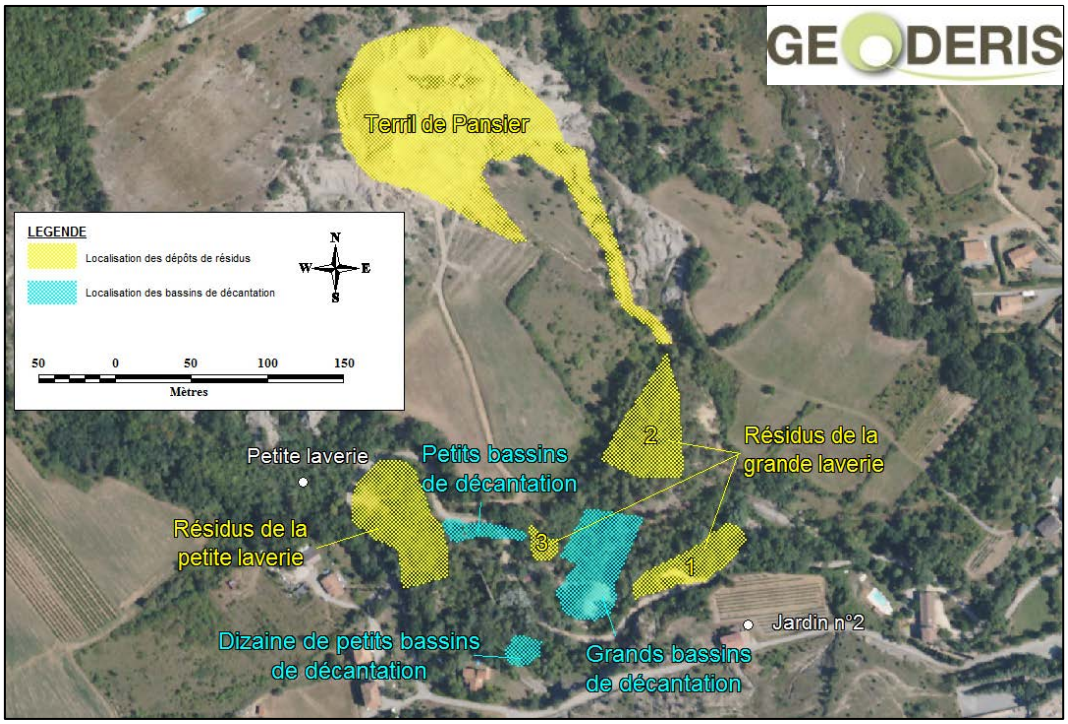


Figure 59: Localisation des résidus et bassins de décantation sur la zone de Chaliac

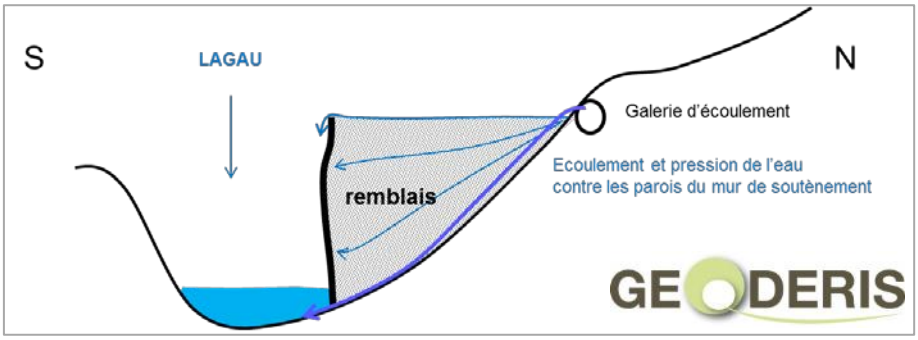


Figure 60: Schéma (sans échelle) de la zone de la petite laverie

CHAMEE

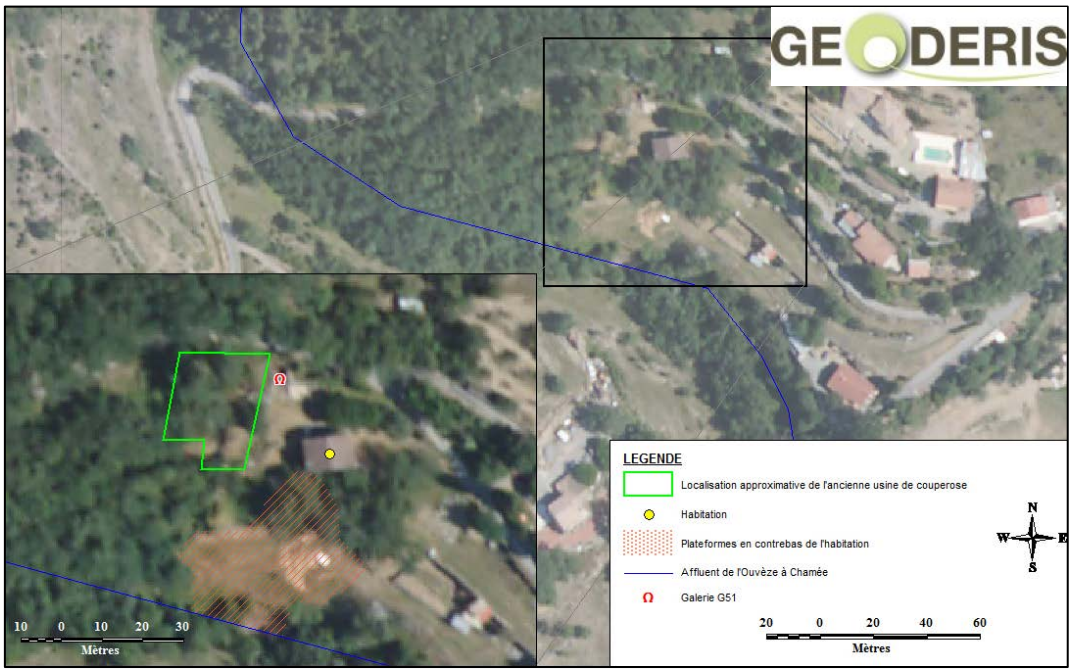


Figure 61: Localisation des zones de Chamée concernées par les recommandations de GEODERIS

FILON JULIETTE

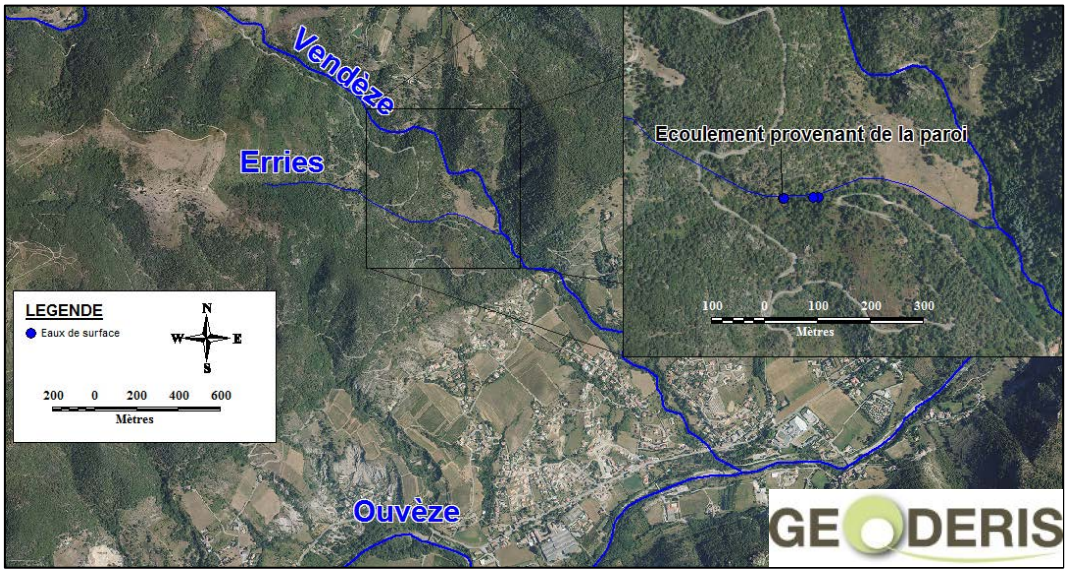


Figure 62: Localisation de l'écoulement issu de la paroi du Filon Juliette

11.2.2 Mesures prioritaires

a. Mesures simples

Matrice	ZONES		COMMUNE	ENJEUX	RECOMMANDATIONS **Mesures prioritaires (à mettre en place de manière rapide)**
Remblais	Chaliac	Petite laverie	Flaviac	Qualité des eaux du Lagau (et de l'Ouvèze)	**Sécurisation des murs de soutènement** de la petite laverie Localisation de la galerie d'écoulement et **gestion des eaux d'exhaure**
Sols	Chaliac	Jardin n°2	Flaviac	Populations	**Restriction de l'utilisation de l'eau** du Lagau à des fins d'arrosage du jardin Mise en place de **mesures simples d'information** de la population locale, rappelant les règles d'hygiène avant consommation des végétaux
Résidus	Chaliac	Terril de Pansier	Flaviac	Populations	Mise en place de **restrictions d'accès**, en particulier à cause de l'exposition des enfants au drainage minier acide et à l'ingestion de particules
Résidus	Chaliac	Résidus de la petite laverie Résidus de la grande laverie n°2 et 3	Flaviac	Populations	Mise en place de **restrictions d'accès**
Sols	Chamée	Sols autour de l'habitation et de l'ancienne usine de couperose	Flaviac	Populations	Mise en place de **mesures simples**, en termes d'**information** de la population locale, rappelant les règles d'hygiène
Eaux Concrétions	Filon Juliette	Sentier de randonnée	St-Julien-en-St-Alban	Populations	**Restrictions de l'usage de l'eau** de l'Erries et **Restrictions d'accès** aux concrétions

Tableau 37: Mesures simples à mettre en œuvre en priorité

b. Plan de gestion

Matrice	ZONES		COMMUNE	ENJEUX	RECOMMANDATIONS	**Mesures préliminaires ou à mener en parallèle du plan de gestion**
Résidus	Chaliac	Grands bassins Résidus de la grande laverie n°1	Flaviac	Populations Qualité des eaux du Lagau et de l'Ouvèze	**PLAN DE GESTION** des résidus	Mesures de bioaccessibilité des sols alentours des dépôts
Résidus	Chaliac	Petite laverie	Flaviac	Qualité des eaux du Lagau (et de l'Ouvèze)		Analyses des remblais en coupe verticale
Résidus	Chaliac	Résidus de la petite laverie Résidus de la grande laverie n°2 et 3	Flaviac	Populations		Mesures de bioaccessibilité des sols alentours des dépôts
Résidus	Chaliac	Terril de Pansier	Flaviac	Populations		Mesures de bioaccessibilité des sols alentours des dépôts

Tableau 38: Plan de gestion des résidus recommandé comme mesure prioritaire

c. Mesures pouvant être menées à moyenne échéance

Matrice	ZONES		COMMUNE	ENJEUX	RECOMMANDATIONS **Mesures et études à mener dans le cadre de réflexions approfondies**	
					Etudes futures à mener	**Mesures futures éventuelles**
Sol	Chaliac	Jardin n° 2	Flaviac	Populations	**Enquête** sur les habitudes de consommation des végétaux	Mesures de **bioaccessibilité** des végétaux Recherche de lieux de captage d'eau saine pour l'arrosage
Sol	Chamée	Sols autour de l'habitation et de l'ancienne usine de couperose	Flaviac	Populations	**Enquête** en termes de fréquentation de la zone par les enfants	Mesures de **bioaccessibilité** des sols Gestion des terres contaminées et ajout de terre saine si les usages changent
Sol	Chamée	Sol en contrebas de l'habitation et de l'ancienne usine	Flaviac	Populations	**Enquête** auprès de la population pour connaître l'usage du lait des chèvres **Enquête** en termes de fréquentation de la zone par les enfants	Mesures de **bioaccessibilité** des sols Restriction de la zone de pâture
Eaux Concrétions	Filon Juliette	Résidus et écoulement	St-Julien-en-St-Alban	Qualité des eaux de l'Erries et du Vendèze	-	Gestion éventuelle des eaux s'écoulant de la paroi et gestion éventuelle des résidus le long de la paroi et dans l'Erries

Tableau 39: Etudes et mesures à mener si nécessaire et à moyenne échéance

BIBLIOGRAPHIE

[1] GEODERIS (2012). Inventaire des installations de déchets fermées. Directive 2006/21/CE. Résumé de la méthodologie d'inventaire et de classification des sites. Rapport GEODERIS N2012/002DE.

[2] Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (2007). Note du 8 février 2007 - Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués (Note et trois annexes).

[3] BRGM (2010). Concessions de Veyras, Saint-Priest, Le Lac, Fraysse, Chaliac, Flaviac et La Voulte (Ardèche). Phase informative et cartographie des aléas mouvement de terrain. Rapport BRGM/RP-58985-FR.

[4] Mémoires d'Ardèche et temps présent (2010). n° 105.Mines en Ardèche. Actes du colloque de Prades et leurs compléments 26 septembre 2009.

[5] Les mines de l'Ardèche. http://minesardeche.e-monsite.com. (page consultée le 9 juillet 2013)

[6] G. Naud. L'usine de traitement des minerais de la mine de Flaviac. 1896-1905.

[7] Elie Reynier. La région Privadoise (Ouvèze et Payre). In: Recueil des travaux de l'institut de géographie alpine. 1915, Tome 3 N°1.

[8] BRGM (1988). Inventaire du territoire national. Recherche de minéralisations Pb-Zn dans le Trias des environs de PRIVAS (Ardèche).

[9] Commune de Flaviac (2006). Département de l'Ardèche. Commune de Flaviac. Plan local d'urbanisme.

[10] Iris consultants (2011). Caractérisation de la qualité des cours d'eau du bassin de l'Ouvèze. Année 2010. Phase 1 : rapport technique de qualité des eaux.

[11] Service de prévention de crues du grand delta (2007). Règlement de surveillance, de prévision et de transmission de l'information sur les crues (RIC).

[12] DDE Ardèche (2003). Commune de Flaviac. Plan de prévention des risques naturels inondation.

[13] INERIS (2013). Etude environnementale détaillée des anciennes exploitations minières du bassin versant de l'Ouvèze (07). Volet sanitaire basé sur l'Interprétation de l'état des milieux (IEM). Rapport DRC-12-130683-13821B-Rapport final.

[14] BRGM (2013). Campagne d'analyses de sol à l'aide du spectromètre de fluorescence X portable NITON® XLt 999 KWY sur les anciennes concessions minières du bassin versant de l'Ouvèze dans le département de l'Ardèche. Rapport d'essais. 16 au 20 juillet 2012. Rapport 006-2013-PA-LAB/EXP.

[15] Iris consultants (2003). Contamination métallique de l'eau et des chairs de poisson dans le ruisseau de Lagau et le cours aval de l'Ouvèze.

[16] INERIS (2013). Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 1er décembre 2011. Rapport n°INERIS-DRC-12-115719-00099B.

[17] GEODERIS (2015). Détails des recommandations proposées par GEODERIS dans le cadre de l'étude environnementale et sanitaire du bassin versant de l'Ouvèze (07). Rapport S2015/007DE – 15RHA24010

Antenne SUD
Pist Oasis 3 – Bât A
Rue de la Bergerie
30319 ALES CEDEX
Tél : +33 (0)4.66.61.09.80
Fax : +33 (0)4.66.25.89.68

ETUDE ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE DETAILLEE DES ANCIENNES EXPLOITATIONS MINIERES DU BASSIN VERSANT DE L'OUVEZE (07)

ANNEXES

RAPPORT S 2015/006DE - 15RHA24010

Date : 19/01/2015

SOMMAIRE

Annexe 1 5
Demande de la DREAL Rhône-Alpes de réalisation de l'étude environnementale et sanitaire détaillée du bassin de l'Ouvèze 5

Annexe 2 9
Synthèse des documents principaux consultés pour la rédaction de l'étude historique 9

Annexe 3 15
Description des photographies aériennes 15

Annexe 4 19
Fiche descriptive de la ZNIEFF II 19
« Plateau et contreforts du Coiron » 19

Annexe 5 25
Plan d'échantillonnage 25

Annexe 6 31
Synthèse des fiches descriptives des échantillons prélevés 31

Annexe 7 43
Résultats analytiques bruts des échantillons de sols et de résidus 43

Annexe 8 51
Résultats analytiques bruts des échantillons d'eau 51

Annexe 9 59
Résultats analytiques bruts des échantillons de sédiments 59

Annexe 10 63
Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux 63

Annexe 11 67
Données de la campagne de mesures Niton® menée par le BRGM 67

Annexe 12 75
INERIS 75
Etude environnementale et sanitaire détaillée des anciennes exploitations minières du bassin versant de l'Ouvèze (07) 75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau a : Synthèse des principaux documents d'archive consultés de la concession de Chaliac ..12

Tableau b : Synthèse des principaux documents d'archive consultés de la concession de Chaliac ...13

Tableau c : Synthèse des principaux documents d'archive consultés des concessions de Veyras, Veyras (nouvelle), Fraysse, Le Lac et St-Priest 14

Tableau d : Planche photographique de 1946 à nos jours du secteur de Flaviac....17

Tableau e : Planche photographique de 1946 à nos jours du secteur de Chamée....18

Tableau f : Liste des éléments analysés pour chaque matrice et abréviations 29

Tableau g : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de sols et résidus par GEODERIS 34

Tableau h : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements d'eaux de surface par GEODERIS 36

Tableau i : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de sédiments par GEODERIS 37

Tableau j : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de végétaux par GEODERIS 37

Tableau k : Description des échantillons prélevés par l'INERIS (extraction du rapport INERIS (2013) DRC-12-130683-13821B) 42

Tableau l : Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** (Chaliac-dépôts et laverie et Chaliac-Filon Juliette) et **FLAVIAC** pour les **métaux et métalloïdes** 45

Tableau m : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** (Chaliac-dépôts et laverie et Chaliac-Filon Juliette), **FLAVIAC** et de l'**OUVEZE** pour les **métaux et métalloïdes** 46

Tableau n : Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les **HAP et les HCT** 47

Tableau o : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les **HAP et les HCT** 47

Tableau p : Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les caractéristiques **physico-chimiques** et la **granulométrie** 48

Tableau q : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les caractéristiques **physico-chimiques** et la **granulométrie** 49

Tableau r . Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée**) – **métaux et métalloïdes** .53

Tableau s : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Ouvèze, zone de Privas et point de référence**) – **métaux et métalloïdes** 54

Tableau t : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée**) – **données physico-chimiques** 55

Tableau u : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Ouvèze, zone de Privas et point de référence**) – **données physico-chimiques** 56

Tableau v : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze - **HCT et HAP** 57

Tableau w : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SEDIMENTS** du bassin de l'Ouvèze 61

Tableau x : Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux du bassin de l'Ouvèze (hors HAP) 65

Tableau y : Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux du bassin de l'Ouvèze (HAP).65

Tableau z : Résultats bruts de la campagne de mesures Niton 74

Annexe 1

Demande de la DREAL Rhône-Alpes de réalisation de l'étude environnementale et sanitaire détaillée du bassin de l'Ouvèze

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DE L'ARDECHE

Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement
de Rhône-Alpes

Service Prévention des Risques

Lyon, le 11 JUIL. 2012

Affaire suivie par : C. MARNET
Unité Risques Technologiques et Miniers
Cellule risques sous-sol
Tél. : 04 26 28 66 92
Télécopie : 04 26 28 67 19
Courriel : christelle.marnet
@developpement-durable.gouv.fr
Réf. : SPR-RTM-RSS-12-101

Objet : étude environnementale

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de sa mission de gestion de la fin d'exploitation des mines, la DREAL (Direction régional de l'Environnement de l'Aménagement et du logement) mandate GEODERIS pour réaliser une étude environnementale relative aux divers impacts potentiels des anciennes exploitations minières du bassin de l'Ouvèze.

Cette étude concerne aussi bien la qualité des eaux des cours d'eau du bassin que l'environnement au sens général (poussières, qualité des sols,..). À cet effet, il est prévu que Géodéris réalise des prélèvements de diverses natures (eau, sol, légumes…).

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Le chef de l'unité risques technologiques et miniers

Pierre BEAUCHAUD

GEODERIS
PIST Oasis 3 . Bâtiment A
Rue de la Bergerie
30 319 Ales Cedex

Annexe 2

Synthèse des documents principaux consultés pour la rédaction de l'étude historique

Tableau a : Synthèse des principaux documents d'archive consultés de la concession de Chaliac 12

Tableau b : Synthèse des principaux documents d'archive consultés de la concession de Chaliac 13

Tableau c : Synthèse des principaux documents d'archive consultés des concessions de Veyras, Veyras (nouvelle), Fraysse, Le Lac et St-Priest 14

Seuls les documents consultés principaux sont listés dans les tableaux de cette annexe.

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier
8S4	Chaliac	29/06/1889	Préfecture de l'Ardèche	-	2	Extrait du registre des arrêtés du préfet	Dégagements de vapeur et de fumée	Le 8/02/1889, l'exploitant demande l'autorisation d'établir un atelier de lavage et de préparation mécanique du minerai. Les avis des ingénieurs indiquent que les dispositions prises en ce qui concerne les dégagements de vapeur et de fumée sont correctes. La compagnie a l'obligation de ne déverser dans l'Ouvèze que des eaux débarrassées de toutes boues métalliques ou impuretés provenant du lavage du minerai. La compagnie est donc autorisée à construire la laverie.
1347/11	Chaliac	18/08/1890	Ministère des travaux publics	-	7	Décret	Attribution de la concession de Chaliac	Il est fait concession à Mr Hippolyte Radisson des mines de plomb, antimoine, zinc, cuivre, argent et autres métaux comprises dans les communes de Flaviac, St-Julien-en-St-Alban, Rompon, St-Cierge-la-Serre, St-Vincent-de-Durfort et Coux. Cette concession sera appelée concession de Chaliac. Est également autorisée la réunification de cette concession à celle de Saint-Cierge-la-Serre, institué par décret le 20/11/1888.
AGN 27	Chaliac	18/08/1890	Ministère des travaux publics	-	7	Cahier des charges de la concession de Chaliac	-	Ce CdC concerne les limites de la concession, l'envoi des plans etc.
AGN 37-1	Chaliac	14/01/1892	Mr Radisson	Commanditaires de la société	4	Rapport sur les mines de St-Cierge et Chaliac	Historique et chiffres	Mr Radisson résume les divers versements et leur utilisation puis résume l'historique des sites: - création de 2 laveries à vapeur - 2km de voies percées, 3690m de galeries - 2 laveries, 3 forges, 2 écuries et 1 maison - 5 chaudières à vapeur: 3 machines à vapeur fixe, 1 treuil et 1 pompe à vapeur - le filon Juliette est pauvre - l'exploitation de Flaviac ne donnant pas grand-chose, du matériel a été déplacé à St-Cierge: 1 broyeur, 1 lavoir, 1 pompe, 1 treuil, des voies.
AGN 37-2	Chaliac	01/1893	Mr Radisson	Commanditaires de la société	7	Rapport sur les travaux des mines de St-Cierge et Chaliac	Historique de 1892	A Flaviac, les fouilles ont été arrêtées. La fouille de Malleval ne doit pas être arrêtée, 60m de galeries ont été tracés, sur 31m de profondeur. Beaucoup de fouilles ont été faites à Flaviac et St-Cierge.
AGN 38	Chaliac	05/12/1901	Préfecture de l'Ardèche	-	1	Extrait du registre des arrêtés du préfet	Construction d'un lavoir	Cet arrêté autorise la Sté Métallurgique et Minières des Cévennes à construire un lavoir à minerai sur la commune de Flaviac.
AGN 38-3 et 4	Chaliac	?	-	-	7	Grande laverie-dépenses engagées		Liste des dépenses de construction
AGN 72-1	Chaliac	01/01/1905	-	-	15	Registre du mois de janvier 1905	-	Liste du matériel acheté, utilisé et vendu.
AGN 16	Chaliac	17/10/1905	Mr Bertrand Louis	Société Métallurgique et Minière des Cévennes	1	-	Autorisation de dépôt de déblais	Mr Bertrand, résidant à Flaviac, autorise la Société à faire de travaux de rechercher et mettre des déblais sur le terrain qu'il occupe à Combechaude, n°239 du cadastre (appartenant à Mme E. Belin).
AGN 58-5	Chaliac	07/08/1908	Société Alsacienne de constructions mécaniques	-	5+1	Devis de Machine à vapeur tandem	-	Devis accompagné d'un schéma
AGN 17	*Chaliac*	*31/12/1908*	*Propriété Pradal*	*Société Métallurgique et Minière des Cévennes*	*2*	-	*Dégâts occasionnés par la mine*	*Reçu pour dégâts occasionnés par le sable dans une propriété du bois des Champs, partie sud, enfouissement de pieds de vigne et de muriers.*
8S4	Chaliac	11/03/1909	Société Métallurgique et minière des Cévennes. Mines de Flaviac	-	1	-	-	Plan de la concession
8S4	Chaliac	18/03/1912	Subdivisionnaire	-	5	Délibération du conseil municipal de St Julien en Saint Alban	Déversement dans la rivière Ouvèze des eaux provenant des mines de Flaviac	Le conseil municipal de Saint-Julien-en-Saint-Alban expose que les résidus et acides apportés par l'Ouvèze par les écoulements des mines de Flaviac rendent les eaux impropres aux usages domestiques, que les poissons ne peuvent y vivre malgré les alevins qui y sont relâchés et qu'elle nuit à l'industrie de la soie. Il demande à ce que l'administration prenne des mesures. Le minerai extrait subit un 1er traitement à l'usine de Flaviac, les eaux ayant servi au lavage étant ensuite déversées dans 2 grands bassins de décantation sur lesquels est épandue de la chaux pour les épurer avant d'être rejetées dans le Lagau. Le Lagau se jette ensuite dans l'Ouvèze dont le débit est 10fois supérieur. Seule l'usine de soie de Saint-Julien utilise les eaux de l'Ouvèze autrement que comme force motrice. La population en aval de Flaviac s'alimente en eau potable au moyen de puits. En 12ans de fonctionnement, aucune plainte n'a été formulée à l'encontre de la mine. La plainte concerne le fait suivant: entre le 24/12/1911 et le 16/01/1912, la mine a déversé dans le Lagau des eaux très chargées et non épurées de minerai par suite de l'ouverture accidentelle d'une poche.
8S4	Chaliac	28/05/1912	Institut Pasteur de Lille	Inspecteur adjoint des eaux et forêts	1	-	Résultats d'analyses d'eaux résiduaires des mines de Flaviac	L'institut conclue que les eaux résiduaires entrainent de petites quantités de minerais qui se déposent dans le lit de la rivière mais, puisqu'il ne se dissous pas, il n'y a pas de danger pour les poissons.
8S4	Chaliac	28/05/1912	Institut Pasteur de Lille	Inspecteur adjoint des eaux et forêts	1	Déversement dans l'Ouvèze, affluent du Rhône, des eaux des mines de plomb de Flaviac	Résultats d'analyses d'eaux	Les points analysés sont: - 100 m amont (A) - 100 m aval (B) - point de déversement (C) - eaux des mines (D) Ces résultats montrent que: - l'alcalinité est moins importante au niveau des points C et D que A et B - la concentration en chlorure est sensiblement la même - il n'y a pas plomb en solution au niveau de ces 4 points mais des traces de plomb en suspension aux points C et D. Il est spécifié que les graviers de l'Ouvèze contiennent du plomb
8S4	Chaliac	12/06/1912	Inspecteur adjoint des eaux et forêts	-	2	Rivière Ouvèze - contamination des eaux	-	Les analyses montrent que les eaux de Chaliac ne sont pas nuisibles aux poissons et qu'aucun poisson mort n'y a été aperçu. L'inspecteur conclue que le repeuplement de St Julien en Saint Alban n'est pas nécessaire.

PROJET

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier
8S4	Chaliac	03/08/1912	L'ingénieur ordinaire des mines	-	7	Délibération du conseil municipal de St Julien en Saint Alban et lettre au préfet	Déversement dans la rivière Ouvèze des eaux provenant des mines de Flaviac	La commune de Saint-Julien-en-Saint-Alban demande à ce que les eaux des mines ne soient déversées dans la rivière qu'après avoir été épurées. En 1908, le service des eaux et forêts avait demandé une analyse des eaux évacuées à l'institut Pasteur dont les résultats sont: *cf cellule J15*. Suite à cette analyse, la société a fait installer un épurateur qui neutralisait l'acide sulfurique par de la chaux. Le 13/10/1908, les résultats de cet appareil donnaient: *cf cellule K15*. La conclusion est que les eaux sortant des bassins de décantation sont considérées comme débarrassées de l'acidité et du fer en solution des eaux de la mine. Elle ne contient plus que des sels alcalino-terreux. Une autre analyse, lorsque les bassins de décantation fonctionnaient, a été effectuée le 28/05/1912: *cf cellule L15*. D'après la classification du Comité consultatif d'hygiène (*cf cellule M15*), les eaux déversées dans l'Ouvèze sont mauvaises si elles ne sont pas épurées et inoffensives après épuration. Dans l'état actuel, l'eau est impropre aux usages domestiques et à l'alimentation du bétail. L'eau déversée dans l'Ouvèze ne subit plus d'épuration. Ne sachant que faire, l'interdiction de déverser dans l'Ouvèze ou la demande de travaux sur les bassins menant à la fermeture probable de la mine et le filon s'épuisant (dans environ 18mois), l'ingénieur demande l'avis du Comité départemental d'hygiène sur les mesures à prendre.
8S4	Chaliac	12/09/1912	Département de l'Ardèche	-	2	Extrait du registre des délibérations du conseil municipal	Eaux de l'Ouvèze chargées en déchets	Le Maire a reçu des plaintes au sujet de l'état des eaux de l'Ouvèze qui est devenue impropre aux usages domestiques, agricoles ou industriels qui en sont faits (impossibilité de laver le linge, abreuver les bestiaux ou arroser les jardins). Autrefois très poissonneuse, elle ne l'est plus aujourd'hui. De plus, pendant les périodes de sécheresse, ces eaux étaient utilisées comme boisson, menaçant de compromettre la santé publique. Le maire demande à ce que les eaux soient épurées avant rejet dans l'Ouvèze.
8S4	Chaliac	22/12/1912	Mairie de Flaviac	-	1	Extrait du registre des délibérations du conseil municipal	Eaux de l'Ouvèze	Le conseil municipal considérant qu'aucune plainte n'a été émise par les habitants de Flaviac, décide qu'il y a lieu de laisser écouler les eaux résiduaires des mines dans les mêmes conditions que par le passé.
8S4	Chaliac	22/01/1915	Habitants de Saint-Julien-en-Saint-Alban	Préfecture de l'Ardèche	2	-	Eaux de l'Ouvèze chargées en déchets	Les habitants de la commune ont émis plusieurs plaintes qui ont amené l'exploitant à prendre des mesures. Mais, depuis que les travaux sont arrêtés, les eaux sont continuellement chargées en déchets. Les habitants demandent à l'administration de prendre des mesures.
AGN 56-42	Chaliac	21/08/1917	Société Métallurgique et minière des Cévennes	-	2	Note de service		Du matériel a été vendu aux Ets Poulenc frères au Pouzin ainsi que les sables et schlamms.
1347/11	Chaliac	20/06/1933	Ingénieur des mines	-	13	Rapport de l'ingénieur des mines	Concession de Chaliac Renonciation	Le 04/12/1931, La Cie des mines de Malons a fait une demande de renonciation des mines de plomb, antimoine, zinc, cuivre et autres métaux de la concession de Chaliac. Celle-ci, autorisée par décret le 18/08/1890 en faveur de Mr Radisson, a été rachetée pour la Sté Métallurgique et Minière des Cévennes qui l'a vendu le 22/11/1928 à la Cie des mines de Malons (décret du 05/07/1930). Le 04/12/1931, la Cie présentait sa demande de renonciation. Dans cette région se superposaient 3 concessions (Chaliac, Flaviac et la Voulte (renoncée le 26/05/1904)) car, entre le lias et l'oxfordien se trouvait le filon de fer de Privas qui renfermait, à la Chamée, du fer pyriteux, complètement indépendant des gîtes filoniens de chaliac. Les gîtes filoniens comprenaient les affleurements de la Charderie et Pargirand, les filons de Malleval et le filon Juliette qui ont fait l'objet d'une exploitation ancienne (en 1854, un four servant probablement au traitement du minerai a été signalé). Les filons de Malleval ont fait l'objet d'une exploitation ancienne très importante alimentant une fonderie sur place. Le filon Juliette a été exploité jusqu'en 1892. **Géologie et gitologie**: les terrains sont composés de micaschistes traversés par de nombreux massifs granitiques dont le plus important est un granite porphyroïde gris, à gros éléments et qui contient le "filon de Chaliac" sur lequel ont porté les travaux de recherche les plus importants puis tous les travaux d'exploitation. **Minéralisation**: celle du filon Juliette consistait en de la blende et de la galène dans une gangue de quartz pyriteuse. La roche encaissante est un granite à gros éléments. La composition du minerai est: zn14,8%, pb4,5%, 80g d'argent à la tonne de pb. Celle des filons de Malleval consistait en une gangue quartzeuse avec un peu de baryte et de la galène à grains fins mélangés à de la pyrite. En 1893, une descenderie est ouverte dans les filons Malleval qui donnaient: pb14% et 1,3kg d'argent à la tonne de pb. **Travaux:** Les travaux du filon juliette comprennent 3 niveaux. En 1890, les gisements sont concédés et les travaux portent sur les filons juliette et Malleval. En 1891, les travaux du filon juliette sont abandonnés. En 1893, une descenderie dans les filons de Malleval a trouvé du minerai mais été envahie par l'eau. 1894: reprise des travaux jusqu'en 11/1895. 1895: reprise par la Sté Métallurgiques et minière des Cévennes qui construit la grande galerie d'écoulement de 1334m. A partir du 12/05/1899, travaux "sérieux" d'exploitation. 1900: installation d'une laverie. 09/1914: arrêt des travaux
1347/11	Chaliac	03/02/1934	Ministère des travaux publics	-	2	Décret	Renonciation de la concession de Chaliac	Suite à la demande en renonciation formulée par la Cie de mines de Malons le 04/12/1931, la renonciation des mines de plomb, antimoine, zinc, cuivre et autres métaux de Chaliac, est acceptée.
8S4	Chaliac	09/03/1938	Maire de Flaviac	-	1	-	-	Les mines de Flaviac ne sont pas épuisées mais le matériel et les bâtiments d'exploitation n'existent plus. Il ne reste que 2 maisons.
AGN88-4-1	Chaliac	X/04/1949	Arthur Gardette, industriel et la SMIC	-	2	-	Contrat d'exploitation d'un dépôt	Il est convenu que Mr Gardette est propriétaire des terrains comprenant des roches résiduaires (haldes et schlamms) provenant d'anciennes exploitations minières et de l'usine de traitement. La SMIC se propose de prélever des échantillons sur ces dépôts afin de voir ce qu'il peut en être tiré. Si les résultats sont satisfaisants, elle se propose de mettre en place une exploitation, éventuellement sur l'ancienne laverie.

Tableau a : Synthèse des principaux documents d'archive consultés de la concession de Chaliac

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier
	Flaviac	19/08/1837	Roi de France	-	2	Ordonnance du roi	Attribution de concession	Il est fait concession, à Mr Durand Mouliné et Cie, des mines de fer sulfuré propres à la fabrication de couperose des territoires de Flaviac et Coux qui s'appellera Concession de Flaviac
1347/21	Flaviac	29/08/1837	Préfecture de l'Ardèche	-	12	Ordonnance du roi	Attribution de la concession de Flaviac	Il est fait concession à Mm Durand Mouliné ainé et Cie des mines propres à la fabrication de couperose des communes de Flaviac et Coux au vu des demandes des 29/08/1835 et 26/02/1836.
1347/21	Flaviac	05/10/1846	Ingénieur des mines	-	2	PV de visite à la mine de couperose de Flaviac	Inondation des galeries	Le jour de visite, l'entrée de la galerie était bouchée par des débris provenant des galeries et emportée par les eaux depuis la MCO à cause de la grande inondation qui a eu lieu.
1347/21	Flaviac	04/08/1852	Ingénieur des mines	-	1	PV de visite	-	La visite du 2/08/1852 a montré que les travaux des mines de fer de la Chamée et de pyrite de Flaviac se font ensemble, par le même entrepreneur qui vend à l'usine de la Chamée la pyrite extraite avec le minerai de fer. La pyrite est extraite seulement en travaux à ciel ouvert et en petites quantités, la fabrication de couperose est toujours très faible.
	Flaviac	20/05/1862	-	-	1	Exploitation de Chamée		Plan de la concession
63J36	Flaviac	-	-	-	1	Usine de Minium	-	Usine de minium
63J38	Flaviac	-	-	-	12	-	-	Plans de la concession de la Chamée
63J32	Flaviac	-	-	-	1	Usine de Minium de Veyras		Plan de l'usine de minium
1347/21	Flaviac	12/11/1903	Préfecture de l'Ardèche	-	11	Demande en renonciation	Renonciation de la concession de La Voulte	Le 31/08/1902, la société nouvelle des Ets de l'Horme et de la Buire a demandé la renonciation de la concession de La Voulte. Un historique est dressé, lequel mentionne un décret du 13/07/1892 qui autorise la Cie des fonderies et forges de l'Horme à réunir les 5 concessions de mines de fer de la Voulte, de Veyras, de Saint-Priest, du Lac et de Fraysse acquises le 24/02/1890. La concession de la Voulte renferme 2 gisements distincts dont celui de la Chamée qui n'a pas donné lieu à des exploitations étendues. Ce rapport contient un projet de décret de la renonciation.
1347/21	Flaviac	24/03/1939	Ministère de travaux publics	-	3	Arrêté	Arrêté d'annulation de l'exploitation de la pyrite de Flaviac.	La concession des mines de pyrite de Flaviac institué le 29/08/1837 et appartenant à l'état, est annulée.

Tableau b: Synthèse des principaux documents d'archive consultés de la concession de Chaliac

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier
8S44	Veyras	février 1843	Mr Ardaillon (maître des forges)	Préfecture de l'Ardèche	2	-	Demande de construction d'un haut fourneau	Demande d'autorisation de construction d'un haut fourneau à Cheylus, commune de Flaviac. Ce haut fourneau, destiné à produire de la fonte, sera alimenté par les minerais provenant des mines de Veyras et les combustibles du bassin houiller de la Poire.
1347/21	St Priest	10 février 1849	Préfecture de l'Ardèche	-	7	-	Attribution de la concession de St-Priest	La concession de mines de fer des communes de Veyras et St-Priest est attribuée à Mr Etienne Revol suite à sa demande du 14/08/1844. Elle s'appellera "concession de St-Priest".
8S17/1	Veyras (nouvelle)	16 septembre 1880	L'ingénieur des mines		1	Rapport de l'ingénieur des mines	Bétonnage sans le ruisseau le Challot	Le 19/08/1880, le directeur des mines de fer de Veyras demande au préfet de l'Ardèche l'autorisation de bétonner le lit du Challot dans lequel des fentes permettent à l'eau de pénétrer dans les travaux souterrains. L'ingénieur des mines autorise ces travaux. (plan joint)
1347/33	Veyras	22 août 1843	Préfecture de l'Ardèche	-	4	Ordonnance de concession	Demande de la concession de Veyras	Au vu des demandes des 10/10/1839 et 18/07/184? Par Mr Ardaillon, la concession de Veyras lui est accordée, elle s'appellera "Concession de Veyras".
1347/12	Le Lac	9 mai 1853	Ministère des travaux publics	-	5	Décret du 9 mai 1853	Attribution de la concession du Lac	La Cie des fonderies et forges de l'Horme le 30/11/1847, Mr Revol le 10/06/1850 et la Sté des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche le 26/08/1850 ont demandé l'obtention de la concession des mines de fer situées sur les communes de Privas, St-Priest et autres. Cette concession, qui s'appellera "Concession des mines de fer du Lac", leur est accordée.
8S17/3	Veyras (nouvelle)	23 juin 1887	Cie des Fonderies et forges de l'Horme	Préfet de l'Ardèche	3	-	Demande de dépôt de déblais dans le lit de l'Ouvèze	La Cie des fonderies et forges de l'Horme demande l'autorisation de déverser dans l'Ouvèze les déblais du percement de la galerie d'écoulement permettant d'assécher les mines de fer de Veyras et du Lac. Ces déblais étaient déposés en partie à Coux et en divers endroits où des puits avaient été percés, près de l'Ouvèze.
8S17/3	Veyras (nouvelle)	16 juillet 1887	Département de l'Ardèche Service hydraulique	-	1	Demande de la Compagnie des Fonderies et forges de l'Horme	Rapport de l'ingénieur ordinaire	La compagnie a demandé l'autorisation de déposer les déblais du percement de la galerie d'écoulement dans le lit de l'Ouvèze. L'ingénieur donne son accord avec la condition de laisser une largeur de 15m au lit de la rivière.
8S17/3	Veyras (nouvelle)	02 décembre 1887	L'ingénieur ordinaire des mines	-	1	Demande de la Compagnie des Fonderies et forges de l'Horme	Rapport de l'ingénieur ordinaire	Lettre accompagnant les plans des dépôts.
8S17/3	Veyras (nouvelle)	02 décembre 1887	L'ingénieur ordinaire des mines	-	7	Plans en profils	Plans des emplacements des dépôts	6 plans indiquant la localisation des déblais de puits en coupes et en profils.
,	Veyras (nouvelle)	20 décembre 1887	Préfecture de l'Ardèche	L'ingénieur en Chef à Privas L'administrateur de la Compagnie des Forges	3	-	-	Le préfet de l'Ardèche adresse un arrête à la compagnie des Forges l'autorisant à déverser les déblais de la galerie d'assèchement des mines de Veyras et du Lac dans l'Ouvèze
1347/33	Veyras (nouvelle)	20 juin 1889	Préfecture de l'Ardèche	-	2	Mine de fer de Privas Galerie d'assèchement	-	La Cie des fonderies et forges de l'Horme demande l'obtention d'une déclaration d'utilité publique d'une galerie souterraine d'écoulement destinée à relier les travaux des mines de fer de Veyras à l'Ouvèze. Le Ministère donnera son accord si la Cie s'engage à indemniser les habitants qui se servent de ces eaux.
63J42	Veyras (nouvelle)	3 mars 1905	-	-	-	Canal d'écoulement des mines de Veyras	-	Plan du canal d'écoulement de Veyras.

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier
1347/33	Veyras (nouvelle)	08 octobre 1889	Ministère des travaux publics	-	4	Décret	Décret d'autorisation de construction de la galerie d'écoulement	La demande du 19/04/1887 de la Cie des fonderies et forges de l'Horme est acceptée, celle-ci a l'autorisation de construire une galerie d'écoulement reliant les mines de Veyras à l'Ouvèze en amont de Coux.
1347/12	Fraysse	8 mars 1921	L'ingénieur des mines	-	6	Rapport de l'ingénieur des mines	Renonciation de la concession de Fraysse	Le 19/12/1918, la Sté Horme et Buire a demandé à renoncer à la concession de Fraysse, instituée par décret le 16/08/1859. L'historique de la concession mentionne le fait qu'en 1857, après le fonçage d'un puits et de 3 galeries, Mr Granger-Veyron a obtenu la concession des mines de fer du Fraysse. La couche explorée, de 1m20 de puissance, se compose de 2 bancs séparés par un nerf intermédiaire de calcaire à entroques. Le 25/09/1873, la compagnie de Terrenoire achète la mine. Après sa faillite, la concession passe, comme celles du Lac et de St-Priest, aux mains de la Sté Horme et Buire (anciennement Sté anonyme des fonderies et forges de l'Horme).
1347/12	Fraysse	23 juillet 1921	Ministère des travaux publics	-	1	Décret	Décret de renonciation de la concession de Fraysse	Suite à la demande de renonciation de la concession de Fraysse par la Sté Horme et Buire le 19/12/1919, celle-ci est acceptée.
	Veyras (nouvelle)	31 décembre 1924	-	-	18	-	Liste du mobilier de la mine	Ce document liste tous le mobilier de la mine dont les chaudières, cheminées, tuyaux, machines et outils etc.
1347/33	Veyras (nouvelle)	31 mai 1939	Ingénieur des mines	-	14	Rapport de l'ingénieur des mines	Réduction de périmètre et fusion de concessions	Les Ets Lefranc ont demandé, le 10/11/1937, la réduction des périmètres des concessions du Lac et de St-Priest et la fusion des restes de ces concessions avec celle de Veyras. **Enquête administrative**: **Concession du Lac**: instituée par décret du 09/05/1853 en faveur de la Sté anonyme des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche. **Concession de St-Priest**: instituée par décret du 10/02/1849 en faveur de Mr Revol **Concession de Veyras**: instituée par ordonnance du 22/08/1843 en faveur de Mr Ardaillon. **Historique**: *cf cellules J12, J13 et J14* **Gisement**: *cf cellule K12* **Réclamation**: le 30/09/1938, des habitants de Privas font une réclamation au sujet d'une fissure souterraine au niveau du quartier du Ranc qui aboutit à la grande galerie d'écoulement des mines de Veyras, fissure par laquelle s'infiltre une grande partie du débit des eaux de l'Ouvèze.
1347/33	Veyras (nouvelle)	8 mars 1940	Ministère des travaux publics	-	5	Décret	Renonciation d'une partie des concessions du Lac et St-Priest et fusion de ce qui reste avec la concession de fer de Veyras	Est acceptée la renonciation d'une partie des concessions du Lac et de St-Priest par les Ets Lefranc et est autorisée la fusion de ces concessions réduites avec la concession des mines de fer de Veyras. La concession crée s'appellera "concession nouvelle de Veyras".
1347/33	Veyras (nouvelle)	8 mars 1955	Ministère de l'industrie et du commerce	-	2	Arrêté	Arrêté de renonciation de la concession de Veyras (nouvelle)	Au vu de la demande des Ets Lefranc du 20/10/1953 (complétée le 05/01/1955), la renonciation de la concession de Veyras (nouvelle) est accordée.

Tableau c: Synthèse des principaux documents d'archive consultés des concessions de Veyras, Veyras (nouvelle), Fraysse, Le Lac et St-Priest

Annexe 3

Description des photographies aériennes

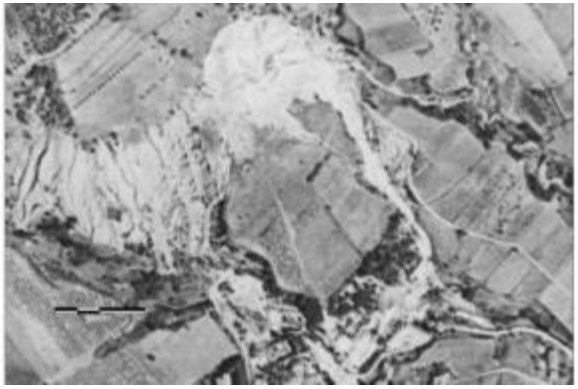
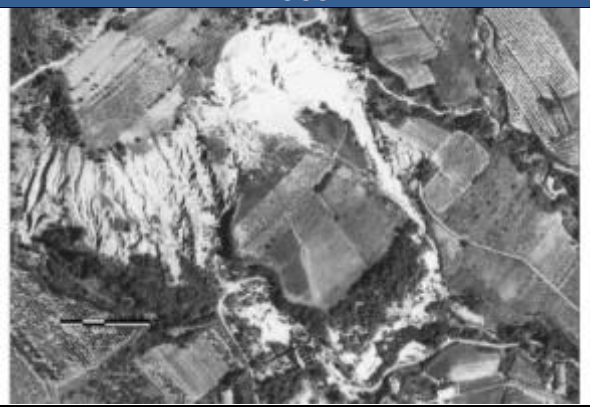
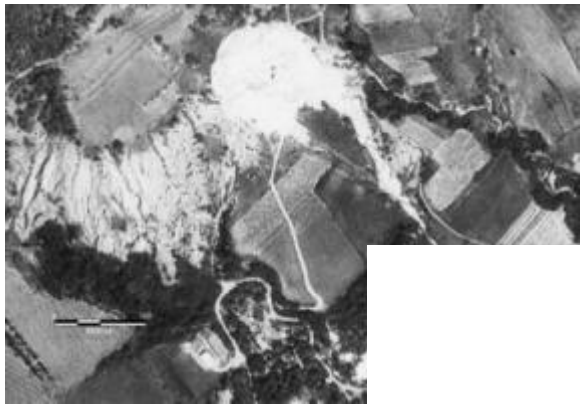
FLAVIAC		
1948	**1956**	**1969**
		
La configuration du « terril de Pansier » est telle que l'actuelle et il semble qu'il ait déjà fait l'objet d'emprunts. Les alentours sont des champs cultivés. Bassins et dépôts ne sont pas encore végétalisés, leurs limites sont visibles. Le chemin d'accès à la galerie d'accès aux travaux souterrains du filon Chaliac est visible.		Les dépôs se végétalisent. La petite laverie est entièrement végétalisée et son dépôt est bien visible.
1981	**1991**	**2007**
		
La situation a peu évolué, la végétation est plus dense.	La situation est telle que l'actuelle.	Situation actuelle.

Tableau d: Planche photographique de 1946 à nos jours du secteur de Flaviac

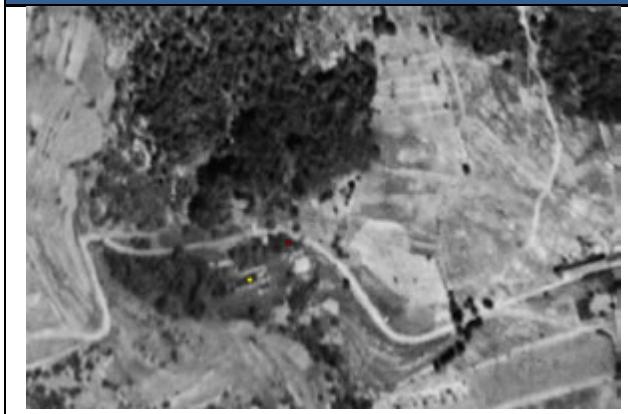
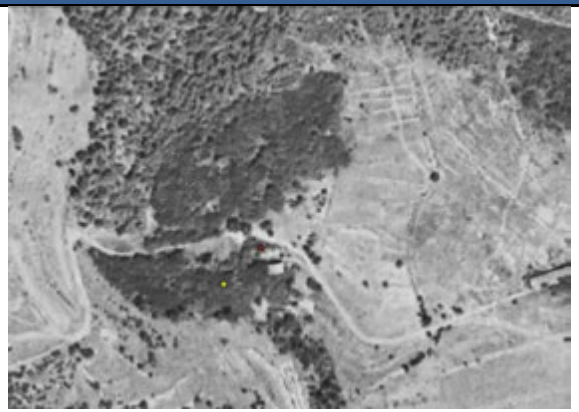
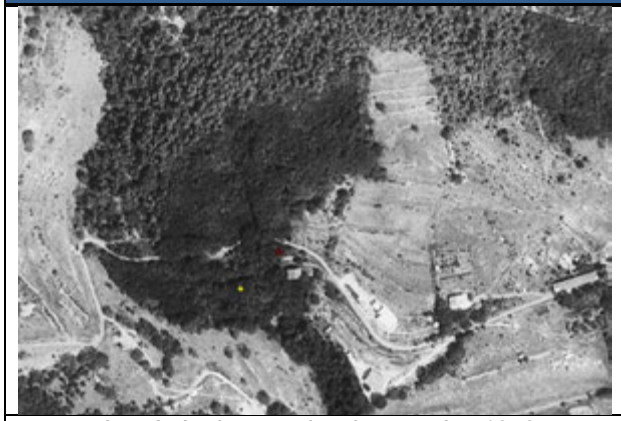
CHAMEE		
1948	**1956**	**1969**
		-
Les ruines de l'usine de couperose sont visibles, de même que la maison d'habitation (ancien bâtiment de la mine). Le dépilage au jour est recouvert par la végétation. Aucune trace de contamination apparente.	Les ruines de l'usine sont recouvertes de végétation.	-
1981	**1991**	**2007**
		
La végétation est plus dense qu'en 1956.	La situation est telle que l'actuelle	Situation actuelle

Tableau e: Planche photographique de 1946 à nos jours du secteur de Chamée

Annexe 4

Fiche descriptive de la ZNIEFF II
« Plateau et contreforts du Coiron »

ZNIEFF* de type II

N° régional : **0709**

Ancien N° régional : 0705,0707,0720,0701

PLATEAU ET CONTREFORTS DU COIRON

Départements et communes concernées en Rhône-Alpes

Surface : 20 720 ha

Ardèche

ALBA-LA-ROMAINE, ALISSAS, AUBIGNAS, BERZEME, CHOMERAC, DARBRES, FREYSSENET, GOURDON, LUSSAS, MEYSSE, MIRABEL, POURCHERES, PRIVAS, ROCHEMAURE, ROCHESSAUVE, SAINT-BAUZILE, SAINT-ETIENNE-DE-BOULOGNE, SAINT-GINEIS-EN-COIRON, SAINT-JEAN-LE-CENTENIER, SAINT-LAURENT-SOUS-COIRON, SAINT-MARTIN-SUR-LAVEZON, SAINT-PIERRE-LA-ROCHE, SAINT-PONS, SAINT-PRIEST, SAINT-VINCENT-DE-BARRES, SCEAUTRES, LE TEIL, VEYRAS,

ZNIEFF de type I concernées par cette zone

07090001,07090002,07090003,07090004,07090005,07090006,07090007,07090008,07090009,07090010,07090011,07090012

Description et intérêt du site

Le Coiron (ou les Coirons) désigne le plateau au rebord festonné qui s'allonge sur une vingtaine de kilomètres au sud de Privas, entre la haute-Ardèche et la vallée du Rhône.
Il s'agit d'une table basaltique issue d'épanchements volcaniques (miocène, pliocène, villafranchien) qui prolonge les épanchements du Velay oriental (Mézenc).
Des tufs et des scories volcaniques s'intercalent entre les coulées basaltiques, et apparaissent ça et là en périphérie du massif (Prades, Freyssenet, Taverne).
Le paysage du Coiron comprend des pâturages et des prairies de fauche sèches entrecoupées de quelques haies d'épineux ; il est voué à l'élevage ovin et bovin.
Ces espaces sont favorables à un certain nombre d'espèces actuellement très menacées sur une grande partie de leur aire de répartition, du fait de l'intensification des pratiques agricoles.
Signalons en particulier l'abondance de certains oiseaux tels que la Caille des blés, le Busard cendré, ou des passereaux inféodés aux haies et bosquets (Pie-Grièche à tête rousse…).
La flore est également digne d'intérêt (Cytise à longs rameaux, Ophrys de la Drôme…), et marquée par les contrastes climatiques locaux qui font s'opposer chênaies pubescentes sèches et hêtraies.

Le zonage de type II traduit le bon état de conservation général de cet ensemble très bien individualisé, au sein duquel la richesse du patrimoine biologique est retranscrite par de vastes zones de type I, délimitant les espaces abritant les habitats ou les espèces les plus remarquables (crêtes, falaises, grottes…).

Il souligne de plus particulièrement les fonctionnalités naturelles liées à la préservation des populations animales ou végétales, en tant que zone de passage entre le Massif Central et le sillon rhodanien, zone d'alimentation ou de reproduction, entre autres pour la faune piscicole (Barbeau méridional), de nombreux chiroptères (Molosse de Cestoni), batraciens (Pelodyte ponctué…), insectes (Magicienne dentelée…).
Ce zonage traduit également la sensibilité de hauts bassins alimentant certains ruisseaux abritant des espèces remarquables, dont certaines très sensibles (Ecrevisse à pattes blanches…).
La dimension phytogéographique est localement importante, de nombreuses espèces (en particulier méditerranéennes) parvenant ici en limite de leur aire de répartition.

L'intérêt paysager et géomorphologique du Coiron est également à souligner. Parmi les exemples les plus remarquables, on peut citer la butte-témoin volcano-sédimentaire de la Montagne d'Andance et le « neck » de Sceautres cités à l'inventaire des sites géologiques remarquables de la région Rhône-Alpes, ou encore les paysages géologiques très suggestifs de Mirabel, de la Roche-chérie, des Balmes de Montbrun ou du plateau de Saint Pons).

Milieux naturels

22.34	*GROUPEMENTS AMPHIBIES MERIDIONAUX*
31.82	*FOURRES A BUIS*
32.162	*MATTORAL OCCIDENTAL A CHENES CADUCIFOLIES*
34.32	*PELOUSES CALCAIRES SUB ATLANTIQUES SEMI ARIDES*
34.33	*PRAIRIES CALCAIRES SUBATLANTIQUES TRES SECHES*
34.5	*PELOUSES XEROPHILES MEDITERRANEENNES*
38.2	*PRAIRIES DE FAUCHE DE BASSE ALTITUDE*
41.16	*HETRAIES SUR CALCAIRE*
41.172	*HETRAIES ACIDIPHILES DES PYRENEES ORIENTALES ET DES CEVENNES*
41.175	*HETRAIES CALCICOLES SUB MEDITERRANEENNES*
41.4	*FORETS MIXTES DE RAVINS ET DE PENTES*

Flore

Cytise à longs rameaux	*Chamaecytisus elongatus (Waldst. & Kit.) Link*
Lythrum à feuilles d'Hysope	*Lythrum hyssopifolia L.*
Ophioglosse commun (Langue de serpent)	*Ophioglossum vulgatum L.*
Ophrys de Bertoloni (Ophrys de la Drôme)	*Ophrys bertolonii Moretti*
Pulsatille rouge	*Pulsatilla rubra Delarbre*
Trèfle strié	*Trifolium striatum L.*
Vesce à feuilles de pois	*Vicia pisiformis L.*

Faune vertébrée

Amphibien

Crapaud calamite	*Bufo calamita*
Pélodyte ponctué	*Pelodytes punctatus*

Mammifère

Barbastelle	*Barbastella barbastellus*
Vespère de Savi	*Hypsugo savii*
Petit murin	*Myotis blythi*
Vespertilion de Daubenton	*Myotis daubentoni*
Vespertilion à oreilles échancrées	*Myotis emarginatus*
Grand murin	*Myotis myotis*
Vespertilion à moustache	*Myotis mystacinus*
Vespertilion de Natterer	*Myotis nattereri*
Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusii*
Oreillard méridional (gris)	*Plecotus austriacus*
Grand rhinolophe	*Rhinolophus ferrumequinum*
Petit rhinolophe	*Rhinolophus hipposideros*
Molosse de Cestoni	*Tadarida teniotis*

Oiseau

Alouette des champs	*Alauda arvensis*
Pipit rousseline	*Anthus campestris*
Engoulevent d'Europe	*Caprimulgus europaeus*
Busard cendré	*Circus pygargus*
Caille des blés	*Coturnix coturnix*
Bruant fou	*Emberiza cia*
Bruant ortolan	*Emberiza hortulana*
Faucon hobereau	*Falco subbuteo*
Hirondelle de rochers	*Hirundo rupestris*
Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*
Pie-grièche à tête rousse	*Lanius senator*
Alouette lulu	*Lullula arborea*
Guêpier d'Europe	*Merops apiaster*
Bruant proyer	*Miliaria calandra*
Traquet motteux	*Oenanthe oenanthe*
Fauvette orphée	*Sylvia hortensis*
Fauvette pitchou	*Sylvia undata*
Huppe fasciée	*Upupa epops*

Poisson

Barbeau méridional	*Barbus meridionalis*

Faune invertébrée

Crustacé

Ecrevisse à pattes blanches	*Austropotamobius pallipes*

Orthoptère

Magicienne dentelée	*Saga pedo*

*Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique 2e édition 2007
Il constitue un outil d'alerte et ne peut être interprété à une échelle plus fine sans investigation complémentaire

Edition : InfoSIG Cartographie - Annecy - 74

Bibliographie

Anonyme

On a trouvé... On a retrouvé

2006 pages : 2-5 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

Randonnée botanique sur le GR42 du 9 au 12 avril 1985, de Saint-Vincent-de-Barrès à Saint-Martin-d'Ardèche.

1985 pages : 19-30 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

AUROUSSEAU P.

Sortie du 14 avril 2000 : Plaine du Regard - Saint Pons (Ardèche)

2000 pages : 20-22 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

Sortie du dimanche 7 mai 2006 : Villeneuve-de-Berg et Saint-Jean-le-Centenier (Ardèche)

2006 pages : 20-22 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

BAYLE B.

Comptes rendus des sorties orchidées 1997

1997 pages : 27-30 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

Inventaire des Orchidées d'Ardèche - Bilan provisoire fin 99

1999 pages : 39 p. Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

BOUDRIE M.

Les ptéridophytes du département de l'Ardèche (France)

2005 pages : 17-73 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

CHOISNET G.

Caractérisation des végétations du Parc naturel régional des Monts d'Ardèche

2005 pages : Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

DAYDE S.

Document d'objectifs - Site Natura 2000 FR 8201673 "Pelouses et forêts du Massif du Coiron (Commune de Saint-Martin-sur-Lavezon)" B30 - 2001-2007

2001 pages : 69 p. Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

DESCOINGS B.M.

Inventaire des espèces rares ou menacées du département de l'Ardèche

1984 pages : 10 + Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

Quelques plantes nouvelles pour le département de l'Ardèche

1986 pages : 351-3 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

GRIOT A.

Excursion botanique du 24 avril 1983

1983 pages : 267-2 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

KERVYN A.

On a trouvé... On a retrouvé

2003 pages : 2-3 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

LADET A.

Sortie du dimanche 20 mai 2001 : Freyssenet (Ardèche)

2001 pages : 19-23 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

LADET J.P.

Sortie du 30 mai 1999 à Saint Jean le Centenier (Ardèche)

1999 pages : 18-22 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

MANDIN J.P.

Dynamique de la végétation

1983 pages : 13-23 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

Les Carex de l'herbier de la Société botanique de l'Ardèche

1996 pages : 29-38 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

On a trouvé... On a retrouvé

2004 pages : 2-7 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

Présence de mares temporaires méditerranéennes en Ardèche (France)

2001 pages : 61-71 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

PETETIN A.

Site Natura 2000 "Pelouses et forêts du Massif du Coiron" Ardèche : compléments typologiques concernant les pelouses sèches sur basalte et les forêts de ravin

2001 pages : 18 p. Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

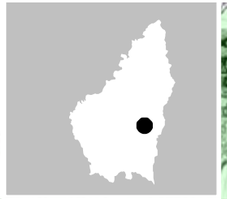
QUEZEL P.

A propos des forêts de Quercus ilex dans les Cévennes

1987 pages : 101-1 Consultable : Conservatoire Botanique National du Massif Central

Direction Régionale de l'Environnement
RHÔNE-ALPES

Inventaire du patrimoine naturel
ZNIEFF II* N°0709



0709

0717

* Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique 2e édition 2007
Il constitue un outil d'alerte et ne peut être interprété à une échelle plus fine sans investigation complémentaire
Edition : InfoSIG Cartographie - www.infosig.net - Annecy

Légende

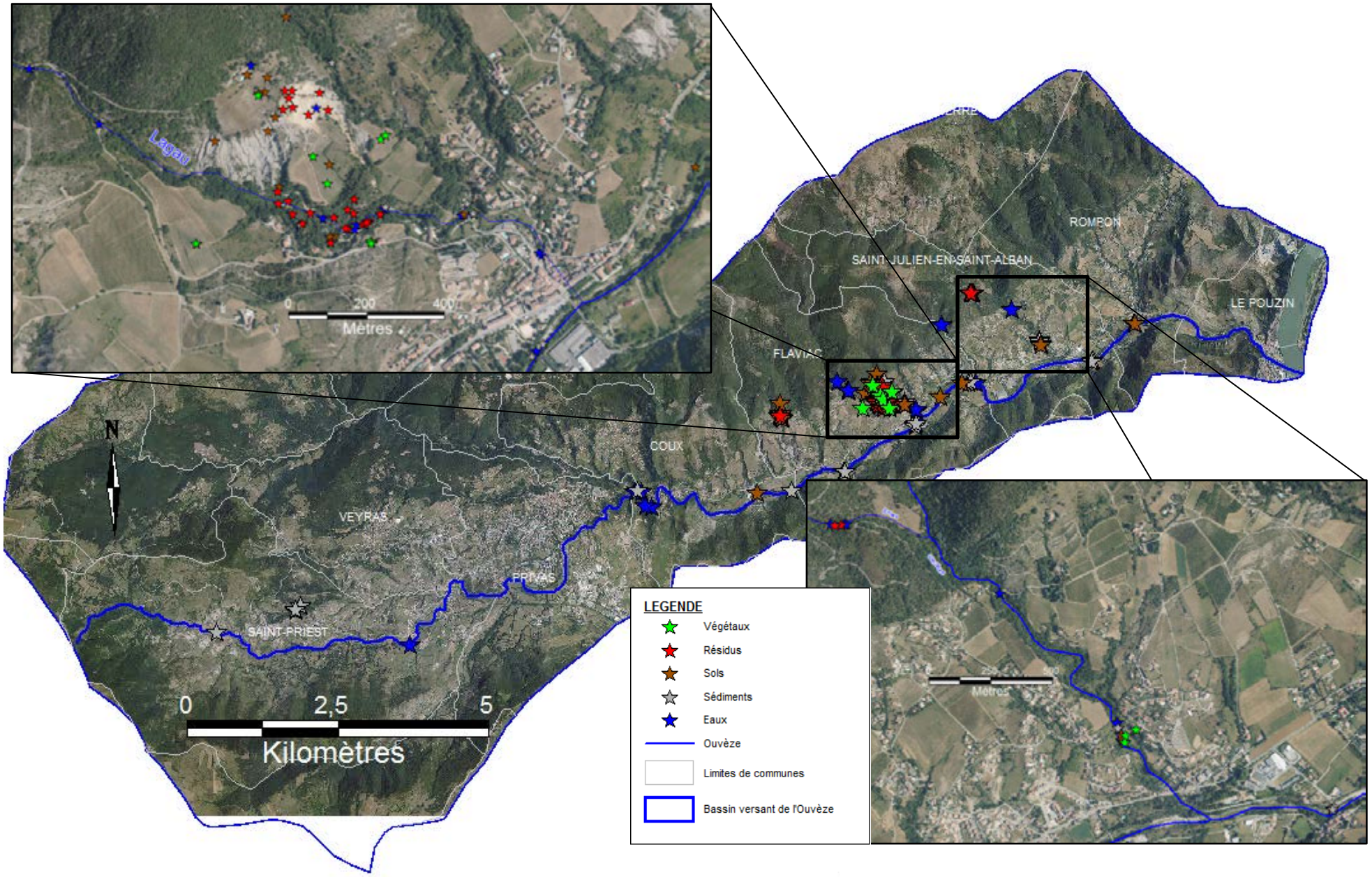
- Périmètre de la ZNIEFF type 2
- Autres ZNIEFF type 2
- ZNIEFF type 1

N

fonds IGN Scan 100 (C)

Annexe 5

Plan d’échantillonnage


Lagau
0
200
400
Mètres
ROMPON
SAINT-JULIEN-EN-SAINT-ALBAN
LE POUZIN
FLAVIAC
COUX
VEYRAS
FRIVAS
SAINT-PRIEST
N
0
2,5
5
Kilomètres
LEGENDE
Végétaux
Résidus
Sols
Sédiments
Eaux
Ouvèze
Limites de communes
Bassin versant de l'Ouvèze

Paramètres			Matrice		
Type	Dénomination	Abréviation	Eaux	Sols-sédiments-résidus	Végétaux
Métaux et métalloïdes	Aluminium	Al			
	Antimoine	Sb			
	Argent	Ag			
	Arsenic	As			
	Bore	B			
	Baryum	Ba			
	Béryllium	Be			
	Cadmium	Cd			
	Chrome	Cr			
	Cobalt	Co			
	Chrome VI	Cr^{VI}			
	Cuivre	Cu			
	Etain	Sn			
	Fer	Fe			
	Fe (II)	Fe^{2}			
	Fe (III)	Fe^{3}			
	Manganèse	Mn			
	Mercure	Hg			
	Molybdène	Mo			
	Nickel	Ni			
	Plomb	Pb			
	Phosphore	P			
	Strontium	Sr			
	Titane	Ti			
	Tungstène	W			
	Vanadium	V			
	Zinc	Zn			
Cations	Calcium	Ca			
	Magnésium	Mg			
	Potassium	K			
	Silicium	Si			
	Sodium	Na			
Anions	Bromures	Br			
	Chlorures	Cl			
	Ortho-phosphates	$o\text{-}PO_4$			
	Nitrates	NO_3			
Carbone organique total	COT	COT			
Paramètres physico-chimiques	pH	pH			
	Conductivité	Cond.			
	Température (°C)	T°			
Coupes d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (HCT)	Indice HC C10-C40	Ind C10-C40			
	HC >C10-C12	C10-C12			
	HC >C12-C16	C12-C16			
	HC >C16-C21	C16-C21			
	HC >C21-C35	C21-C35			
	HC >C35-C40	C35-C40			

ROUT

Paramètres			Matrice		
Type	Dénomination	Abréviation	Eaux	Sols-sédiments-résidus	Végétaux
Caractérisation d'une eau	Demande chimique en oxygène	DCO			
	Demande biologique en oxygène après 5 jours	DBO_5			
	Matières en suspension	MES			
	Ammonium	NH_4			
	Azote total	$N_{(tot)}$			
	Azote Kjeldahl	NTK			
	Cyanure	CN			
	Fluorure	F			
	Nitrites	NO_2			
Matières sèches	MS	MS			
Eau	Eau	Eau			
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Naphtalène	N			
	Acénaphtylène	Acyl			
	Acénaphtène	Ace			
	Fluorène	Fle			
	Phénanthrène	Phen			
	Anthracène	Anthr			
	Fluoranthène	Fl			
	Pyrène	Pyr			
	Benzo(a)anthracène	B[a]A			
	Chrysène	Chry			
	Benzo(b)fluoranthène	B[b]			
	Benzo(k)fluoranthène	B[k]F			
	Benzo(a)pyrène	B[a]P			
	Dibenzo(a)anthracène	DB[ah]A			
	Benzo(g,h,i)pérylène	B[ghi]P			
	Indéno(123-cd)pyrène	I[cd]P			
	Somme des HAP	ΣHAP			
	Somme des 4 HAP	Σ4HAP			
	Somme des 6 HAP	Σ6HAP			
Granulométrie	Sables grossiers	G-sg			
	Sables fins	G-sf			
	Limons grossiers	G-lg			
	Limons fins	G-lf			
	Argile	G-a			

Tableau f: Liste des éléments analysés pour chaque matrice et abréviations

Annexe 6

Synthèse des fiches descriptives des échantillons prélevés

Tableau d : Planche photographique de 1946 à nos jours du secteur de Flaviac.....17

Tableau e : Planche photographique de 1946 à nos jours du secteur de Chamée.....18

Tableau f : Liste des éléments analysés pour chaque matrice et abréviations.....29

Tableau g : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de sols et résidus par GEODERIS.....34

Tableau h : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements d'eaux de surface par GEODERIS.....36

Tableau i : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de sédiments par GEODERIS.....37

Tableau j : Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de végétaux par GEODERIS.....37

Tableau k : Description des échantillons prélevés par l'INERIS (extraction du rapport INERIS (2013) DRC-12-130683-13821B).....42

Légende : Temp. = Température ; Cond. = Conductivité ; Granulo = granulométrie

ID prélèvement	Date	Profondeurs	Couleur	Odeur	Granulo	Remarques
CHA_SO01	17/07/2012	0-2cm	Gris orangé	Néant	mm à cm	Plutôt argileux. Surface très indurée sur 2-3 cm.
CHA_SO01	17/07/2012	0-10cm	Gris-brun	Néant	mm à cm	Plutôt argileux et humide. Surface très indurée sur 2-3 cm.
CHA_SO02	17/07/2012	0-2cm	Gris	Néant	cm	Niton: 350ppm de Pb, 73ppm de Zn
CHA_SO03	17/07/2012	0-2cm	Brun jaunâtre	Néant	mm à cm	Sable sec.
CHA_SO03	17/07/2012	0-100cm	Brun	Néant	mm	Echantillon composite. Devient humide vers 40 cm de profondeur.
CHA_SO04	17/07/2012	0-2cm	Jaune	Néant	<mm à mm	Quelques graviers en surface. Sable sec.
CHA_SO05	17/07/2012	0-2cm	Jaune	Néant	mm	Sable sec.
CHA_SO05	17/07/2012	0-10cm	Jaune-brun	Néant	<mm à mm	Quelques graviers. Plus humide que l'échantillon 0-2cm.
CHA_SO06	17/07/2012	0-2cm	Orange	Néant	mm (grains)	Sable sec.
CHA_SO06	17/07/2012	0-100cm	Orange-jaune	Néant	<mm à mm	Echantillon composite. Peu humide.
CHA_SO07	17/07/2012	0-2cm	Ocre	Néant	<mm à mm	Carapace indurée mais texture fine Niton: 2,68% Pb, 4131ppm Zn, 1043ppm Cu, 1039ppm Sb, 84ppm Ag, 1193ppm As.
CHA_SO07	17/07/2012	0-10cm	Ocre foncé	Néant	<mm à mm	
CHA_SO08	17/07/2012	0-2cm	Jaune clair	Néant	mm (grains)	Sable très sec.
CHA_SO08	17/07/2012	0-80cm	Noir	Aromatique	<mm	Sable argileux humide, odeur d'hydrocarbure qui s'estompe rapidement.
CHA_SO08	17/07/2012	0-100cm	Brun clair	Néant	<mm à mm	Sable très sec avec quelques blocs d'argile de quelques cm. A 20-40cm: sable limoneux, nodules argileux verdâtres. A 80 cm, les derniers cm sont noirs.
CHA_SO09	17/07/2012	0-2cm	Brun clair	Néant	<mm à mm	Niton: 1,44ppm Pb, 764ppm Zn, 305ppm Cu, 464ppm Sb.
CHA_SO09	17/07/2012	0-10cm	Jaune clair	Néant	<mm à mm	
CHA_SO14	17/07/2012	0-2cm	Gris	Néant	cm	Niton: 160ppm Pb, 40ppm As, 413ppm Sr
CHA_SO25	19/07/2012	0-2cm	Gris	Néant	mm à cm	Sol gris argileux, végétalisé
CHA_SO25	19/07/2012	0-10cm	Gris	Néant	Mm à cm	Sol peu argileux, présentant beaucoup de graviers.
CHA_SO26	19/07/2012	0-10cm	Jaune	Néant	mm (grains)	Environ 10cm d'humus sur le dessus.
CHA_SO27-gris	19/07/2012	0-100cm	Gris	Néant	<mm	Sur 20-25cm, résidus gris très fins avec des racines. Puis résidus argileux, jaune orangés, collants, compacts.
CHA_SO27-orange	19/07/2012	0-100cm	Orange	Néant	<mm	
CHA_SO28	19/07/2012	0-100cm	Orange	Aromatique	<mm	Jusqu'à 80 cm, trop très argileux avec une couche de graviers. Au-delà de 80 cm, alternance de passées noires t blanches.
CHA_SO29	19/07/2012	0-10cm	Beige	Néant	<mm	Sableux, beige avec des graviers. Devient orangé et plus argileux en profondeur.
CHA_SO30	19/07/2012	0-2cm	Brun clair	Néant	cm	Résidus composés de graviers en surface puis de particules plus fines jusqu'à 10 cm.

ID prélèvement	Date	Profondeurs	Couleur	Odeur	Granulo	Remarques
CHA_SO30	19/07/2012	0-10cm	Brun clair	Néant	mm à cm	
CHA_S40_SO1	01/10/2012	0-2cm	Gris	Néant	mm	Marnes très indurée sauf en surface où de nombreux éléments de granulo mm à cm
CHA_S40_SO2	01/10/2012	0-2cm	Marron	Néant	<mm	Composite issu d'un champ. Sol humide.
CHA_S40_SO2	01/10/2012	0-10cm	Marron	Néant	<mm	
CHA_re1	19/07/2012	0-100 cm	Marron		-	Mélange de résidus et de matières organiques (dont branches).
CHA_re2	19/07/2012	0-100 cm	Marron		-	
SJSA_RES1	04/03/2013	-	Blanc et orange	Néant	<mm	Résidus blancs orangé formés autour de débris organiques (branches, feuilles). Mousse. Les zones orange sont plus humides que les blanches.
SJSA_RES2	04/03/2013	-	Blanc et orange	Néant	<mm	Concrétion blanche-orangée.
OUV_Ter1	05/03/2013	0-10cm	Noir et jaune orangé	Néant	mm	3à5 premiers cm: sol noir, organique, puis sable jaune à orange. Caillou à 10cm.
OUV_Ter2	05/03/2013	0-10cm	Marron à gris		mm	Sol de pâture avec de la mousse en surface. Pélites.
OUV_Ter3	05/03/2013	0-10cm	gris-brun	Néant	<mm	Sol humide.
OUV_Ter4	05/03/2013	0-10cm	Marron foncé	Néant	<mm	Sol sec, organique en surface puis sableux.
OUV_Ter5	05/03/2013	0-10cm	Marron foncé à gris	Néant	<mm	Environ 5 cm d'humus. Sol humide.
CHA_SO75	05/03/2013	0-2cm	Noir, jaune, orange et gris	Néant	mm à cm	0-10cm: noir (humus) Zones jaunes: granulo mm Zones orangées: granulo mm à cm Zones grises: granulo cm
CHA_SO76	05/03/2013	0-10cm	Marron	Néant	mm	Sol de promenade sec à humide. Cailloux cm à pluri-cm.
FLA_SO03	20/07/2012	0-2cm	Orangé	Néant	cm	Surface indurée, pas de végétation.
FLA_SO03	20/07/2012	0-10cm	Orangé	Néant	cm	
FLA_SO04	20/07/2012	0-2cm	Ocre	Néant	mm	Composite prélevé sur la plateforme basse, près de déchets (batteries, peintures etc.). Sol très sec et végétalisé en surface, un peu plus argileux en profondeur.
FLA_SO04	20/07/2012	0-10cm	Ocre	Néant	mm	

Tableau g: Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de sols et résidus par GEODERIS

ID prélèvement	Avec échantillon filtré	Date	pH	Temp. (°C)	Cond. (mS/cm)	Remarques
St-e1	oui	16/07/2012	8,45	8,45	0,45	Eau claire. Peu de sédiments. Ensoleillé.
VEY-e1	oui	16/07/2012	8,3	16,3	0,57	Eau claire. Peu de sédiments. Ensoleillé. Zone ombragée
VEY-e2	oui	16/07/2012	8,49	15,5	0,55	Fin de journée. Ensoleillé. Zone ombragée
CHA_e1	non	18/07/2012	6,89	16,6	0,64	Prélevé à 3 m de l'entrée d'une source, dans la zone la plus profondeur et la plus claire.
CHA_e2	non	18/07/2012	8,9	23	0,64	Eau claire comprenant des particules organiques et des organismes vivants.
CHA_e3	non	18/07/2012	8,24	25,4	0,67	Eau claire prélevée à proximité d'un tuyau de pompage. Pas d'odeur, quelques particules organiques dans l'eau.
CHA_e4	non	18/07/2012	8,77	28,6	0,51	Eau claire comprenant beaucoup de mousse et d'organismes vivants (petits poissons, grenouilles etc.)
CHA_S39_e1	oui	24/09/2012	7,73	17,4	0,71	Pas de sédiments. Eau claire, sans odeur
CHA_S39_e2	non	24/09/2012	7,5	18,5	0,16	Eau claire, sans odeur ni particules en suspension
CHA_S39_e3	non	24/09/2012	7,48	18,9	0,78	Eau claire, verdâtre, odeur de matières fécales, particules en suspension.
CHA_S39_e4	oui	24/09/2012	8,3	19,1	0,59	Eau claire, sans odeurs. Particules en suspension.
CHA_S39_e5	non	24/09/2012	-	-	-	
CHA_S39_e6	non	25/09/2012	7,84	17,4	0,52	Eau claire. Flaques présentant des dépôts rouges (fer?). Pluies intermittentes.
CHA_S39_e7	non	25/09/2012	8,12	16,3	0,43	Eau claire, sans odeur. Pluies intermittentes.
CHA_S39_e8	oui	25/09/2012	7,93	14,8	0,48	
CHA_S39_e9	oui	25/09/2012	-	16,2	0,81	Eau bleu-verdâtre, sans odeur, avec particules en suspension. Irisation orangée en sortie de galerie. Pluies fortes par intermittence.
CHA_S39_e10	oui	25/09/2012	4,62	16,2	0,67	Eau claire, sans odeur. Elle creuse un canal dans la roche, recouvert d'une pellicule blanchâtre. Avant atteinte du cours d'eau, formation d'un travertin. Pluies intermittentes.
CHA_S39_e11	non	25/09/2012	-	-	-	Eau jaune clair, sans odeur. Flux important.
CHA_S40_e1	oui	01/10/2012	7,71	14,5	0,57	
CHA_S40_e2	oui	01/10/2012	8,27	17	0,53	Ensoleillé, un peu de vent. Eau claire
CHA_S40_e3	oui	02/10/2012	8,44	16	0,54	Ensoleillé, un peu de vent. Eau claire
CHA_S40_e4	oui	02/10/2012	7,75	16,2	0,1	Ensoleillé, pas de vent. Eau claire, stagnante.
CHA_S40_e5	oui	02/10/2012	6,85	16,4	0,14	Eau claire, sans odeur.
CHA_S40_e6	oui	02/10/2012	7,7	16,2	0,63	Eau claire, sans odeur.
CHA_S40_e7	non	03/10/2012	8,29	12,3	0,47	Eau marron-beige, sans odeur avec particules en suspension. Mousse blanche en surface. Beaucoup de déchets.
St_e1_HE	oui	05/03/2013	8,24	5,6	0,44	Eau claire, sans odeur. Peu de sédiments.
CHA_e2_HE	oui	05/03/2013	7,69	7,8	0,38	Eau claire, sans odeur, pas de sédiment.
CHA_e3_HE	oui	05/03/2013	7,38	9,3	0,51	Eau claire, sans odeur.

ID prélèvement	Avec échantillon filtré	Date	pH	Temp. (°C)	Cond. (mS/cm)	Remarques
CHA_e4_HE	oui	04/03/2013	8,27	10	0,38	Beaucoup de mousse brune sur les cailloux. Pas de sédiment. Eau claire, sans odeur.
CHA_e7_HE	oui	04/03/2013	8,4	10,5	0,37	Beaucoup de mousse dans le fond. Flux important. Eau claire, sans odeur.
CHA_e8_HE	oui	04/03/2013	6,8	6,5	0,05	Eau claire, sans odeur, avec quelques particules en suspension.
CHA_e9_HE	oui	04/03/2013	6,91	7,5	0,23	Eau claire, sans odeur.
CHA_e10_HE	oui	04/03/2013	7,25	9	0,26	Eau claire, sans odeur.
CHA_e11_HE	oui	04/03/2013	7,37	10,3	0,27	Eau claire, odeur d'égouts.
CHA_e12_HE	oui	04/03/2013	8,16	8,9	0,41	Eau limpide sans odeur, peu profonde, sans sédiments.
CHA_e13_HE	oui	04/03/2013	6,25	4,5	0,06	Eau claire, sans odeur. Présence d'une concrétion orange.
CHA_e14_HE	oui	04/03/2013	2,79	8,3	0,72	Eau claire en surface, trouble dans les zones stagnantes. Dans le fond, feuilles englobées dans des résidus orange, blanchâtres ou verdâtres.
CHA_e16_HE	oui	04/03/2013	8,07	8,7	0,39	Eau claire, sans odeur.
SJSA_J_e1_HE	oui	04/03/2013	6,85	9,4	0,12	Eau claire, pas d'odeur, ni de mousse, ni d'irisations. Quelques particules en suspension.
Lixi_1_HE	oui	04/03/2013	-	-	-	Drainage minier acide du "terril de Pansier". Irisation bleutée. Lixiviat clair mais laisse une trace orangée.
FLA_e1	non	20/07/2012	7,3	16	0,85	Eau d'arrosage du potager. Provient d'une source souterraine.

Tableau h: Synthèse des fiches descriptives des prélèvements d'eaux de surface par GEODERIS

ID prélèvement	Date	Couleur	Odeur	Remarques
CHA_SE1	17/07/2012	Brun	Néant	Sédiment sableux, moyennement humide. Ensoleillé (30°C environ), zone ombragée en bordure de chemin. Pas d'eau. Niton: 87ppm de Pb, 97ppm de Zn, 72ppm d'As, 36ppm de Cd.
CHA_SE2	18/07/2012	Brun	Néant	Granulométrie fine. Prélevé pour partie dans l'eau et pour partie dans la galerie
CHA_SE3	18/07/2012	Gris foncé	Néant	Granulométrie moyennement fine, peu argileuse.
CHA_SE4	18/07/2012	Gris-noir	Néant	
CHA_SE5	18/07/2012	Gris	Néant	Sableux, avec racines.
CHA_SE10_HE	04/03/2013	Gris-beige	Néant	Très humide, mm (sable)
VEY-Se1	16/07/2012	Noir-brun-bleu	Aromatique	Ensoleillé. Zone ombragée. Peu de sédiments, beaucoup de matières organiques. Sédiment noir dans le fond, brun dans les zones moins profondes. Echantillon composite sur environ 50 m vers l'aval.
VEY-Se2	16/07/2012	Gris	Néant	
OUV_SE1	16/07/2012	Gris	Néant	Sédiment très fin.
OUV_SE1_HE	05/03/2013	Gris à brun	Néant	Sédiment déposé dans les zones calmes. Humide.< mm.
OUV_SE2	25/09/2012	Verdâtre	Néant	Pluies intermittentes
OUV_SE3_HE	04/03/2013	Brun à gris	Néant	Très humide, <mm
OUV_SE4	25/09/2012	Noir à brun	Odeur moyenne de marée.	Sédiment <mm, très humide.
OUV_SE5	18/07/2012	Noir	Pourriture	Bordure Ouvèze, beaucoup de mousse.
OUV_SE5_HE	04/03/2013	Marron foncé	Néant	Très humide, <mm
OUV_SE6	01/10/2012	Marron	Néant	Humide, <mm
OUV_SE6_HE	04/03/2013	Marron grisâtre	Néant	Très humide, < mm. Peu de sédiment
OUV_SE7	02/10/2012	Brun et noir	Néant	Brun en surface puis noir.
OUV_SE7_HE	04/03/2013	Marron à gris-noir	Néant	Très peu de sédiment, très humide, beaucoup de mousse. Rejet d'eaux usées possible à proximité de la zone de prélèvement. <mm

Tableau i: Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de sédiments par GEODERIS

ID prélèvement	Date	Type de végétaux	Remarques
CHA_S40_VE1	01/10/2012	Herbes de prairie	Echantillon composite dans un champ non cultivé

Tableau j: Synthèse des fiches descriptives des prélèvements de végétaux par GEODERIS

Identifiant	Profondeur de prélèvement	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
Prélèvements du 17 juillet 2012			
CHA_SO10	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) 0 à 15 cm (prélèvement avec pioche en raison de la présence de racines ; composite de 3 points en triangle (3 m sur 1.5 m sur 1.5 m)	Terre brune sèche du champ d'herbes d'une quinzaine de cm, avec quelques trèfles, zone située en contrebas du dépôt majeur, côté sud- ouest	Référence INERIS 12AV096 pour 0 à 15 cm
CHA_SO11	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) 0 à 15 cm (prélèvement avec pioche en raison de la présence de racines) ;	Terre brune sèche du champ d'herbes d'une quinzaine de cm, avec quelques trèfles, zone située en contrebas du dépôt majeur, côté sud- ouest	
CHA_SO12 (également P1 Herbe)	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) 0 à 15 cm, composite de la zone	Terre plus marron et sableuse que les points 10 et 11, dans zone sans végétation avec odeur de type hydrocarbures (zone d'une surface de l'ordre de 7 m sur 7 m), en contrebas du dépôt majeur, côté sud- ouest	
CHA_SO13 (en lien avec P3_herbe)	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) 0 à 15 cm (prélèvement avec pioche en raison de la présence de racines) ; composite de 4 points, sommets d'un triangle et point central (pris coordonnées GPS des 3 sommets)	Terre brune sèche du champ d'herbes d'une quinzaine de cm, avec quelques trèfles, zone située en contrebas du dépôt majeur, côté sud-est, en bordure arbres avec mirabelles sauvages et mûres sauvages ; passage d'un coureur remontant le long du tas de résidus majeur ; « bouffées » avec odeurs de type hydrocarbures dans l'air	Même emplacement que le point NITON dont le central NITON n°13
Prélèvements du 18 juillet 2012			
CHA_SO_J1	de 0 à 30 cm	Terre de jardin, dans une rangée sans légumes (très peu de légumes disponibles, raison pour laquelle aucun prélèvement de végétaux n'y a été réalisé) ; utilisation de fumier de brebis, propriétaire de son jardin depuis 30 ans, jardin arrosé avec de l'eau du cours d'eau ; le propriétaire a mentionné qu'il y a plus de 40 ans, les arrosoirs servant à arroser le jardin avec de l'eau du cours d'eau étaient percés	
St_J_SO1_H	de 0 à 30 cm	Terre de jardin dans le parterre avec salade en bordure de la maison de Monsieur Souche ; propriétaire depuis 1972.	
St_J_SO1_M	de 0 à 30 cm, composite dans la parcelle	Terre de jardin dans la parcelle de pomme de terre de Monsieur S. ; utilisation de fumier de mouton de Saint-Cyr-des-Micheaux, de la Serre ; il a toujours arrosé avec de l'eau du cours d'eau situé en contrebas	Référence INERIS 12AV078

Identifiant	Profondeur de prélèvement	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
Prélèvements du 18 juillet 2012			
St_J_SO1_B	De 0 à 30 cm, composite dans la parcelle	Terre de jardin de la parcelle du bas avec de nombreux légumes, cette parcelle n'a jamais été inondée par le cours d'eau	Référence INERIS 12AV080
St_J_SO2	De 0 à 30 cm	En plein milieu du jardin où des légumes venaient juste d'être enlevés, terre brune de jardin avec fumier, absence de tuyau pompant de l'eau dans le cours d'eau	
CHA_SO15	De 0 à 2 à 10 cm, Composite de deux points séparés de 20 m	Remblais (odeur de terre)	
CHA_SO16	De 0 à 2 à 10 cm, Composite de deux points séparés de 2 m	De 0 à 2 cm : terre brune légèrement sableuse ; de 0 à 10 cm, terre brune, ocre avec plus de graviers	Proche du point NITON
CHA_SO17	De 10 à 15 cm	Terre ocre, un peu sableuse (mélange avec la zone plus jaune)	
CHA_SO18	De 0 à 2 à 10 cm ; composite de trois points, dans un triangle entourant le banc	De 0 à 2 cm : sol sableux brun clair, peu de terre végétale, quelques gravillons.	
CHA_SO19	De 2 à 5 cm	Sol argileux de couleur ardoise, sous 2 cm de terre végétale, sans odeur, à proximité du tas ocre argileux	
CHA_SO20	De 5 à 10 cm	Sol argileux de couleur ardoise, passées plus claires et d'autres plus foncées, avec odeurs de type hydrocarbures	
CHA_SO21	De 0 à 2 cm	Sable blanc très fin, avec horizon induré en surface, très fin	
Prélèvements du 19 juillet 2012			
CHA_SO_J2	De 0 à 30 cm	Terre du jardin de Monsieur P.	
CHA_SO51	De 0 à 2 cm	Terre marron avec quelques graviers et cailloux à un mètre du muret en bordure du cours d'eau (Lagau)	Même emplacement que le NITON n°29
CHA_SO52	De 0 à 2 et de 0 à 10 cm, composite de 2 points	Au droit du tas de résidus, côté cours d'eau ; de 0 à 2 cm : sable très fin ocre, à 2 cm début d'une passée argileuse verdâtre ; de 0 à 10 cm : plus de passées argileuses et de sable très fin ocre. Traces de passages de vélo et motos	Proche des points NITON n°37 et 38. Réf ; INERIS 12AV069 (de 0 à 2 cm ; 12AV077 de 0 à 10 cm)
CHA_SO53	De 0 à 2 cm	Sable très fin ocre, sur le replat central du tas de résidus	

Identifiant	Profondeur de prélèvement	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
Prélèvements du 19 juillet 2012			
CHA_SO_J54	De 0 à 30 cm	Terre végétale du jardin en bordure du muret, proche de la rangée de poireaux, correspondant à la terrasse n°1 ; jardin arrosé avec de l'eau d'une source captée en altitude via un tuyau long de 600 m ; utilisation de fumier de Lama ; il possède plusieurs Lama broutant dans les prairies sous sa maison depuis 3 ans et avant peut être utilisation d'engrais ? de sang séché ?	
CHA_SO_P55	De 0 à 2 cm et de 2 à 10 cm	Sol de la prairie, zone située dans la 4ème terrasse sous la maison, juste après le poteau électrique, à un mètre de la clôture	
CHA_SO_P56	De 0 à 2 cm et de 2 à 10 cm	Sol de prairie, zone située dans la 5ème terrasse sous la maison, dans la partie non boisée	
CHA_SO57	De 0 à 2 cm et de 0 à 10 cm	Terre végétale brune non sableuse, juste devant muret dans virage, devant les bassins, une vieille personne avec un jeune enfant étaient assis sur muret	
CHA_SO58a CHA_SO58b	De 0 à 2 cm, composite de deux points séparés de 5 m	Terre marron clair avec un peu de sable fin (altération du massif affleurant à proximité), le long du chemin à l'est de la zone avec les roseaux	2 analyses sur même échantillon
CHA_SO59	De 0 à 2 cm De 0 à 10 cm, composite de 2 points séparés de 1 m	Sol limoneux brun clair, mais limoneux en profondeur, proche du coin du dernier bassin, en face du muret le long du Lagau	
Prélèvements du 20 juillet 2012			
FLA_SO10	De 0 à 2 cm De 2 à 10 cm, composite de 2 points séparés de 2 m	Terre végétale en bordure du chemin dans le talus à 3 m, chemin situé au-dessus de la maison avec la galerie	
FLA_SO01	De 0 à 2 cm	Devant la terrasse nord et est de la maison (sous 2 cm : présence de remblais, de graviers, de cailloux, de ciment)	
FLA_SO02	De 0 à 2 De 0 à 10 cm, composite de 2 points (l'un proche du coin de la ruine de l'ancienne usine de minium et l'autre de l'autre côté du chemin après les ruines à 2 m du mur)	De 0 à 2 : terre marron, un peu sableuse ; de 0 à 10 cm, quelques petites passées de blocs de couleur ocre rouille avec sable très fin	
Prélèvements du 20 juillet 2012			
FLA_SO11	De 0 à 2 cm	Terre marron, au bord du chemin dans la forêt, partant du virage avec parking (383 sur carte topo)	
FLA_SO12	De 0 à 2 cm et de 2 à 10 cm	Terre marron, juste sous le figuier dans la prairie juste au-dessus du jardin, soit la première terrasse sous la route ; 2 à 10 cm, terre plus ocre rouille avec sable très fin ; locataire	

		Monsieur J. C.	
Identifiant	Profondeur de prélèvement	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
Prélèvements du 20 juillet 2012			
FLA_SO_J1	De 0 à 30 cm	Terre végétale du jardin, au droit d'un parterre à nu entre les haricots et devant les salades (absence de légumes en quantité suffisante n'ayant pas conduit à leur prélèvement) ; arrosage avec de l'eau de la source captée sous la route qui a fait l'objet d'un prélèvement	
Identifiant	Localisation	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sédiments			
SJSA_J_SE1 (INERIS : St-J_se_1)	Dépôt en bordure du cours d'eau, très fin et quelques gravillons	Présence d'enfants dans l'eau juste à proximité ainsi que d'adultes ayant installé leur transat dans l'eau. D'après Monsieur S. (propriété à proximité et jardin en terrasse jusqu'au cours d'eau), les enfants se laissent glisser sur le fond du cours d'eau et sont donc en contact avec les sédiments	

Identifiant		Types de végétaux	Eléments descriptifs	Remarques
GEODERIS	INERIS			
Prélèvements de végétaux				
Prélèvements du 18 juillet 2012				
St_J_VE_J1	ST_J_VE_J1_H	2 laitues	Dans le parterre avec salade en bordure de la maison de Monsieur S.	
	ST_J_VE_J1_M	5 pommes de terre (sac GEODERIS (4 pommes de terre pour le sac INERIS)		Référence INERIS 12AV93
	ST_J_VE_J1_B	6 blettes, 6 carottes, 1 choux vert, 1 aubergine blanche		
Prélèvements du 19 juillet 2012				
CHA_VE_P1	Herbes de prairie	Dans la prairie en contrebas du dépôt majeur, au SW, prélèvement d'herbes sur une zone d'1 m, en bordure de la zone non végétalisée (cf. CHA-SO12)		
CHA_VE_P2	Herbes de prairies	Prélèvement dans la prairie, dans la zone composite des 3 points de prélèvements de sol en triangle		Réf. INERIS 12AV071
CHA_VE_P3 (herbes)	Herbes de prairie	Dans la prairie en contrebas du dépôt majeur, au sud-est, prélèvement d'herbe dans la zone proche des arbres avec des mirabelles sauvages et du point composite CHA-SO13		Référence INERIS 12AV073
Prélèvements du 19 juillet 2012				
CHA_VE_P3	Mirabelles sauvages	Dans la prairie en contrebas du dépôt majeur, au sud-est, et dans la zone du		Réf.INERIS

(mirabelles)		prélèvement de sols CHA_SO13.	12AV075
Identifiant	Types de végétaux	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de végétaux			
Prélèvements du 19 juillet 2012			
CHA_VE_J2	Carottes, blettes, pommes de terre déjà ramassées par le propriétaire	Jardin de Monsieur P., jardin depuis 1970, avec fumier de brebis ; jardin arrosé avec l'eau du Lagau en contrebas	
CHA_VE_P5	Herbes de prairie	Propriété de Monsieur X. située au nord du dépôt majeur ; herbes prélevées dans la 5ème terrasse en contrebas de la maison (cf. CHA-SO56 pour le sol)	
Identifiant	Localisation	Eléments descriptifs	Remarques
	Prélèvements d'eau		
	Prélèvements du 18 juillet 2012		
SJSA_e1	Eau dans le cours d'eau	Caractéristiques reprises dans le tableau général des résultats (pH, …)	
CHA_e51	Eau dans le bac recueillant l'eau pour l'arrosage du jardin (CHA-SO-J-1)	Caractéristiques reprises dans le tableau général des résultats (pH, …)	

Tableau k : Description des échantillons prélevés par l'INERIS (extraction du rapport INERIS (2013) DRC-12-130683-13821B)

Annexe 7

Résultats analytiques bruts des échantillons de sols et de résidus

Tableau l : Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** (Chaliac-dépôts et laverie et Chaliac-Filon Juliette) et **FLAVIAC** pour les **métaux et métalloïdes**.....45

Tableau m : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** (Chaliac-dépôts et laverie et Chaliac-Filon Juliette), **FLAVIAC** et de l'**OUVEZE** pour les **métaux et métalloïdes**.....46

Tableau n : Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les **HAP et les HCT** 47

Tableau o : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les **HAP et les HCT** 47

Tableau p : Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les caractéristiques **physico-chimiques** et la **granulométrie** 48

Tableau q : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les caractéristiques **physico-chimiques** et la **granulométrie** 49

Les Tableau n et Tableau o indiquent uniquement les échantillons pour lesquels des analyses de HCT et/ou HAP ont été effectuées.

Les données en bleu correspondent aux résultats des environnements locaux témoins.
Les « * » indiquent que les éléments n'ont pas ou pu être analysés.

Localisation	Type d'élément analysé		Métaux et métalloïdes																						
	Elément analysé		Al	Sb	Ag	As	Ba	Be	B	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Fe	Mn	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Ti	W	V	Zn
	Unités		mg/kg MS																						
	Incertitude		13%	24%	12%	12%	23%	23%	10%	21%	12%	24%	13%	24%	26%	23%	24%	24%	12%	13%	23%	24%	15%	24%	12%
	LQ		5	5	5	5	0,5	0,5	5	0,4	1	1	1	2	3	1	0,05	2	1	5	5	5	2	0,5	1
CHALIAC – dépôts et laveries																									
Bassins de décantation	CHA_SO26	2-10 cm	2900	650	59	390	270	0,56	<5	6,9	6,3	6,6	340	<5	33000	740	8	<2	14	22000	17	32	19	7,5	2000
	CHA_SO27	gris	6200	210	11	53	190	0,59	14	16	11	7,9	380	<5	16000	470	2,3	<2	26	4300	480	15	<2	14	3600
	CHA_SO27	orange	4700	6600	310	1600	130	<0,5	8,3	20	10	3,3	1800	7,3	79000	130	53	3,4	12	36000	100	24	<2	21	5000
	CHA_SO28	0-100 cm	5500	3300	180	1200	160	0,65	5,1	11	15	3,2	1300	<5	140000	96	29	2,9	14	41000	80	29	3,7	21	3900
	CHA_SO29	2-10 cm	3000	5300	220	2100	92	<0,5	<5	8,8	7,7	2,4	1500	6,2	110000	48	39	3,7	11	36000	33	25	2,8	30	3100
	CHA_SO52	0-2 cm	2100	2400	140	680	260	<0,5	<5	5,1	<5	<2	600	<5	54000	34	16	2,4	<5	40000	21	17	11	8,4	1700
	CHA_SO52	2-10 cm	2500	2400	150	700	210	<0,5	<5	4,8	<5	<2	550	<5	52000	27	18	2,4	<5	44000	30	15	7,4	8,3	1600
	CHA_SO53	0-2 cm	1600	2800	83	430	380	<0,5	2,7	11	<5	<2	650	<5	33000	24	19	<2	<5	30000	15	19	<2	6	2700
	CHA_SO51	0-2 cm	11000	2500	110	6700	65	73	56	110	1,7	10	40	<5	19	26000	0,5	1800	<2	12	<5	250	22	100	3,8
Terril de Pansier	CHA_SO01	0-2 cm	1900	3000	140	1100	74	<0,5	<5	22	4,3	3	760	<5	31000	29	31	2,8	11	37000	35	17	7,8	7,6	4700
	CHA_SO01	2-10 cm	2600	3000	180	1600	69	<0,5	<5	15	6	3,4	1600	6	86000	28	42	3,4	16	36000	29	27	8	13	4000
	CHA_SO0	0-2 cm	840	320	29	110	200	<0,5	<5	0,59	2,4	<2	270	<5	6900	18	4,5	<2	3,4	14000	<5	16	5,8	2,7	260
	CHA_SO03	0-100 cm	880	390	43	150	140	<0,5	<5	0,64	2	<2	160	<5	9100	28	9,6	<2	3,3	20000	7,1	19	7,6	2,9	320
	CHA_SO04	0-2 cm	670	340	28	110	140	<0,5	<5	0,64	<2	<2	120	<5	6500	12	13	<2	<3	16000	<5	14	4,5	2,1	290
	CHA_SO05	0-2 cm	630	640	54	180	290	<0,5	<5	3	<2	<2	270	<5	10000	5,8	13	<2	<3	22000	7,8	11	5,6	2,9	740
	CHA_SO05	2-10 cm	520	770	69	300	180	<0,5	<5	2,1	<2	<2	460	<5	20000	6,3	24	<2	<3	23000	6	6,2	4,3	3	860
	CHA_SO06	0-2 cm	690	1600	73	270	110	<0,5	<5	4,9	<2	<2	460	<5	9200	11	20	<2	<3	31000	11	9,9	13	2,1	1200
	CHA_SO06	0-100 cm	640	1600	75	260	110	<0,5	<5	4,2	<2	<2	660	<5	10000	<5	23	<2	3,1	21000	6,7	8,9	4,4	<2	1200
	CHA_SO07	0-2 cm	840	860	61	240	210	<0,5	<5	29	<2	<2	260	<5	10000	7,9	25	<2	3,8	38000	22	15	7,1	<2	6300
	CHA_SO07	2-10 cm	740	1700	100	530	210	<0,5	<5	13	2,2	<2	500	<5	19000	6,5	29	<2	4,5	39000	15	20	6,1	2,3	3100
	CHA_SO08	0-2 cm	2000	520	41	170	360	<0,5	<5	3,5	3,9	<2	270	<5	10000	58	6,7	<2	6,4	24000	11	48	<2	4,8	1600
	CHA_SO08	0-80 cm	2600	900	78	170	120	<0,5	<5	64	6,2	5,9	1400	<5	12000	15	14	<2	24	37000	8	45	6,5	4,8	5300
	CHA_SO08	0-100 cm	1600	780	82	240	330	<0,5	<5	5,3	4,1	<2	290	<5	14000	27	20	<2	5	30000	15	49	6,5	5,7	1200
	CHA_SO09	0-2 cm	1300	450	40	130	430	<0,5	<5	2,8	2,5	<2	150	<5	7800	45	8,7	<2	3,2	11000	6,2	33	<2	4	720
	CHA_SO09a	2-10 cm	1000	540	49	160	330	<0,5	<5	1,6	2,1	<2	190	<5	8100	13	12	<2	3,4	20000	8,2	24	5,9	2,9	660
	CHA_SO09b	2-10 cm	960	580	43	200	300	<0,5	<5	0,66	2,3	<2	230	<5	12000	10	14	<2	2,6	16000	5,2	28	2,2	3,4	450
Résidus de la petite laverie	CHA_Re1	0-2 cm	9800	140	<5	64	190	4,8	14	37	51	130	150	<5	29000	6300	1,5	<2	290	3000	220	16	<2	11	26000
	CHA_Re2	0-2 cm	7600	720	39	250	400	2,4	8,6	15	11	23	770	<5	33000	17000	5,6	<2	110	16000	90	59	9,4	11	14000
Plateforme	CHA_SO16	0-2 cm	2200	630	64	360	260	0,64	<5	7,3	4,4	4,3	470	<5	28000	470	9,3	<2	17	37000	8,7	29	5,9	5,1	3100
	CHA_SO16	2-10 cm	2600	560	47	250	260	0,93	<5	25	4,5	9,3	560	<5	27000	1400	12	<2	33	21000	6,4	27	8,7	4,6	7100
	CHA_SO17	10-15 cm	3900	730	47	1100	320	<0,5	<5	4,7	9,3	3,5	320	<5	79000	150	7,8	2,1	8,7	22000	19	93	8,7	19	1300
Dépôts de la petite laverie	CHA_SO1	0-2 cm	9300	27	<5	36	170	0,73	7,3	1,9	18	6,7	42	6,5	19000	400	0,32	<2	21	950	210	350	4,5	23	370
	CHA_SO15	2-10 cm	2900	560	46	270	240	0,93	<5	17	5,8	8,7	670	<5	29000	1100	9,5	<2	33	27000	6,7	35	9,3	5,7	5900
Résidus de la grande laverie	CHA_SO18	0-2 cm	5700	550	52	180	500	0,67	<5	15	15	8	550	<5	21000	450	12	<2	23	19000	33	160	3,1	13	3700
	CHA_SO18	2-10 cm	4300	710	73	260	530	0,59	<5	17	8	7,3	770	<5	23000	270	20	<2	17	25000	31	120	33	9,3	4300
	CHA_SO19	2-5 cm	2800	2000	250	430	270	<0,5	<5	11	6,2	<2	590	<5	23000	15	39	2,4	4,3	57000	41	45	5,5	8,7	3200
	CHA_SO20	5-10 cm	3800	1900	230	280	170	<0,5	<5	87	7,3	8,7	3900	<5	16000	12	46	2,5	35	56000	27	49	5,7	6,5	15000
	CHA_SO21	0-2 cm	2900	590	53	150	410	<0,5	<5	20	5,4	3	650	<5	13000	73	8,8	<2	11	44000	33	46	7,3	5,7	3300
	CHA_SO30	0-2 cm	1400	510	59	150	260	<0,5	<5	13	<5	8,4	620	<5	16000	1100	3,8	<2	20	21000	5,6	9,8	30	3,1	3500
	CHA_SO30	2-10 cm	1900	500	69	270	350	0,51	<5	14	<5	10	470	<5	19000	1100	5,9	<2	24	19000	5,9	12	36	4,3	4200
	CHA_SO76	2-10 cm	3000	290	11	280	530	<0,4	<5	1,2	6	<2	74	16	26000	150	2,6	<2	5,5	4100	9,9	56	<2	8,9	260
Minimum			520	27	11	36	65	0,5	2,7	0,6	1,7	2,4	40	6	19	5,8	0,3	2,1	2,6	12	5,2	6,2	2,2	2,1	3,8
Médiane			2500	710	64	260	240	0,7	8,5	11	6	7	470	6,5	19000	46,5	13	2,8	12	23000	16	27	6,8	6	3100
Maximum			11000	6600	310	6700	530	73	56	110	51	130	3900	16	140000	26000	53	1800	290	57000	480	350	36	100	26000
CHALIAC – Filon Juliette																									
Résidus concrétion	SJSA_RES1	0-2 cm	1500	320	<5	6100	15	<0,4	<5	<0,4	14	<2	7,7	<5	440000	210	*	5,8	4,1	140	<5	51	4	58	48
	SJSA_RES2	0-2 cm	150	530	<5	16000	<5	<0,4	<5	<0,4	13	<2	<3	<5	490000	6,8	*	9,1	<3	400	<5	<5	5,3	73	16
FLAVIAC																									
Dépôt	FLA_SO03	0-2 cm	7500	65	<5	400	300	2,1	<5	<0,4	13	5,3	26	<5	74000	320	1,7	10	29	410	19	61	5	23	260
	FLA_SO03	2-10 cm	8300	68	<5	380	690	2,3	<5	<0,4	13	6,6	23	<5	60000	450	2,4	5,6	30	300	20	49	3	21	240

*Tableau I: Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** (Chaliac-dépôts et laverie et Chaliac-Filon Juliette) et **FLAVIAC** pour les **métaux et métalloïdes***

Localisation	Types d'éléments analysés		Métaux et métalloïdes																					
	Eléments analysés		Al	Sb	Ag	As	Ba	Be	B	Cd	Cr	Co	Cu	Sn	Fe	Mn	Hg	Mo	Ni	Pb	Sr	Ti	W	V	Zn
	Unités		Mg/kg MS																					
	Incertitudes		13%	24%	12%	12%	23%	23%	10%	21%	12%	24%	13%	24%	26%	23%	24%	24%	12%	13%	23%	24%	15%	24%	12%
	LQ		5	5	5	5	0,5	0,5	5	0,4	1	1	1	2	3	1	0,05	2	1	5	5	5	2	0,5	1
CHALIAC – dépôts et laveries																									
ELT	CHA_SO_P55	0-2 cm	6800	12	<5	88	71	1,7	9,3	1,8	16	7,8	47	<5	17000	760	0,19	<2	28	130	110	78	2,4	15	330
	CHA_SO_P55	2-10 cm	4900	19	<5	80	52	1,5	7,9	1,3	9,8	6,1	38	<5	15000	650	0,2	<2	22	110	110	56	<2	12	270
	CHA_S40_SO1	0-2 cm	5600	<5	<5	6,7	56	0,51	17	<0,4	11	4,3	9,6	<5	15000	200	<0,05	<2	19	38	610	18	<2	13	16
	CHA_SO13	2-15 cm	15000	9,6	<5	74	100	0,98	7,7	<0,4	31	9,7	33	<5	24000	380	0,2	<2	28	210	78	130	2,8	33	130
	CHA_SO13	0-2 cm	11000	9,3	<5	40	75	0,72	7,5	<0,4	21	7	26	<5	18000	310	0,24	<2	22	220	94	100	2,1	23	89
Sol E Terril de Pansier	CHA_SO75	0-2 cm	13000	15	<5	160	87	0,9	<5	15	23	11	31	<5	24000	580	1,4	<2	26	180	7,4	230	<2	26	590
Champs SW terril de Pansier	CHA_S40_SO2	0-2 cm	16000	25	<5	35	100	1,1	11	0,94	28	9,7	57	<5	28000	490	0,09	<2	26	1100	60	230	<2	31	240
	CHA_S40_SO2	2-10 cm	17000	24	<5	36	110	1,1	10	0,88	27	10	60	<5	29000	510	0,12	<2	27	1200	90	200	<2	31	240
Marnes E terril de Pansier	CHA_SO02	0-2 cm	4800	11	<5	10	53	<0,5	8,4	<0,4	7,6	4,2	7	<5	12000	190	0,11	<2	16	210	280	7,6	<2	8,6	46
	CHA_SO14	0-2 cm	3700	16	<5	11	98	<0,5	8,6	<0,5	6,2	4,5	14	<5	12000	200	0,33	<2	19	390	330	6,6	<2	7,2	33
Champs S	CHA_SO10	2-15 cm	18000	29	<5	74	140	1,2	8,5	1,5	34	11	65	<5	22000	580	0,4	<2	30	600	27	110	3,2	36	340
	CHA_SO10	0-2 cm	17000	13	<5	70	110	1,1	9,3	0,51	32	12	33	<5	21000	630	0,2	<2	28	300	29	150	3,9	34	170
	CHA_SO11	2-15 cm	17000	12	<5	83	110	1,2	7,7	0,59	35	11	37	<5	24000	570	0,21	<2	30	250	29	130	2,1	36	170
	CHA_SO11	0-2 cm	14000	15	<5	71	110	1,1	7,4	0,43	30	10	33	<5	19000	530	0,24	<2	24	850	28	120	<2	30	160
	CHA_SO12	2-15 cm	9500	230	17	130	330	0,78	<5	1,2	22	5,3	110	<5	17000	260	6	1,2	14	6600	9,2	160	2,9	22	380
	CHA_SO12	0-2 cm	10000	190	17	120	370	0,72	<5	1,3	24	5,1	89	<5	17000	280	4,8	<2	14	6100	8,4	140	2,8	26	360
Champs N	CHA_SO25	0-2 cm	5100	29	<5	43	71	0,79	10	1,4	9,4	5,7	28	<5	12000	580	0,37	<2	20	510	240	29	3,9	11	310
	CHA_SO25	2-10 cm	4600	55	<5	58	100	0,66	9,7	1,6	8,6	5,3	39	<5	13000	570	0,8	<2	19	1000	240	31	3,4	11	320
	CHA_SO_P56	0-2 cm	3400	<5	<5	16	29	0,62	9,1	0,41	7,6	4,2	26	<5	9300	320	0,1	<2	17	110	450	19	<2	8,8	66
	CHA_SO_P56	2-10 cm	3900	<5	<5	15	27	0,63	9,6	0,95	9,9	4,1	26	<5	9700	310	0,08	<2	17	93	410	21	<2	9,6	58
Jardin N terril (n°3)	CHA_SO_J54	0-30 cm	7000	18	<5	99	170	2,3	11	2,3	14	9,3	75	5,2	19000	1100	0,4	<2	36	270	86	110	3,1	15	450
Jardin S Chaliac (n°2)	CHA_SO_J2	0-30 cm	8400	11	<5	20	160	0,74	18	2,2	22	6,2	140	<5	20000	410	0,18	<2	22	300	320	120	3	20	460
Jardin E bassins (n°5)	CHA_SO_J1	0-30 cm	8000	9,5	<5	41	150	0,62	<5	6,1	23	6,2	61	38	19000	550	0,23	<2	25	310	52	180	5,4	17	1500
Chemin entre grande laverie et bassins	CHA_SO57	0-2 cm	7000	190	12	90	370	0,67	<5	11	13	8,1	140	<5	18000	390	2,7	<2	21	5400	170	120	5,8	17	2100
	CHA_SO57	2-10 cm	7200	290	19	100	430	0,73	<5	10	14	8,8	260	<5	19000	440	4	<2	23	6200	130	120	9,3	17	2400
	CHA_SO59	0-2 cm	8500	19	<5	15	56	0,56	13	1,1	16	6	28	<5	15000	290	1,3	<2	18	400	240	73	2,6	18	280
	CHA_SO59	2-10 cm	7100	9,6	<5	10	49	<5	<50	0,44	14	5,6	23	<5	15000	270	0,071	<5	20	310	290	25	<5	15	140
Marnes N petite laverie	CHA_SO58	0-2 cm	4300	200	8,9	52	350	<0,5	8,8	6,8	7,4	4,9	130	<5	14000	250	2,6	<2	17	4800	300	15	3,5	8,4	1400
	CHA_SO58	0-2 cm	2700	270	18	47	140	<5	<50	7,3	<5	<5	140	<5	10000	180	1,8	<5	14	8900	250	12	<5	6	910
Minimum			2700	9	8,9	7	27	0,5	7,4	0,4	6,2	4,1	7	5,2	9300	180	0,1	1,2	14,0	38	7,4	6,6	2,1	6,0	16,0
Médiane			7200	19	17,0	52	100	0,8	9,3	1,4	16,0	6,2	38	21,6	17000	410	0,2	1,2	22,0	310	110,0	110,0	3,1	17,0	280,0
Maximum			18000	290	19,0	160	430	2,3	18,0	15,0	35,0	12,0	260	38,0	29000	1100	6,0	1,2	36,0	8900	610,0	230,0	9,3	36,0	2400,0
CHALIAC – Filon Juliette																									
Jardin S (n°1)	St_J_SO_J1_B	0-30 cm	7000	<5	<5	16	65	0,61	8,4	<0,4	20	2,3	77	<5	11000	240	0,11	<2	14	29	99	140	2,4	16	79
	St_J_SO_J1_M	0-30 cm	8600	<5	<5	15	55	0,65	5,3	<0,4	20	3,1	70	<5	12000	290	0,17	<2	15	37	82	130	6	17	71
	St_J_SO_J1_H	0-30 cm	8400	<5	<5	18	120	0,7	13	0,52	20	4,1	54	<5	13000	360	0,24	<2	16	110	120	310	3,1	17	160
	St_J_SO_J2	0-30 cm	7800	<5	<5	21	75	0,71	8,8	<0,4	17	3,1	17	<5	13000	270	0,13	<2	17	29	130	170	2,5	16	99
Minimum			0-30 cm			15,0	55,0	0,6	5,3	0,5	17,0	2,3	17,0		11000	240	0,1		14	29	82	130	2,4	16	71
Médiane			0-30 cm			17,0	70,0	0,7	8,6	0,5	20,0	3,1	62,0		12500	280	0,2		15,5	33	109,5	155	2,8	16,5	89
Maximum			8600			21,0	120,0	0,7	13,0	0,5	20,0	4,1	77,0		13000	360	0,2		17	110	130	310	6	17	160
FLAVIAC																									
ELT	FLA_SO12	0-2 cm	11000	13	<5	37	83	0,89	<5	<0,4	21	9,5	51	<5	24000	540	0,28	<2	19	240	37	230	5,1	21	120
	FLA_SO12	2-10 cm	9800	9	<5	31	72	1	<5	<0,4	22	9,7	42	<5	23000	500	0,22	<2	18	140	50	200	9,7	20	79
Sol S jardin potager	FLA_SO10	0-2 cm	11000	24	<5	66	140	2,6	5,2	0,93	15	11	20	<5	20000	500	0,85	2,1	34	160	28	34	<2	20	340
	FLA_SO10	2-10 cm	11000	27	<5	77	150	2,3	<5	0,58	17	7,9	19	<5	23000	470	0,29	<2	30	220	30	41	2,1	22	230
Sols nord galerie d'exhaure	FLA_SO11	0-2 cm	3200	63	<5	210	1400	<0,5	<5	<0,4	5,5	2,4	7,9	<5	14000	200	2,7	<2	3,9	77	24	89	15	9,3	29
Sol autour maison	FLA_SO01	0-2 cm	7900	21	<5	240	250	9,1	6,6	<0,4	17	4,2	20	7,7	32000	440	1,2	2,3	14	190	100	260	6,5	26	93
	FLA_SO02	0-2 cm	9200	30	<5	860	280	1,1	6,3	<0,4	21	6,1	46	35	81000	330	1,9	4,7	21	480	110	310	8,5	51	180
	FLA_SO02	2-10 cm	5500	28	<5	600	190	0,76	<5	<0,4	27	7,8	37	22	76000	280	1,8	4,8	22	360	76	190	7	65	110
	FLA_SO04	0-2 cm	7900	26	<5	490	180	1,2	<5	<0,4	18	3,6	25	3,7	56000	300	1,2	2,5	18	190	53	90	2,6	34	110
	FLA_SO04	2-10 cm	9600	40	<5	610	220	1,6	<5	<0,4	20	4	30	<5	67000	330	1,4	2,9	22	210	31	90	2,9	42	140
Jardin SE (n°4)	FLA_SO_J1	0-30 cm	8000	9	<5	44	140	1,1	14	0,45	19	6,2	69	<5	18000	530	0,33	<2	23	48	100	240	2,8	17	190
Minimum			3200	9		31	72	0,8	5,2	0,5	5,5	2,4	7,9	3,7	14000	200	0,2	2,1	3,9	48	24	34	2,1	9,3	29
Médiane			9200	26		210	180	1,2	6,5	0,6	19	6,2	30	14,9	24000	440	1,2	2,7	21	190	50	190	5,8	22	120
Maximum			11000	63		860	1400	9,1	14	0,9	27	11	69	35	81000	540	2,7	4,8	34	480	110	310	15	65	340
OUVEZE																									
Terrasses alluviales	OUV_Ter_1	2-10 cm	7100	8,2	<5	20	190	0,53	<5	2	14	5,3	21	<5	18000	350	0,71	<2	20	500	89	720	<2	19	370
	OUV_Ter_2	2-10 cm	12000	12	<5	32	250	0,85	<5	1,5	26	8,2	46	<5	26000	590	0,98	<2	27	380	87	1300	<2	33	350
	OUV_Ter_3	2-10 cm	9900	11	<5	29	190	0,75	5	1,7	18	5,6	26	<5	19000	410	1,2	<2	21	350	150	450	<2	21	320
	OUV_Ter_4	2-10 cm	9400	11	<5	23	150	0,67	6,6	1,6	17	5,8	23	<5	19000	360	1,3	<2	22	330	190	430	<2	20	320
	OUV_Ter_5	2-10 cm	10000	8,6	<5	19	130	0,74	10	0,45	16	5,5	22	<5	19000	400	1,2	<2	22	300	250	290	<2	21	130
Minimum			7100	8,2		19	130	0,5	5	0,5	14	5,3	21		18000	350	0,7		20	300	87	290		19	130
Médiane			9900	11		23	190	0,7	6,6	1,6	17	5,6	23		19000	400	1,2		22	350	150	450		21	320
Maximum			12000	12		32	250	0,9	10	2	26	8,2	46		26000	590	1,3		27	500	250	1300		33	370

*Tableau m : Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** (Chaliac-dépôts et laverie et Chaliac-Filon Juliette), **FLAVIAC** et de l'**OUVEZE** pour les **métaux et métalloïdes***

Localisation	Types d'éléments analysés		HCT						HAP																
	Eléments analysés		Indice HC C10-C40	C10-C12	C12-C16	C16-C21	C21-C35	C35-C40	N	Acyl	Ace	Fle	Phen	Anthr	Fl	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]	B[K]F	B[a]P	DB[ah]A	B[ghi]P	I[cd]P	ΣHAP
	Unités		mg/kg MS						mg/kg MS																
	Incertitudes		23%	-	-	-	-	-	17%	17%	16%	29%	26%	19%	24%	21%	23%	18%	21%	28%	33%	32%	32%	25%	-
	LQ		10	10	10	10	10	10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,01	2,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Bassins de décantation	CHA_SO26	2-10 cm	17	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,1	0,058	0,49	0,39	0,21	0,19	0,31	0,13	0,21	<0,05	0,17	0,17	2,4
	CHA_SO27	gris	100	<10	<10	<10	72	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,078	0,067	<0,03	0,056	0,11	0,034	0,045	<0,03	0,056	0,056	0,5
	CHA_SO27	orange	630	<10	<10	95	470	40	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,052	<0,03	0,14	0,1	0,078	0,14	0,38	0,091	0,091	<0,05	0,16	0,2	1,4
	CHA_SO28	0-100 cm	450	<10	<10	48	350	36	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,13	0,098	0,07	0,084	0,2	0,07	0,084	<0,03	0,098	0,098	0,92
	CHA_SO29	2-10 cm	270	<10	<10	<10	220	26	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,047	<0,03	<0,03	<0,03	0,13	<0,03	<0,03	<0,03	0,035	0,058	0,27
	CHA_SO51	0-2 cm	130	15	44	40	24	<10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Terril de Pansier	CHA_SO08	0-80 cm	160	<10	<10	21	120	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,034	<0,03	0,13	0,11	0,079	0,079	0,11	0,045	<0,07	<0,03	<0,06	<0,05	0,6
	CHA_SO08	0-100 cm	73	<10	<10	<10	57	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,085	0,074	0,042	0,042	0,085	<0,03	0,042	<0,03	<0,05	<0,05	0,37
Résidus de la petite laverie	CHA_Re1	0-2 cm	<20	<20	<20	<20	<20	<20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	CHA_Re2	0-2 cm	78	<20	<20	<20	58	<20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Résidus de la grande laverie	CHA_SO19	2-5 cm	420	<20	<20	65	330	<20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,089	0,064	<0,05	0,11	0,19	<0,05	<0,06	<0,05	0,076	0,089	0,62
	CHA_SO20	5-10 cm	350	<10	<10	49	270	21	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,037	<0,03	0,2	0,14	0,1	0,14	0,19	0,062	0,062	<0,03	<0,06	<0,06	0,92

*Tableau n: Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les **HAP et les HCT***

Localisation	Types d'éléments analysés		Indices						HAP																
	Eléments analysés		Indice HC C10-C40	C10-C12	C12-C16	C16-C21	C21-C35	C35-C40	N	Acyl	Ace	Fle	Phen	Anthr	Fl	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]	B[K]F	B[a]P	DB[ah]A	B[ghi]P	I[cd]P	ΣHAP
	Unités		mg/kg MS						mg/kg MS																
	Incertitudes		23%	-	-	-	-	-	17%	17%	16%	29%	26%	19%	24%	21%	23%	18%	21%	28%	33%	32%	32%	25%	-
	LQ		10	10	10	10	10	10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,01	2,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
ELT	CHA_S40_SO1	0-2 cm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-/-
Sol NE terril de Pansier	CHA_SO75	0-2 cm	*	*	*	*	*	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-/-
Jardin S Chaliac (n°2)	CHA_SO_J2	0-30 cm	27	<10	<10	<10	15	<10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ELT	FLA_SO12	0-2 cm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,062	0,051	0,031	<0,03	0,051	<0,03	<0,04	<0,03	<0,03	<0,03	0,2
	FLA_SO12	2-10 cm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,031	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,031
Sol autour maison	FLA_SO01	0-2 cm	110	<10	<10	28	47	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03	0,082	0,072	0,051	0,072	0,1	0,031	0,041	<0,03	0,031	<0,04	0,48
	FLA_SO02	0-2 cm	85	<10	<10	11	44	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,11	<0,03	0,12	0,088	0,066	0,099	0,12	0,033	0,044	<0,03	<0,04	<0,04	0,69
	FLA_SO02	2-10 cm	65	<10	<10	<10	29	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,12	<0,03	0,13	0,093	0,07	0,12	0,14	0,047	0,047	<0,03	<0,03	<0,04	0,76

*Tableau o: Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les **HAP et les HCT***

Localisation	Types d'éléments analysés		Analyses physiques		COT	Granulométrie				
	Eléments analysés		pH	Matières sèches		G-sg	G-sf	G-lg	G-lf	G-a
	Unités		MB	% masse MB	mg/kg MS			g/kg		
	Incertitudes		0,1	-	26%	10%	10%	10%	10%	10%
	LQ		-	0,1	500	-	-	-	-	-
CHALIAC – dépôts et laverie										
Bassins de décantation	CHA_SO26	2-10 cm	6,5	86,1	24000	610	140	47	83	120
	CHA_SO27	gris	7,4	89,2	12000	23	60	210	440	260
	CHA_SO27	orange	6,2	76,6	4800	8	29	160	420	380
	CHA_SO28	0-100 cm	5,3	71,4	4600	120	64	140	400	280
	CHA_SO29	2-10 cm	6,4	85,7	16000	48	42	110	420	390
	CHA_SO52	0-2 cm	3,5	94,5	2500	280	270	180	140	130
	CHA_SO52	2-10 cm	3,4	91,4	2000	220	240	200	190	160
	CHA_SO53	0-2 cm	3,4	96	1900	210	450	200	78	55
	CHA_SO51	0-2 cm	8,4	95,8	13000	*	*	*	*	*
Terril de Pansier	CHA_SO01	0-2 cm	2,3	90,6	*	240	91	83	350	240
	CHA_SO01	2-10 cm	2,4	82,5	*	200	52	100	380	270
	CHA_SO0	0-2 cm	4,6	99,2	*	700	210	28	28	39
	CHA_SO03	0-100 cm	4,5	96,8	*	560	300	46	40	52
	CHA_SO04	0-2 cm	4,2	99,8	*	640	230	50	38	44
	CHA_SO05	0-2 cm	3,8	99,2	*	620	200	56	54	72
	CHA_SO05	2-10 cm	3,6	98,1	*	540	270	67	60	69
	CHA_SO06	0-2 cm	3,8	99,8	*	710	160	28	62	34
	CHA_SO06	0-100 cm	3,8	99,1	*	650	200	41	71	43
	CHA_SO07	0-2 cm	2,7	98,5	*	460	280	100	90	59
	CHA_SO07	2-10 cm	5,2	97,5	*	520	280	76	74	50
	CHA_SO08	0-2 cm	2,9	96,6	*	540	210	77	86	86
	CHA_SO08	0-80 cm	3,9	89	*	440	220	120	140	68
	CHA_SO08	0-100 cm	3,7	94,2	*	370	270	130	130	110
	CHA_SO09	0-2 cm	5	99	*	520	330	57	42	44
	CHA_SO09a	2-10 cm	4,8	97,6	*	430	370	70	64	63
	CHA_SO09b	2-10 cm	4,4	98,2	*	640	190	49	59	60
Résidus de la petite laverie	CHA_Re1	0-2 cm	6,82	50,2	14000	480	89	85	200	150
	CHA_Re2	0-2 cm	7,33	63,8	20000	210	290	210	190	100
PF	CHA_SO16	0-2 cm	5,8	94,8	15000	-	-	-	-	-
	CHA_SO16	2-10 cm	7,6	94,9	4400	-	-	-	-	-
	CHA_SO17	10-15 cm	5,6	89,4	40000	400	200	100	150	150
Dépôts de la petite laverie	CHA_SO1	0-2 cm	7,3	95,7	28000	610	170	57	87	76
	CHA_SO15	2-10 cm	5,9	95,3	4800	410	170	110	140	170
Résidus de la grande laverie	CHA_SO18	0-2 cm	6,3	96,4	16000	430	150	100	190	130
	CHA_SO18	2-10 cm	6,3	94,1	8300	510	180	87	120	110
	CHA_SO19	2-5 cm	3,8	78,6	3900	-	-	-	-	-
	CHA_SO20	5-10 cm	3,7	80,3	3500	-	-	-	-	-
	CHA_SO21	0-2 cm	4,7	99,6	4300	380	140	200	170	110
	CHA_SO30	0-2 cm	6,7	99,8	12000	720	150	38	38	52
	CHA_SO30	2-10 cm	6,9	99,4	4500	790	110	30	32	40
	CHA_SO76	2-10 cm	5,6	72,9	36000	520	170	85	140	90
Minimum			2,3	50,2	1900	8	29	28	28	34
Médiane			4,8	95,3	10150	470	195	85	105	88
Maximum			8,4	99,8	40000	790	450	210	440	390
CHALIAC – Filon Juliette										
Résidus concrétion	SJSA_RES1	0-2 cm	2,8	33,5	23000	380	210	110	240	49
	SJSA_RES2	0-2 cm	2,8	39,3	2600	490	160	99	220	36
FLAVIAC										
Dépôt	FLA_SO03	0-2 cm	5,7	95,9	9300	220	170	120	230	270
	FLA_SO03	2-10 cm	4,29	90,6	7400	180	150	110	240	330

*Tableau p: Résultats analytiques bruts des échantillons de **RESIDUS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les caractéristiques **physico-chimiques** et la **granulométrie***

Localisation	Types d'éléments analysés		Analyses physiques		COT	Granulo				
	Eléments analysés		pH	Matières sèches		G-sg	G-sf	G-lg	G-lf	G-a
	Unités		MB	% masse MB	mg/kg MS	g/kg				
	Incertitudes		0,1	-	26%	10%	10%	10%	10%	10%
	LQ		-	0,1	500	-	-	-	-	-
CHALIAC – dépôts et laverie										
ELT	CHA_SO_P55	0-2 cm	7,28	98,1	1800	230	170	140	240	230
	CHA_SO_P55	2-10 cm	7,4	93,7	72000	280	170	140	210	200
	CHA_S40_SO1	0-2 cm	7,6	91,8	29000	160	350	200	130	160
	CHA_SO13	2-15 cm	7,3	94,2	17000	200	200	110	190	300
	CHA_SO13	0-2 cm	7,2	97,2	24000	150	230	120	220	280
Sol E Terril de Pansier	CHA_SO75	0-2 cm	6,0	84,6	18000	400	260	120	140	78
Champs SW terril de Pansier	CHA_S40_SO2	0-2 cm	*	84,5	21000	210	240	130	150	270
	CHA_S40_SO2	2-10 cm	*	83,8	22000	240	210	130	140	280
Marnes E terril de Pansier	CHA_SO02	0-2 cm	7,7	98	*	320	270	130	140	130
	CHA_SO14	0-2 cm	*	97,8	*	140	350	200	190	110
Champs S	CHA_SO10	2-15 cm	7,1	93,1	14000	200	200	120	180	300
	CHA_SO10	0-2 cm	7,2	97,3	22000	180	200	130	200	300
	CHA_SO11	2-15 cm	7,3	93,5	20000	170	220	130	170	310
	CHA_SO11	0-2 cm	7,3	96,9	23000	170	210	140	170	310
	CHA_SO12	2-15 cm	4,2	92,7	6800	400	230	110	120	130
	CHA_SO12	0-2 cm	4,4	96,2	8600	380	270	110	110	130
Champs N	CHA_SO25	0-2 cm	7,3	98,2	35000	140	190	170	250	250
	CHA_SO25	2-10 cm	7,6	75,6	32000	170	180	160	240	260
	CHA_SO_P56	0-2 cm	7,48	98,9	63000	180	180	210	230	200
	CHA_SO_P56	2-10 cm	7,46	95,6	30000	190	180	200	240	190
Jardin N terril (n°3)	CHA_SO_J54	0-30 cm	7,24	81,7	13000	310	130	100	220	240
Jardin S Chaliac (n°2)	CHA_SO_J2	0-30 cm	8,2	86,7	33000	*	*	*	*	*
Jardin E bassins (n°5)	CHA_SO_J1	0-30 cm	6,7	89,6	37000	300	260	120	140	170
Chemin entre grande laverie et bassins	CHA_SO57	0-2 cm	7,28	96,7	74000	180	260	240	170	160
	CHA_SO57	2-10 cm	7,26	90,1	46000	260	220	200	180	130
	CHA_SO59	0-2 cm	7,3	93,7	30000	24	150	370	270	200
	CHA_SO59	2-10 cm	7,5	92,3	21000	36	180	330	230	230
Marnes N petite laverie	CHA_SO58	0-2 cm	7,3	98,3	15000	320	320	140	130	91
	CHA_SO58	0-2 cm	7,4	98,4	23000	300	340	120	110	130
Minimum			4,2	75,6	1800	24	130	100	110	78
Médiane			7,3	93,7	23000	200	215	135	180	200
Maximum			8,2	98,9	74000	400	350	370	270	310
CHALIAC - Filon Juliette										
Jardin S (n°1)	St_J_SO_J1_B	0-30 cm	6,9	83,8	43000	320	170	180	130	200
	St_J_SO_J1_M	0-30 cm	7,4	89,5	56000	280	170	190	140	220
	St_J_SO_J1_H	0-30 cm	7,3	85,9	18000	420	160	100	140	190
	St_J_SO_J2	0-30 cm	7,1	83,9	39000	320	180	140	160	200
Minimum			6,9	83,8	18000	280	160	100	130	190
Médiane			7,2	84,9	41000	320	170	160	140	200
Maximum			7,4	89,5	56000	420	180	190	160	220
FLAVIAC										
ELT	FLA_SO12	0-2 cm	7,3	97,2	17000	240	280	150	150	180
	FLA_SO12	2-10 cm	7,4	97	14000	330	260	140	130	150
Sol S jardin potager	FLA_SO10	0-2 cm	7,5	95,7	41000	100	100	87	310	400
	FLA_SO10	2-10 cm	7,5	91,2	28000	110	81	90	300	430
Sols nord galerie d'exhaure	FLA_SO11	0-2 cm	4,7	94,6	54000	390	190	130	140	140
Sol autour maison	FLA_SO01	0-2 cm	7,54	97,6	30000	400	220	99	120	150
	FLA_SO02	0-2 cm	7,32	90,5	55000	440	120	69	150	220
	FLA_SO02	2-10 cm	7,35	85,8	58000	370	140	79	180	230
	FLA_SO04	0-2 cm	7,5	97,3	11000	270	200	120	190	220
	FLA_SO04	2-10 cm	7,5	93,1	13000	290	200	120	170	230
Jardin SE (n°4)	FLA_SO_J1	0-30 cm	7,01	82,9	52000	310	290	120	120	160
Minimum			4,7	82,9	11000	100	81	69	120	140
Médiane			7,4	94,6	30000	310	200	120	150	220
Maximum			7,5	97,6	58000	440	290	150	310	430
OUVEZE										
Terrasses alluviales	OUV_Ter_1	2-10 cm	6,7	74,4	55000	690	160	28	42	75
	OUV_Ter_2	2-10 cm	7,0	78,2	31000	550	130	60	120	140
	OUV_Ter_3	2-10 cm	7,1	82,1	28000	340	130	180	170	180
	OUV_Ter_4	2-10 cm	7,1	79,7	40000	340	320	130	130	84
	OUV_Ter_5	2-10 cm	7,1	72,1	37000	120	190	200	240	250
Minimum			6,7	72,1	28000	120	130	28	42	75
Médiane			7,1	78,2	37000	340	160	130	130	140
Maximum			7,1	82,1	55000	690	320	200	240	250

*Tableau q: Résultats analytiques bruts des échantillons de **SOLS** des concessions de **CHALIAC** et de **FLAVIAC** pour les caractéristiques **physico-chimiques** et la **granulométrie***

Annexe 8

Résultats analytiques bruts des échantillons d'eau

Tableau r : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée**) – **métaux et métalloïdes** 53

Tableau s : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Ouvèze, zone de Privas et point de référence**) – **métaux et métalloïdes** 54

Tableau t : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée**) – **données physico-chimiques** 55

Tableau u : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Ouvèze, zone de Privas et point de référence**) – **données physico-chimiques** 56

Tableau v : Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze - **HCT et HAP** 57

Les données en bleu correspondent aux résultats des environnements locaux témoins.

Les « * » indiquent que les éléments n'ont pas ou pu être analysés.

Les données surlignées en rouge sont celles qui dépassent les limites de potabilité d'après l'annexe 1 de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Les données de pH et de conductivité surlignées en bleu sont celles concernées par les incertitudes indiquées. Les autres données ont été relevées sur le terrain.

Le Tableau v indique uniquement les échantillons sur lesquels des analyses de HCT et/ou HAP ont été effectuées.

Les identifiants comprenant les lettres « HE » indiquent que les échantillons ont été prélevés en période de hautes eaux (2013).

Localisation			Métaux et métalloïdes																																
		Elément	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Ca	Cr	Co	Fe	Fe (II)	Fe (III)	K	Cu	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Ag	Si	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn	Cr VI	Hg
		Unités	µg/L E/L								mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L				µg/L E/L	mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L	µg/L E/L										mg/L E/L	µg/L E/L
		Incertitude	17%	19%	15%	15%	14%	15%	10%	28%	22%	15%	16%	22%	1%	-	22%	15%	23%	16%	19%	22%	16%	27%	23%	7%	15%	15%	16%	15%	22%	19%	10%	21%
		LQ	5	5	5	1	0,5	5	15	0,5	0,020	5	2	0,010	0,100	0,100	0,2	1	0,1	5	2	0,2	5	50	10	10	5	5	2	2	10	10	0,01	0,2
		LIMITE DE POTABILITE	**200**	**5**	**10**	**700**		**10**	**1000**	**5**		**50**		**0,2**				**2000**		**50**		**200**	**20**											**1**
Chaliac - zone des bassins, dépôts et laveries	LAGAU	CHA_S39_e2	30	<5	<5	59	<0,5	<5	10	<0,5	12	<5	<2	0,087	<0,1	<0,1	1,2	3,9	5,2	12	<2	6,6	7,2	<300	<10	6000	43	<5	<2	<2	40	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S40_e5	<10	<5	<5	63	<0,5	<5	7,2	<0,5	11	<5	<2	0,018	*	*	1,2	<3	4,4	<5	<2	3,8	<5	<300	<10	5300	39	<5	<2	<2	88	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e5 (filtré)	<10	<5	<5	65	<0,5	<5	7,9	0,52	11	<5	<2	0,038	*	*	1,7	<3	4,4	<5	<2	3,8	<5	<300	<10	5200	38	<5	<2	<2	95	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S39_e1	35	<5	<5	39	<0,5	18	20	3,1	98	<5	5,8	0,021	<0,1	<0,1	3,5	3,5	21	390	<2	8,5	40	<300	<10	8900	320	<5	<2	<2	2200	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e1 (filtré)	36	<5	<5	41	<0,5	15	19	3,1	97	<5	6	0,021	<0,1	<0,1	3,4	6,1	21	390	<2	8,4	40	<300	<10	8800	320	<5	<2	<2	2200	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S40_e6	31	<5	<5	41	<0,5	26	12	3	86	<5	5,4	0,022	*	*	2,7	<3	19	350	<2	6,3	34	<300	<10	7900	300	<5	<2	<2	2200	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e2	120	<5	<5	33	<0,5	6,8	12	4,1	*	<5	3,9	0,014	*	*	*	5,5	*	270	<2	*	30	<300	<10	*	230	<5	<2	<2	2200	<10	<0,01	<1
		CHA_e3	130	<5	<5	56	<0,5	64	14	7	*	<5	<2	0,026	*	*	*	8,7	*	19	<2	*	18	<300	<10	*	350	<5	<2	<2	1300	<10	<0,01	<1
		CHA_S39_e3	17	7,3	<5	81	<0,5	180	34	23	120	<5	<2	0,094	<0,1	<0,1	3,7	28	17	74	<2	9,2	21	<300	<10	6900	440	<5	<2	<2	2800	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e8_HE (filtré)	13	<5	<5	19	<0,5	<5	<5	<0,5	3,8	<5	<2	0,038	*	*	0,64	<3	1,7	<5	<2	2,8	<5	*	<10	4800	15	<2	<2	<2	35	<5	*	*
		CHA_e8_HE	21	<5	<5	19	<0,5	<5	12	<0,5	*	<5	<2	0,029	*	*	*	<3	*	6,3	<2	*	<5	*	<10	*	16	<5	<2	<2	36	<5	*	*
		CHA_e9_HE (filtré)	58	<5	<5	16	<0,5	<5	<5	1,6	19	<5	2,3	0,019	*	*	0,95	<3	5,1	150	<2	3,4	16	*	<10	6000	59	<2	<2	<2	1100	<5	*	*
		CHA_e9_HE	55	<5	<5	15	<0,5	<5	13	1,5	*	<5	2,8	0,019	*	*	*	<3	*	160	<2	*	18	*	<10	*	71	<5	<2	<2	1100	<5	*	*
		CHA_e10_HE (filtré)	47	<5	<5	19	<0,5	6,3	6,5	2,5	27	6,2	<2	0,07	*	*	1	<3	5,6	91	<2	4,5	14	*	<10	5900	93	<2	<2	<2	940	<5	*	*
		CHA_e10_HE	45	<5	<5	17	<0,5	6,3	17	2,7	*	<5	<2	0,048	*	*	*	4,9	*	100	<2	*	16	*	<10	*	110	<5	<2	<2	930	<5	*	*
		CHA_e11_HE (filtré)	39	<5	<5	18	<0,5	7,1	<5	2,5	26	<5	<2	0,022	*	*	0,95	<3	5,4	79	<2	3,7	13	*	<10	5800	93	<2	<2	<2	800	<5	*	*
		CHA_e11_HE	42	<5	<5	17	<0,5	5,5	12	2,4	*	<5	<2	0,014	*	*	*	<3	*	86	<2	*	14	*	<10	*	110	<5	<2	<2	800	<5	*	*
	Lixiviat du dépôt	Lixi_1_HE (métaux filtrés)	12000	14	21	<5	4,2	2300	11	1300	*	10	100	12	*	*	*	5800	*	1800	<2	*	400	*	<10	*	200	<5	<2	<5	160000	<5	*	*
		Lixi_1_HE	14000	13	21	<5	4,7	1900	31	1300	*	12	110	12	*	*	*	5700	*	1900	<2	*	420	*	<10	*	220	<5	<2	<2	170000	<5	*	*
	Source	CHA_e1	120	<5	<5	35	<0,5	<5	24	<0,5	*	<5	<2	0,017	*	*	*	6,4	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	360	<5	<2	<2	13	<10	<0,01	<1
	Jardin n°5	CHA_e51	<10	6,1	<5	71	<0,5	95	64	8,3	*	<5	<2	0,28	*	*	*	13	*	45	<2	*	21	<300	<10	*	390	<5	<2	<2	1800	<10	<0,01	<1
		Minimum	<10	<5	<5	<5	<0,5	<5	<5	<0,5	3,8	<5	<2	0,014	<0,1	<0,1	0,64	<3	1,7	<5	<2	2,8	<5	<300	<10	4800	15	<5	<2	<2	13	<10	<0,01	<1
		Maximum	14000	14	21	81	4,7	2300	64	1300	120	12	110	12	0	0	3,7	5800	21	1900	<2	9,2	420	<300	<10	8900	440	<5	<2	<2	170000	<5	<0,01	<0,2
Filon Juliette	Filon Juliette	CHA_S39_e10	2600	47	780	23	2,4	230	<15	24	32	<5	33	76	*	*	4,5	8,3	12	2000	<2	7,2	86	960	<10	27000	57	<5	6,2	<2	4000	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e10 (filtré)	1700	44	610	23	2,1	160	12	25	32	<5	34	77	*	*	4,7	7,1	12	2000	<2	7,2	85	<300	<10	26000	57	<5	4	<2	4000	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e13_HE (filtré)	<50	<5	9,5	31	<0,5	<5	<5	<0,5	2,7	<5	<2	0,22	*	*	0,68	4,5	0,84	6	<2	3,6	<5	<300	<10	6500	14	<5	<2	<2	78	<5	*	*
		CHA_e13_HE	100	<5	13	31	<0,5	<5	12	<0,5	*	<5	<2	0,45	*	*	*	4,1	*	10	<2	*	<5	*	<10	*	15	<5	<2	<2	90	<5	*	*
		CHA_S39_e9	3300	7	160	19	2,4	150	13	29	31	<5	32	28	*	*	5,5	16	11	2000	<2	7,1	83	300	<10	27000	53	<5	<2	<2	5100	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e9 (filtré)	3500	5,2	100	19	2,8	140	16	30	31	<5	33	29	*	*	5,7	16	11	1900	<2	7,2	86	<300	<10	26000	53	<5	<2	<2	5300	9,9	<0,01	<0,2
		CHA_e14_HE (filtré)	2600	<5	140	22	2,4	180	<5	22	16	<5	21	18	*	*	2,2	15	5,7	1000	<2	5	59	<300	<10	17000	33	<5	<2	<2	3200	<5	*	*
		CHA_e14_HE	3200	5,3	170	22	2,5	150	16	23	*	<5	<5	19	*	*	*	18	*	1000	<2	*	71	*	<10	*	30	<5	<2	<2	4000	<5	*	*
		CHA_S39_e11	740	<5	14	32	0,53	16	27	3,1	17	<5	3,1	1,9	*	*	2,2	5,8	4,3	190	<2	10	12	<300	<10	14000	60	<5	<2	<2	390	<5	<0,01	<0,2
		SJSA_J_e1_HE (filtré)	81	<5	<5	15	<0,5	<5	7,1	<0,5	8,4	<5	21	<2	*	*	0,99	<3	1,5	20	<2	4,3	<5	<300	<10	7200	40	<5	<2	<5	74	<5	*	*
		SJSA_J_e1_HE	95	<5	<5	19	<0,5	<5	<10	<0,5	*	<5	<2	0,3	*	*	*	5	*	23	<2	*	<5	*	<10	*	47	<5	<2	<2	93	<5	*	*
		SJSA_e1	<10	<5	6,5	48	<0,5	<5	43	0,55	*	<5	<2	0,053	*	*	*	3,2	*	6,8	<2	*	<5	<300	<10	*	190	<5	<2	<2	37	<10	<0,01	<1
		Minimum	<10	<5	<5	15	<0,5	<5	<10	<0,5	2,7	<5	<2	<2	0	0	0,68	<3	0,84	6	<2	3,6	<5	<300	<10	6500	14	<5	<2	<2	37	<10	<0,01	<1
		Maximum	3500	47	780	48	2,8	230	43	30	32	<5	34	77	0	0	5,7	18	12	2000	<2	10	86	960	<10	27000	190	<5	6,2	<2	5300	9,9	<0,01	<0,2
Flaviac	Chamée	FLA_e1	<10	<5	<5	81	<0,5	<5	110	<0,5	*	<5	<2	0,032	*	*	*	11	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	190	7,8	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1

*Tableau r. Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée**) – **métaux et métalloïdes***

Localisation		Métaux et métalloïdes																																
	Elément	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Ca	Cr	Co	Fe	Fe (II)	Fe (III)	K	Cu	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Ag	Si	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn	Cr VI	Hg
	Unités	µg/L E/L								mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L				µg/L E/L	mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L	µg/L E/L											mg/L E/L	µg/L E/L
	Incertitude	17%	19%	15%	15%	14%	15%	10%	28%	22%	15%	16%	22%	1%	-	22%	15%	23%	16%	19%	22%	16%	27%	23%	7%	15%	15%	16%	15%	22%	19%	10%	21%
	LQ	5	5	5	1	0,5	5	15	0,5	0,020	5	2	0,010	0,100	0,100	0,2	1	0,1	5	2	0,2	5	50	10	10	5	5	2	2	10	10	0,01	0,2
	LIMITE DE POTABILITE	**200**	**5**	**10**	**700**		**10**	**1000**	**5**		**50**		**0,2**				**2000**		**50**		**200**	**20**											**1**
Ouvèze	Ouvèze	St_e1 (filtré)	160	<5	<5	22	<0,5	<5	18	<0,5	*	<5	<2	0,023	*	*	*	6,9	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	250	<5	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
		St_e1	180	<5	<5	23	<0,5	<5	14	<0,5	*	9,2	<2	0,12	*	*	*	6	*	5,7	<2	*	8,1	<300	<10	*	250	50	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
		St_e1_HE (filtré)	<10	<5	<5	21	<0,5	<5	12	<0,5	53	<5	<2	0,02	<0,05	<0,05	1,2	<3	7,8	<5	<2	5,7	<5	*	<10	3900	180	<5	<2	<5	<10	<5	*	*
		St_e1_HE	18	<5	<5	26	<0,5	<5	<10	<0,5	*	<5	<2	0,037	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	210	<5	<2	<2	<10	25	*	*
		CHA_S40_e7	37	<5	<5	26	<0,5	<5	9,5	<0,5	79	<5	<2	0,065	<0,05	0,065	1,9	<3	8,5	<54	<2	5,9	<5	<300	<10	5500	330	<5	<2	<2	<10	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S39_e6	<10	<5	<5	81	<0,5	<5	34	<0,5	68	<5	<2	0,046	<0,1	<0,1	4,6	4,2	6	<5	<2	21	<5	<300	<10	9600	250	<5	<2	2,6	13	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e2_HE (filtré)	<10	<5	<5	10	<0,5	<5	14	<0,5	38	<5	<2	0,023	*	*	2,4	<3	3,8	<5	<2	12	<5	*	<10	4900	130	<5	<2	<5	12	<5	*	*
		CHA_e2_HE	<10	<5	<5	14	<0,5	<5	<10	<0,5	*	<5	<2	0,026	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	160	<5	<2	<2	10	<5	*	*
		CHA_S39_e8	82	<5	<5	46	<0,5	<5	36	<0,5	61	<5	<2	0,18	<0,1	0,2	6,2	3,8	6,6	15	<2	7,8	<5	<300	<10	7800	210	<10	<2	<2	16	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e8 (filtré)	<10	<5	<5	45	<0,5	<5	33	<0,5	59	<5	<2	0,046	<0,1	<0,1	6,1	3,3	6,4	8,8	<2	7,5	<5	<300	<10	7500	200	<5	<2	<2	14	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e5	<10	<5	<5	78	<0,5	<5	33	<0,5	79	<5	<2	0,055	<0,1	<0,1	6,4	3,6	7,5	<5	<2	24	<5	<300	<10	6100	260	<5	<2	<2	12	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e4_HE (filtré)	<50	<5	<5	43	<0,5	<5	<10	<0,5	45	<5	<2	0,027	<0,05	0,027	1,9	4,1	6,2	<5	<2	7,9	<5	*	<10	1900	190	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_e4_HE	13	<5	<5	38	<0,5	<5	23	<0,5	*	<5	<2	0,022	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	160	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_S39_e4	<10	<5	<5	85	<0,5	<5	32	<0,5	83	<5	<2	0,034	<0,1	<0,1	5,5	3,1	7,8	16	<2	21	<5	<300	<10	5400	280	<5	<2	<2	14	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e4 (filtré)	<10	<5	<5	86	<0,5	<5	32	<0,5	82	<5	<2	0,018	<0,1	<0,1	5,5	3,1	7,8	<5	<2	21	<5	<300	<10	5400	280	<5	<2	<2	<10	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e4	130	<5	<5	64	<0,5	<5	19	<0,5	*	12	<2	0,067	*	*	*	5,7	*	<5	<2	*	11	<300	<10	*	230	<5	<2	<2	10	<10	<0,01	<1
		CHA_e7_HE (filtré)	<50	<5	<5	42	<0,5	<5	6,1	<0,5	42	<5	<2	0,024	*	*	1,9	4,2	6,1	<5	<2	7,7	<5	*	<10	1700	200	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_e7_HE	14	<5	<5	37	<0,5	<5	21	<0,5	*	<5	<2	0,033	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	170	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_S40_e2	<10	<5	<5	75	<0,5	7,7	26	<0,5	75	<5	<2	0,039	<0,05	0,039	3,6	3,9	8,2	<5	<2	13	<5	<300	<10	4300	290	<5	<2	<2	26	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e2 (filtré)	<10	<5	<5	75	<0,5	<5	23	<0,5	76	<5	<2	0,024	<0,05	0,024	4,1	3,2	8,2	<5	<2	12	<5	<300	<10	4300	290	<5	<2	<2	23	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e12_HE (filtré)	<50	<5	<5	47	<0,5	<5	<10	<0,5	57	<5	<2	0,053	*	*	1,9	<3	6,2	<5	<2	7,4	<5	*	<10	1800	210	<5	<2	<2	33	<5	*	*
		CHA_e12_HE	20	<5	<5	43	<0,5	<5	24	<0,5	*	<5	<2	0,069	*	*	*	<3	*	10	<2	*	<5	*	<10	*	190	<5	<2	<2	31	<5	*	*
		CHA_S40_e3	14	<5	<5	85	<0,5	<5	28	<0,5	79	<5	<2	0,055	*	*	3,4	<3	8,4	<5	<2	13	<5	<300	<10	3900	340	<5	<2	<2	15	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e3 (filtré)	<10	<5	<5	80	<0,5	<5	24	<0,5	77	<5	<2	0,023	*	*	3,4	<3	8,4	<5	<2	14	<5	<300	<10	3800	340	<5	<2	<2	17	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e16_HE (filtré)	<50	<5	<5	44	<0,5	<5	10	<0,5	55	<5	<2	0,5	<0,05	0,5	1,7	<3	6,1	<5	<2	7,3	<5	<300	<10	1900	210	<5	<2	<2	33	<5	*	*
		CHA_e16_HE	100	<5	<5	43	<0,5	<5	34	<0,5	*	<5	<2	0,06	*	*	*	<3	*	9,8	<2	*	<5	*	<10	*	200	11	<2	<2	34	<5	*	*
		Minimum	<50	<5	<5	10	<0,5	<5	6,1	<0,5	38	<5	<2	0,018	<0,1	<0,1	1,2	<3	3,8	<5	<2	5,7	<5	<300	<10	1700	130	<5	<2	<2	<10	<5	<0,01	<1
		Maximum	180	<5	<5	86	<0,5	7,7	36	<0,5	83	12	<2	0,5	0	0,5	6,4	6,9	8,5	16	<2	24	11	<300	<10	9600	340	50	<2	2,6	34	25	0	0
Privas	Galeries Veyras	VEY_e1 (filtré)	140	<5	<5	16	<0,5	<5	17	<0,5	*	360	2,4	1,4	*	*	*	7,4	*	23	9,1	*	130	-	<10	*	350	<5	<2	<2	<10	<10	-	-
		VEY_e1 (non filtré)	150	<5	<5	17	<0,5	<5	16	<0,5	*	<5	<2	0,034	*	*	*	4,8	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	360	2,2	<2	<2	12	<10	<0,01	<1
		VEY_e2 (filtré)	140	<5	<5	17	<0,5	<5	17	<0,5	*	16	<2	0,093	*	*	*	6,4	*	<5	<2	*	13	-	<10	*	360	36	<2	<2	<10	<10	-	-
		VEY_e2 (non filtré)	210	<5	<5	16	<0,5	<5	24	<0,5	*	18	<2	0,12	*	*	*	5,1	*	<5	<2	*	14	<300	<10	*	360	6,9	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
	Galerie Privas	CHA_S40_e1	17	<5	<5	24	<0,5	<5	49	<0,5	82	<5	<2	0,065	<0,05	0,065	4,2	3,1	7,8	<5	<2	16	<5	<300	<10	6300	350	<1	<2	<2	13	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e1 (filtré)	<10	<5	<5	24	<0,5	<5	33	<0,5	80	<5	<2	0,029	<0,05	0,029	4,1	4,2	7,7	<5	<2	16	<5	<300	<10	6200	340	<5	<2	<2	12	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e3_HE (filtré)	<10	<5	<5	13	<0,5	<5	14	<0,5	61	<5	<2	0,017	<0,05	<0,05	1,8	<3	5,3	<5	<2	7,2	<5	*	<10	4500	210	<5	<2	<5	<10	<5	*	*
		CHA_e3_HE	12	<5	<5	18	<0,5	<5	28	<0,5	*	<5	<2	0,025	*	*	*	3,9	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	260	<5	<2	<2	16	<5	*	*
	Mézayon	CHA_S39_e7	17	<5	<5	140	<0,5	<5	20	<0,5	59	<5	<2	0,058	<0,1	<0,1	3,5	4,2	10	7,3	<2	7,5	<5	<300	<10	3000	120	<5	<2	<2	10	<5	<0,01	<0,2
		Minimum	<10	<5	<5	13	<0,5	<5	14	<0,5	59	<5	<2	0,017	<0,1	0,029	1,8	3,1	5,3	<5	<2	7,2	<5	<300	<10	3000	120	<5	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
		Maximum	210	<5	<5	140	<0,5	<5	49	<0,5	82	360	2,4	1,4	<0,05	0,065	4,2	7,4	10	23	9,1	16	130	<300	<10	6300	360	36	<2	<2	16	<5	<0,01	<0,4
Référence entre Chaliac et Juliette		CHA_S40_e4	26	<5	8,4	58	<0,5	<5	9,6	<0,5	5,8	<5	<2	0,055	*	*	1,1	5,9	2,6	<5	<2	4,4	5,8	<300	<10	5900	30	<5	<2	<2	100	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e4 (filtré)	24	<5	8,1	58	<0,5	<5	9,5	<0,5	5,8	<5	<2	0,041	*	*	1,5	5,6	2,6	<5	<2	4,3	5,5	<300	<10	5800	30	<5	<2	<2	100	<5	<0,01	<0,4

*Tableau s: Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Ouvèze, zone de Privas et point de référence**) – **métaux et métalloïdes***

Localisation			Analyse physique			Indices				Cations, anions et éléments non métalliques													
		Elément	pH	Cond.	T°	DCO	MES	DBO_5	COT	$O\text{-}PO_4$	O-P	F	NO_2	NO_2	NO_2-N	NO_3	NO_3-N	SO_4	NH_4	Cl	Br	NTK	$N_{(tot)}$
		Unités	-	µS/cm	°C	mg/L E/L				mg/L E/L													
		Incertitude	35%	3,80%	-	19%	17%	17%	10%	5%		12%	24%	24%	-	16%	-	9%	21%	9%	11%	6%	-
		LQ	-	-	-	15	5	3	0,5	0,03	0,01	0,05	0,01	1	1	1	1	1	0,1	1	1	5	3
		LIMITE DE POTABILITE							**2**			**1,5**		**0,5**		**50**		**250**	**0,1**	**250**			
Chaliac - zone des bassins, dépôts et laveries	LAGAU	CHA_S39_e2	7,5	160	18,5	*	*	*	3,4	0,04	?	0,08	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	22	<0,2	5	<0,05	<5	-/-
		CHA_S40_e5	6,85	140	16,4	*	<5	*	3	<0,03	?	<0,05	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S40_e5 (filtré)	*	*	*	*	<5	*	2,9	<0,03	?	<0,05	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S39_e1	7,73	710	17,4	*	*	*	1,6	0,04	?	0,41	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	250	<0,2	4	<0,05	<5	-/-
		CHA_S39_e1 (filtré)	*	*	*	*	*	*	2,2	0,04	?	0,42	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	250	<0,2	4	<0,05	<5	-/-
		CHA_S40_e6	7,7	630	16,2	*	<5	*	<0,5	<0,03	?	0,27	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	220	0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_e2	7,9	640	23	15	<5	<10	0,9	0,07	0,022	0,37	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	230	<0,1	3	*	<5	-/-
		CHA_e3	8,24	670	25,4	27	<5	<10	0,8	0,06	0,021	0,29	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	230	<0,1	4	*	<5	-/-
		CHA_S39_e3	7,48	780	18,9	*	<5	*	2,7	0,09	?	0,3	*	<0,05	<0,015	2	0,45	240	<0,2	8	<0,05	<5	0,45
		CHA_e8_HE (filtré)	6,8	50	6,5	*	<5	*	1,2	<0,03	*	0,1	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	14	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e8_HE	6,8	50	6,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e9_HE (filtré)	6,91	230	7,5	*	<5	*	0,9	<0,03	*	0,18	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	67	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e9_HE	6,91	230	7,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e10_HE (filtré)	7,25	260	9	*	<5	*	0,8	0,34	*	0,18	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	78	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e10_HE	7,25	260	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e11_HE (filtré)	7,37	270	10,3	*	<5	*	0,9	<0,03	*	0,19	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	78	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e11_HE	7,37	270	10,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Lixiviat du dépôt	Lixi_1_HE (métaux filtrés)	3,3	-	-	*	*	*	0,8	*	*	0,66	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	*	*	*	*	<5	-/-
		Lixi_1_HE	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Source	CHA_e1	6,89	640	16,6	17	<5	<10	2,6	0,34	0,11	0,14	<0,01	<0,05	<0,003	13	2,9	31	<0,1	8	*	<5	2,9
	Jardin n°5	CHA_e51	6,45	642	19,3	-	-	-	-	0,18	0,058	0,31	0,12	<0,05	0,037	<1	<0,23	230	0,14	4	*	<5	0,037
		Min	3,3	50	6,5	15	<5	<10	<0,5	<0,03	0,021	<0,05	0,12	<0,05	<0,003	<1	<0,23	14	<0,2	<5	<1	<5	0,037
		Max	8,24	780	25,4	27	<5	<10	3,4	0,34	0,11	0,66	0,12	<0,05	0,037	13	2,9	250	0,14	8	<0,05	<5	2,9
Filon Juliette	Filon Juliette	CHA_S39_e10	3	920	16,2	*	*	*	<0,5	3,4	?	1,1	<0,05	<0,05	<0,015	<1	<0,23	310	0,2	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S39_e10 (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,5	0,4	?	1,2	<0,05	<0,05	<0,015	<1	<0,23	320	0,2	<5	<1	<5	-/-
		CHA_e13_HE (filtré)	6,25	60	4,5	*	<5	*	2,5	<0,03	*	0,12	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	14	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e13_HE	6,25	60	4,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e9	3	910	16,2	*	*	*	2	0,86	?	1	<0,05	<0,05	<0,015	3	0,68	330	0,2	<5	<1	<5	0,68
		CHA_S39_e9 (filtré)	*	*	*	*	*	*	3,8	0,21	?	0,98	<0,05	<0,05	<0,015	4	0,9	330	0,3	<5	<1	<5	0,9
		CHA_e14_HE (filtré)	2,79	720	8,3	*	9	*	1,1	0,25	*	0,64	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	220	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e14_HE	2,79	720	8,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e11	7,3	210	*	*	*	*	3,9	0,03	?	0,33	<0,05	<0,05	<0,015	2	0,45	77	0,1	4	<0,05	<5	0,45
		SJSA_J_e1_HE (filtré)	6,85	120	9,4	*	<5	*	2	<0,03	*	0,18	*	<0,01	<0,003	1,4	0,32	23	*	<5	<1	<5	0,32
		SJSA_J_e1_HE	6,85	120	9,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		SJSA_e1	7,82	264	23,6	<15	<5	<10	2,1	0,19	0,062	0,17	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	37	0,08	5	*	<5	-/-
		Min	2,79	60	4,5	<15	<5	<10	<0,5	<0,03	0,062	0,12	0	<0,05	<0,003	<1	<0,23	14	0,08	<5	<1	<5	0,32
		Max	7,82	920	23,6	0	9	0	3,9	3,4	0,062	1,2	0	<0,01	<0,015	4	0,9	330	0,3	5	<0,05	<5	0,9
Flaviac	Chamée	FLA_e1	7,3	850	16	23	<5	<10	4,9	<0,92	<0,3	0,18	<0,01	-	<0,003	26	5,9	56	0,1	32	*	<5	5,9

*Tableau t: Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée**) – **données physico-chimiques***

Localisation		Analyse physique			Indices				Cations, anions et éléments non métalliques													
Elément		pH	Cond.	T°	DCO	MES	DBO_5	COT	$O\text{-}PO_4$	O-P	F	NO_2	NO_2	NO_2-N	NO_3	NO_3-N	SO_4	NH_4	Cl	Br	NTK	$N_{(tot)}$
Unités		-	µS/cm	°C	mg/L E/L				mg/L E/L													
Incertitude		35%	3,80%	-	19%	17%	17%	10%	5%		12%	24%	24%	-	16%	-	9%	21%	9%	11%	6%	-
LQ		-	-	-	15	5	3	0,5	0,03	0,01	0,05	0,01	1	1	1	1	1	0,1	1	1	5	3
LIMITE DE POTABILITE								2			1,5		0,5		50		250	0,1	250			
Ouvèze	Ouvèze	St_e1 (filtré)	8,45	450	19,5	25	<5	<10	2,3	<0,03	<0,01	0,06	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	24	0,1	11	*	<5	-/-
		St_e1 (non filtré)	*	*	*	24	<5	<10	2,4	<0,03	<0,01	0,06	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	24	0,1	12	*	<5	-/-
		St_e1_HE (filtré)	8,24	440	5,6	<15	<5	<10	1,1	<0,03	*	0,12	*	0,01	0,003	<1	<0,23	31	*	13	<1	<5	0,003
		St_e1_HE	8,24	440	5,6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S40_e7	8,29	470	12,3	*	<5	*	<0,5	<0,03	?	0,05	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	44	<0,1	9,1	<1	<5	-/-
		CHA_S39_e6	7,84	520	17,4	*	*	*	3,7	0,39	?	0,06	<0,05	<0,05	<0,015	6	1,4	37	0,1	29	0,45	<5	1,4
		CHA_e2_HE (filtré)	7,69	380	7,8	*	<5	*	2,1	<0,06	*	0,11	*	0,02	0,0061	2,7	0,61	23	*	18	<1	<5	0,62
		CHA_e2_HE	7,69	380	7,8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e8	7,93	480	14,8	*	*	*	4	0,6	?	0,09	<0,05	<0,05	<0,015	5	1,1	38	0,1	23	0,18	<5	1,1
		CHA_S39_e8 (filtré)	*	*	*	*	*	*	4,3	0,48	?	0,08	<0,05	<0,05	<0,015	6	1,4	37	0,2	22	0,17	<5	1,4
		CHA_S39_e5	*	*	*	<15	<5	<10	2,3	0,31	?	0,1	*	<0,05	<0,015	2	0,45	46	<0,2	27	<0,05	<5	0,45
		CHA_e4_HE (filtré)	8,27	380	10	<15	<5	<10	1,3	0,03	*	0,12	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	33	*	11	<0,05	<5	-/-
		CHA_e4_HE	8,27	380	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e4	8,3	590	19,1	<15	<5	<10	2,1	0,23	?	0,11	*	<0,05	<0,015	2	0,45	48	<0,2	25	<0,05	<5	0,45
		CHA_S39_e4 (filtré)	*	*	*	<15	<5	<10	2,2	0,23	?	0,11	*	<0,05	<0,015	1	0,23	47	<0,2	24	<0,05	<5	0,23
		CHA_e4	8,77	510	28,6	28	<5	<10	2	0,19	0,061	0,11	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	40	<0,1	16	*	<5	-/-
		CHA_e7_HE (filtré)	8,4	370	10,5	*	<5	*	1,7	0,03	*	0,13	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	34	*	11	<0,05	<5	-/-
		CHA_e7_HE	8,4	370	10,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S40_e2	8,27	530	17	<15	<5	<10	2,4	0,06	?	0,08	*	<0,05	<0,015	2	0,45	54	0,2	17	<1	<5	0,45
		CHA_S40_e2 (filtré)	*	*	*	<15	<5	<10	3	0,03	?	0,08	*	<0,05	<0,015	2	0,45	54	0,1	17	<1	<5	0,45
		CHA_e12_HE (filtré)	8,16	410	8,9	*	<5	*	1,5	0,06	*	0,14	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	44	*	10	<0,05	<5	-/-
		CHA_e12_HE	8,16	410	8,9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S40_e3	8,44	540	16	<15	<5	<10	2,3	<0,03	?	0,09	*	<0,05	<0,015	1	0,23	57	<0,1	18	<1	<5	0,23
		CHA_S40_e3 (filtré)	*	*	*	<15	<5	<10	2,7	<0,03	?	0,08	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	57	<0,1	18	<1	<5	-/-
		CHA_e16_HE (filtré)	8,07	390	8,7	*	<5	*	1,4	<0,03	*	0,13	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	35	*	12	<0,05	<5	-/-
		CHA_e16_HE	8,07	390	8,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Min	7,69	370	5,6	<15	<5	<10	1,1	<0,03	0,061	0,05	0	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	9,1	<1	<5	0,003
		Max	8,77	590	28,6	28	<5	<10	4,3	0,6	0,061	0,14	0	0,02	0,0061	6	1,4	57	0,2	29	0,45	<5	1,4
Privas	Galeries Veyras	VEY_e1 (filtré)	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
		VEY_e1 (non filtré)	8,3	570	16,3	26	<5	<10	1	0,03	0,01	0,05	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	22	0,1	18	*	<5	-/-
		VEY_e2 (filtré)	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
		VEY_e2 (non filtré)	8,49	555	15,5	27	6	<10	<0,6	<0,03	<0,01	0,06	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	23	0,1	18	*	<5	-/-
	Galerie Privas	CHA_S40_e1	7,71	570	14,5	*	*	*	2,6	0,18	?	0,09	*	<0,05	<0,015	3	0,68	76	0,1	21	<1	<5	0,68
		CHA_S40_e1 (filtré)	*	*	*	*	*	*	2,2	0,21	?	0,09	*	<0,05	<0,015	3	0,68	74	0,1	21	<1	<5	0,68
		CHA_e3_HE (filtré)	7,38	510	9,3	*	<5	*	1,2	0,03	*	0,15	*	0,01	0,003	2,5	0,56	60	*	15	<1	<5	0,57
		CHA_e3_HE	7,38	510	9,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Mézayon	CHA_S39_e7	8,12	430	16,3	*	*	*	3	0,17	?	0,05	<0,05	<0,05	<0,015	4	0,9	25	0,1	11	<0,05	<5	0,9
		Min	7,38	430	9,3	26	<5	<10	1	<0,03	0,01	0,05	0	<0,05	<0,015	<1	<0,23	22	0,1	11	<1	<5	0,57
		Max	8,49	570	16,3	27	6	<10	3	0,21	0,01	0,15	0	0,01	0,003	4	0,9	76	0,1	21	<0,05	<5	0,9
Référence entre Chaliac et Juliette		CHA_S40_e4	7,75	100	16,2	*	<5	*	7,6	<0,03	?	0,06	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S40_e4 (filtré)	*	*	*	*	<5	*	7,6	<0,03	?	0,06	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	0,1	<5	<1	<5	-/-

*Tableau u: Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze (**Ouvèze, zone de Privas et point de référence**) – **données physico-chimiques***

Localisation			Hydrocarbures totaux (HCT)						Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																	
	Elément		Ind C10-C40	C10-C12	C12-C16	C16-C21	C21-C35	C35-C40	N	Acyl	Ace	Fle	Phen	Anthr	Fl	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]	B[K]F	B[a]P	DB[ah]A	B[ghi]P	I[cd]P	ΣHAP	Σ4HAP	Σ6HAP
	Unités		mg/L E/L						mg/kg MS																	mg/kg	
	Incertitude		22%	-	-	-	-	-	18%	18%	17%	29%	26%	20%	24%	22%	24%	19%	23%	28%	34%	33%	25%	32%	-	-	
	LQ		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,01	2,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
LIMITE DE POTABILITE																					**10**					**100**	
Chaliac - zone des bassins, dépôts et laveries	LAGAU	CHA_e2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Source	CHA_e1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Jardin n°5	CHA_e51	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Filon Juliette	Filon Juliette	SJSA_e1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Flaviac	Chamée	FLA_e1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ouvèze	Ouvèze	St_e1 (filtré)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		St_e1 (non filtré)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		St_e1_HE (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-/-	-/-	-/-
		CHA_e4_HE (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-/-	-/-	-/-
		CHA_e4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e12_HE (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-/-	-/-	-/-
Privas	Galeries Veyras	VEY_e1 (non filtré)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*Tableau v: Résultats analytiques bruts des échantillons d'**EAU** du bassin de l'Ouvèze – **HCT et HAP***

Annexe 9

Résultats analytiques bruts des échantillons de sédiments

Les données en bleu correspondent aux résultats des environnements locaux témoins.

Les « * » indiquent que les éléments n'ont pas ou pu être analysés.

Les identifiants comprenant les lettres « HE » indiquent que les échantillons ont été prélevés en période de hautes eaux (2013).

Localisation	Type d'élément analysé	Analyses physiques			COT	Métaux et métalloïdes																							Granulométrie				
	Elément analysé	pH	Conductivité	Matières sèches		Cr VI	Hg	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Mn	Mo	Ni	Ag	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn	G-sg	G-sf	G-lg	G-lf	G-a
	Unités	MB	µS/cm MB	%mass MB	mg/kg MS	mg/kg MS																							g/kg				
	Incertitudes	11%	-	-	26%	-	24%	13%	24%	12%	23%	23%	13%	10%	21%	12%	24%	26%	13%	23%	24%	12%	24%	23%	24%	24%	15%	12%	24%	10%	10%	10%	10%	10%
	LQ	-	-	0,1	500	5	0,05	5	5	5	0,5	0,5	5	5	0,4	1	1	3	1	1	2	1	5	5	5	0,5	2	1	2	-	-	-	-	-
									<5	8,3			9,3		0,81				9,2									74						
CHALIAC - Lagau																																		
Affluent dépôt	CHA_SE1	*	*	77,9	12000	<5	0,09	18000	6,9	78	80	1	120	8,8	1,4	34	9,3	26000	45	380	<2	25	<5	210	420	41	<2	250	<5	87	470	190	110	150
Lagau	CHA_SE3	7,3	*	44,3	41000	<5	3	11000	220	100	370	3,9	6500	6,5	16	16	110	25000	210	5000	<2	260	14	130	80	19	2,2	19000	<5	170	180	180	280	190
	CHA_SE5	*	*	64,4	10000	<5	11	3800	390	180	280	0,92	12000	<5	50	7,5	9,6	18000	420	650	<2	33	29	130	39	8,7	2,9	13000	<5	-	-	-	-	-
	CHA_SE10_HE	6,9	*	78	5400	*	*	1900	200	120	160	0,65	4300	<5	13	4	3,9	12000	320	240	<2	13	15	30	28	4,7	<2	3800	<5	830	88	33	23	32
Affluent Lagau	CHA_SE4	7,2	*	78	19000	<5	1,7	7300	100	80	250	0,63	3400	<5	6,7	15	6,7	18000	120	310	<2	25	6,3	190	130	17	2,5	1600	<5	-	-	-	-	-
Source Chaliac	CHA_SE2	7,4	*	46,4	14000	<5	0,15	21000	8,7	37	100	1,3	340	15	1,1	31	15	41000	43	1100	<2	42	<5	170	93	39	1,5	190	<5	5	48	87	310	550
	Minimum	6,9		44,3	5400	<5	0,15	1900	7,9	35	100	0,63	340	<5	1	4	3,9	12000	38	240	<2	13	<5	30	28	4,7	<2	190	<5	5	48	33	23	32
	Médiane	7		71	13000		2	9150	150	90	205	1	3850	9	10	16	9	21500	165	515		29	15	150	87	18	2	2700		129	134	134	195	170
	Maximum	7,4		78,0	41000	<5	11	21000	390	180	370	3,9	12000	15	50	31	110	41000	420	5000	<2	260	29	190	130	39	2,9	19000	0	830	180	180	310	550
CHALIAC - Vendèze																																		
Filon Juliette	SJSA_SE1	7,3	*	86,6	6600	*	0,2	4700	<5	23	49	0,64	100	<5	1,6	12	3,5	7700	7,6	240	<2	11	<5	34	260	8,7	7,5	370	<5	880	42	26	13	42
OUVEZE																																		
Ouvèze	OUV_SE1	*	*	64,8	25000	<5	<0,05	6400	<5	8,3	47	0,59	9,3	18	0,81	10	5,1	16000	9,2	320	<2	18	<5	370	220	14	<2	74	<5	120	140	200	310	230
	OUV_SE1_HE	6,8	235	59	48000	*	0,44	5200	<5	6,4	45	0,43	9,3	<5	<0,4	8,9	3,8	14000	8,4	270	<2	18	<5	360	150	11	<2	64	<5	55	260	320	250	110
	OUV_SE2	6,9	100	47	75000	*	<0,05	1200	<5	<5	39	<0,5	14	<5	<0,4	3,7	<2	4800	5,6	100	<2	7,2	<5	200	250	7,5	<2	49	<5	120	210	290	270	110
	OUV_SE3_HE	7,1	*	41	83000	*	*	5900	<5	9,9	130	0,63	23	<5	<0,4	12	4,1	15000	9,2	220	<2	15	<5	140	680	19	<2	96	<5	*	*	*	*	*
	OUV_SE4	*	*	18,6	85000	*	<0,05	400	<5	<5	64	<0,5	<5	<5	<0,4	<2	<2	840	<3	18	<2	<2	<5	120	29	<2	<2	20	<5	190	310	250	130	120
	OUV_SE5	7,2	*	21,4	150000	<5	0,08	4200	<5	7,3	150	<0,5	130	5,5	0,55	9,3	2,9	7300	18	110	<2	11	<5	270	220	10	3,1	170	<5	35	230	250	450	35
	OUV_SE5_HE	7,2	*	23	36000	*	*	1300	<5	<5	120	<0,4	8,5	<5	<0,4	3,6	<2	3600	4,1	140	<2	6	<5	230	110	4,5	<2	67	<5	48	350	200	250	160
	OUV_SE6	7,2	94	70	68000	*	0,49	4200	17	13	210	<0,5	560	11	5,2	7,4	3,4	7900	31	230	<2	10	<5	320	180	9,8	<2	960	<5	76	360	230	150	190
	OUV_SE6_HE	6,9	*	38	49000	*	*	2900	7,4	13	120	0,44	290	<5	4,5	5,8	3,2	6300	14	300	<2	9	<5	170	220	7,8	<2	1100	<5	*	*	*	*	*
	OUV_SE7	7,3	342	43	36000	*	0,16	6900	5,9	12	120	0,57	230	19	3,1	12	5,9	14000	21	270	<2	20	<5	320	150	14	<2	590	<5	160	170	280	240	150
	OUV_SE7_HE	7,1	*	37	41000	*	*	7600	<5	12	68	0,61	100	14	1,5	14	4,8	15000	24	280	<2	19	<5	200	200	14	<2	250	<5	*	*	*	*	*
Galeries Veyras	VEY_Se1	*	*	40,5	35000	<5	<0,05	5000	<5	6,9	35	0,53	8,6	17	0,84	9,1	3,4	9900	8,1	210	<2	14	<5	390	36	11	2,1	43	<5	210	240	190	230	130
	VEY_Se2	*	*	30,8	78000	<5	<0,05	5800	<5	<5	41	<0,5	7,2	25	<1	7,7	3	8800	9	200	<2	15	<5	330	35	10	<2	61	<5	38	130	320	370	130
	Minimum	6,8	94	18,6	25000		<0,05	400	5,9	6,4	35	<0,5	7,2	5,5	0,6	3,6	<2	840	4,1	18	<2	6	<5	120	29	<2	2,1	20,0	<5	35	130	190	130	35
	Médiane	7	168	41	49000		0	5000	7	10	68	1	19	17	2	9	4	8800	9	220		15		270	180	11	3	74		98	235	250	250	130
	Maximum	7,3	342	70,0	150000		0,5	7600	17	13	210	0,6	560	25	5,2	14	5,9	16000	31,0	320	<2	20	<5	390	680	19,0	3,1	1100,0	<5	210	360	320	450	230

*Tableau w: Résultats analytiques bruts des échantillons de **SEDIMENTS** du bassin de l'Ouvèze*

Annexe 10

Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux

Les « * » indiquent que les éléments n'ont pas ou pu être analysés.

Localisation	Identifiant	Elément	MS	Eau	Métaux et métalloïdes													Hydrocarbures Totaux (HCT)					
					Sb	As	Pb	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Ni	Ag	W	Zn	Hg	Ind C10-C40	C10-C12	C13-C16	C17-C21	C22-C35	C36-C40
		Unité	g/100g MB		mg/kg MB													mg/kg MB					
		Incertitudes	-	-	20%	15%	15%	15%	15%	15%	20%	15%	15%	15%	20%	-	15%	30%	-	-	-	-	-
		LQ	0,1	-	0,1	0,1	0,02	0,01	0,2	0,1	0,2	0,2	1	0,1	0,1	1	0,005	0,5	-	-	-	-	-
Chaliac - filon Juliette (bord Vendèze)	ST_J_VE_J1_H	Laitue	6	94	<0,1	<0,1	0,06	0,02	<0,2	<0,1	4,3	0,47	<1	<0,1	<0,1	1,7	<0,005	*	*	*	*	*	*
	ST_J_VE_J1_M	Pommes de terre	19	81	<0,1	<0,1	0,03	0,01	<0,2	<0,1	4,5	1,8	<1	<0,1	<0,1	2,7	<0,005	*	*	*	*	*	*
	ST_J_VE_J1_B	Branches vertes blettes	9,8	90	<0,1	<0,1	0,15	0,03	<0,2	<0,1	14	0,96	<1	<0,1	<0,1	2	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Carottes	13	87	<0,1	<0,1	0,05	0,02	<0,2	<0,1	5,3	0,72	<1	<0,1	<0,1	2,5	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Tiges de blettes	5,2	95	<0,1	<0,1	0,16	<0,01	<0,2	<0,1	3,3	0,36	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Choux vert	7,9	92	<0,1	<0,1	<0,02	<0,01	<0,2	<0,1	2,9	0,17	<1	<0,1	<0,1	1,4	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Aubergine blanche	6,9	93	<0,1	<0,1	<0,02	<0,01	<0,2	<0,1	1,4	0,52	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Persil	13	87	<0,1	<0,1	0,26	<0,01	<0,2	<0,1	12	1,3	<1	<0,1	<0,1	6,1	0,006	*	*	*	*	*	*
Chaliac	CHA_VE_J2	Carottes	11	89	<0,1	<0,1	0,41	0,01	<0,2	<0,1	5,2	0,46	<1	<0,1	<0,1	1,7	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Feuilles de blettes	8,5	92	<0,1	<0,1	0,31	0,04	<0,2	<0,1	22	1,1	<1	<0,1	<0,1	6,3	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Tiges de blettes	6	94	<0,1	<0,1	0,04	<0,1	<0,2	<0,1	1,8	0,32	<1	<0,1	<0,1	13	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Pommes de terre	23	77	<0,1	<0,1	0,06	0,02	<0,2	<0,1	6,7	2,8	<1	<0,1	<0,1	4,4	<0,005	*	*	*	*	*	*
	CHA_VE_P1	Herbe	33	67	0,11	0,25	14	0,33	<0,2	<0,1	54	3,3	1,6	<0,1	<0,1	57	<0,01	270	<1	2,7	2,7	225	18
	CHA_VE_P2	Herbe	42	58	<0,1	0,45	3,5	0,06	0,69	<0,1	130	2,3	<1	<0,1	0,35	8	0,02	960	<1	<1	7,3	876	28
	CHA_VE_P3	Mirabelles	18	82	<0,1	<0,1	0,02	<0,01	<0,2	<0,1	1,7	0,52	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	50	<1	<1	<1	44	1,5
		Herbe	36	64	<0,1	<0,1	0,34	0,01	<0,2	<0,1	24	2,3	<1	<0,1	0,63	6	<0,01	350	<1	2,4	<1	279	26
	CHA_VE_P5	Herbe	50	50	<0,2	<0,1	1,6	0,033	<0,2	<0,2	36	2,9	0,59	<0,2	<0,2	7,9	<0,005	*	*	*	*	*	*
	CHA_S40_VE1	Herbe (témoin)	26	74	<0,2	<0,1	4,5	0,036	<0,2	<0,2	55	3,3	0,41	<0,2	<0,2	8	0,00994	*	*	*	*	*	*

Tableau x: Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux du bassin de l'Ouvèze (hors HAP)

Localisation	Identifiant	Elément	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																
			N	Acyl	Ace	Fle	Phen	Anthr	Fl	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]	B[K]F	B[a]P	DB[ah]A	B[ghi]P	I[cd]P	ΣHAP
		Unité	µg/kg MB																
		Incertitudes	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		LQ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chaliac	CHA_VE_P1	Herbe	1,7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,9	<1	<1	<1	2,8	<1	6,4
	CHA_VE_P2	Herbe	1,6	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9,2	<1	<1	1,2	<1	<1	12
	CHA_VE_P3	Mirabelles	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,3	<1	<1	<1	<1	<1	1,3
		Herbe	2,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,3	7,4	<1	<1	<1	<1	11,2

Tableau y: Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux du bassin de l'Ouvèze (HAP)

Annexe 11

Données de la campagne de mesures Niton® menée par le BRGM

PRESENTATION DU NITON XLT 999KWY

Le spectromètre de fluorescence X portable (FPXRF : Field Portable X-Ray Fluorescence) utilisé pour la campagne de mesure est le Niton® XLt999KWY équipé d'un mini tube de rayons X (pas de source radioactive).

Spectromètre de fluorescence X portable (Niton XLt999KWY) équipé d'un mini tube X

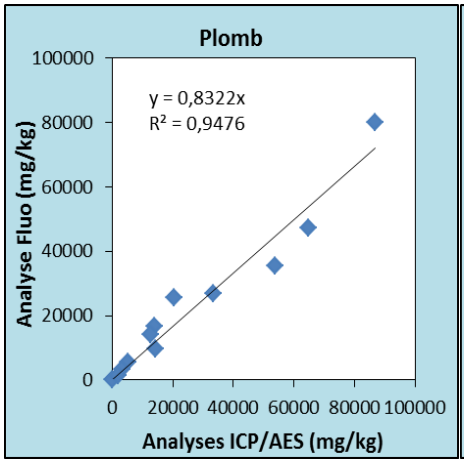
Les principales caractéristiques de cet appareil sont listées ci-dessous :

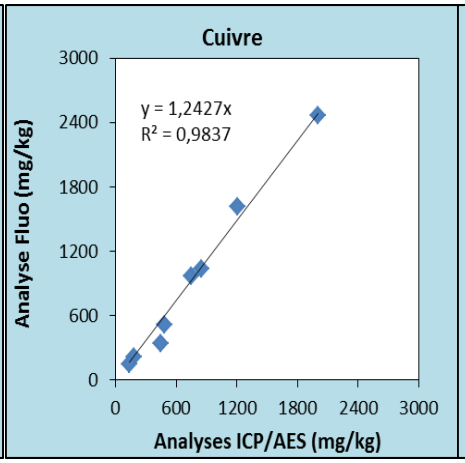
- Détecteur très haute résolution,
- Étalonnage automatique,
- D'après le constructeur en mode sol, il est possible d'analyser les 27 éléments suivants : Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sn, Pb, Hg, Sr, Cd, Ag, Sb, Rb, Ca, K, V, Ti, Sc, U, Th, Cl, S et P. Mais dans la pratique, seuls les éléments suivants sont identifiés et / ou analysés : Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Sn, Pb, Sr, Cd, Ag, Sb, Rb, Ca, K, V et Ti
- Il existe plusieurs autres modes analytiques permettant d'analyser et /ou d'identifier certains éléments non quantifiés en mode sol dont le W.
- Écran tactile renforcé,
- Stockage de 3000 analyses de sol,
- Analyse en 10 à 120 secondes (y compris calcul),
- Limite de détection de 15 à 250 mg kg^{-1} suivant les éléments,
- Autonomie : 2 x 6 heures,
- Possibilité de se connecter à un ordinateur pour transférer les données. Les données sont accessibles avec le logiciel fourni NDT version 5.2, les fichiers sont automatiquement sauvegardés au format Excel.

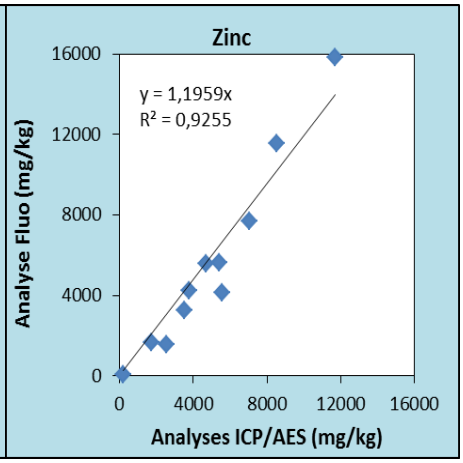
DROITES DE CALIBRATION

Treize échantillons prélevés sur les vingt-et-un ont été analysés dans les laboratoires du BRGM. Toutes les comparaisons entre les résultats de spectrométrie ICP ou d'absorption atomique AA et les résultats de fluorescence X sont faites sur des échantillons ayant subi des préparations différentes. Sur le terrain, les analyses de fluorescence X ont été obtenues après tamisage à 2 mm des sols, résidus ou stériles bruts alors que les analyses de spectrométrie ICP ou d'absorption atomique ont été obtenues après séchage à 105°C et broyage à 80 µm des échantillons. Pour les sédiments, les analyses de fluorescence X ont été réalisées en laboratoire après séchage à 40°C et tamisage à 200 µm. Les comparaisons entre les analyses terrains (Fluo) et laboratoires (ICP/AES) sont présentés sous forme de graphique (droites de calibration suivantes).

Ensemble des mesures (sols et sédiments)

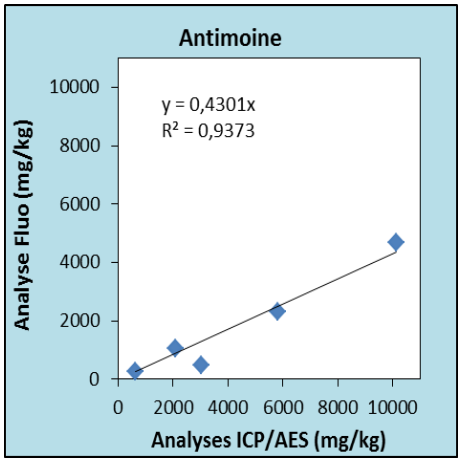




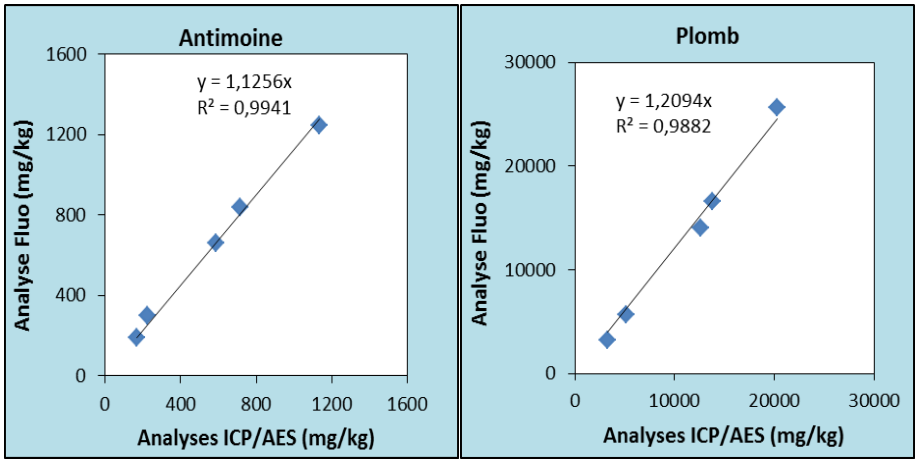


Remarque : Pour le zinc, les mesures supérieures à 1% obtenues par le Niton® sont surévaluées par rapport à l'ICP d'environ 25%.

Sols (tamisés à 2 mm)



Sédiments fins (< 200 µm)



Les données obtenues par le Niton® (terrain et laboratoire) et les analyses de laboratoires sont comparables et satisfaisantes (pente comprise entre 0,83 et 1,24 avec r² supérieur à 0,92) pour Pb, Cu et Zn. Pour l'antimoine, la matrice (sédiment ou sol) joue un rôle important. Pour les sédiments (tamisés à 200µm), la pente pour Sb est de 1,12 avec r² supérieur à 0,99 alors que pour les sols (tamisés à 2 mm), la pente est de 0,43 avec r² supérieur à 0,93. Donc pour les sols, la valeur obtenue par le Niton pour l'antimoine devra être doublée.

Ces données permettent d'identifier les différentes zones de contamination des sites. Ainsi, les résultats mesurés avec le spectromètre de fluorescence X nous donnent une bonne représentativité de l'état de contamination des sols.

RESULTATS BRUTS

Commentaires du BRGM :

- Analyses sur sol tamisé à 2 mm (modes bulk) sauf échantillons portant un astérisque (*) ;
- Echantillons portant un astérisque (*) : séchés, tamisés à 200 µm et analysés (<200 µm) ;
- Toute teneur inférieur à la limite de détection apparait en LOD ;
- Les éléments en dessous de la limite de détection sont : Sn, Cd, U, Th, Se, Hg, Ni, V et Cr ;
- Les échantillons de sol apparaissent en vert ;
- Durée de la mesure : 60 s.

Identifiant		Description	Métaux et métalloïdes (ppm)											
BRGM	GEODERIS		Sb	Ag	Sr	Rb	Pb	As	Zn	Cu	Fe	Mn	Ti	Ca
st_se1_n1*	St_SE_n1	dans l'Ouvèze amont St Priest - sédiment fin gris séché, tamisé à 200 µm	< LOD	< LOD	531	70	30	< LOD	57	< LOD	13840	217	1555	297782
st_se1_n2	St_SE_n2	dans l'Ouvèze amont St Priest - sédiment gris	< LOD	< LOD	389	55	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	7716	< LOD	666	111353
vey_se1_n1*	VEY_SE_n1	au-dessus de St Priest, sédiment dans ruisseau aval galerie - séché et tamisé à 200µm	< LOD	< LOD	300	66	21	< LOD	67	< LOD	11336	< LOD	1192	297318
vey_se1_n2	VEY_SE_n2	au-dessus de St Priest, sédiment dans ruisseau aval galerie	< LOD	< LOD	107	16	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	2604	< LOD	199	76198
vey_se1_n3	VEY_SE_n3	au-dessus de St Priest, sédiment dans ruisseau devant galerie (Fe) ouverte	< LOD	< LOD	76	49	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	139041	430	688	22684
vey_se2_n1*	VEY_SE_n4	au-dessus de St Priest, sédiment dans ruisseau amont galerie - séché et tamisé à 200µm	< LOD	< LOD	351	64	20	< LOD	55	< LOD	9968	< LOD	1170	304163
cha_so1_n1	n1	résidu de traitement avec fines jaunâtres sur le sommet et au centre du dépôt principal	483	52	20	55	11489	735	718	402	26317	< LOD	395	< LOD
cha_so1_n2	n2	résidu de traitement avec fines jaunâtres sur le sommet et à l'Ouest du dépôt principal	486	33	22	46	9013	993	1084	884	45570	< LOD	200	< LOD
cha_so1_n3	n3	résidu de traitement avec fines jaunâtres en pied de tas amont du dépôt principal	1848	114	121	126	49593	2047	5244	741	58481	< LOD	583	< LOD
cha_so1_n4	n4	sol naturel en bordure des résidus en amont du tas principal	< LOD	< LOD	360	83	353	< LOD	73	< LOD	11087	238	587	88743
cha_so1_n5	n5	résidu de traitement avec fines jaunâtres en pied de tas côté Est et en amont du dépôt principal	221	30	28	66	9643	347	359	149	13422	< LOD	682	< LOD
cha_so1_n6	n6	résidu de traitement avec fines jaunâtres sur le sommet et à l'Est du dépôt principal	615	54	37	99	14623	< LOD	414	93	10316	< LOD	1130	< LOD
cha_so1_n7	n7	résidu de traitement avec fines jaunâtres sur plateforme aval côté Ouest du tas principal	1039	84	61	69	26794	1193	4131	1043	28789	< LOD	696	< LOD
cha_so1_n8	n8	résidu de traitement avec fines jaunâtres sur plateforme aval côté Est du tas principal	235	32	33	79	13357	447	924	243	14805	< LOD	1136	< LOD
cha_so1_n9	n9	résidu de traitement avec fines jaunâtres en aval du point n8 en bordure du ravinement principal	464	45	51	107	14410	520	764	305	23424	< LOD	1016	< LOD
cha_so1_n10	n10	résidu de traitement avec fines jaunâtres en aval de la plateforme	1160	78	37	62	21275	1179	1561	904	62208	< LOD	562	< LOD
cha_so1_n11	n11	sol caillouteux avec fines marron dans le haut de la prairie et en aval du tas principal	< LOD	< LOD	66	111	749	79	333	62	21517	489	2065	4143
cha_so1_n12	n12	sol caillouteux avec fines marron dans le milieu de la prairie et en aval du tas principal	< LOD	< LOD	80	103	218	67	148	< LOD	19358	380	2186	8252
cha_so1_n13	n13	sol non végétalisé caillouteux avec fines marron dans le bas de la prairie en aval du tas principal et proche du chemin d'accès	144	35	56	86	5487	280	448	82	18724	240	1847	< LOD
cha_so1_n14	n14	sol caillouteux avec fines marron dans prairie en bordure de chemin en aval du tas principal	< LOD	< LOD	205	103	67	46	89	< LOD	16497	< LOD	1385	42400
cha_so1_n15	n15	sol caillouteux avec fines marron dans prairie en aval du tas principal proche enclos muré	< LOD	< LOD	72	117	94	93	133	< LOD	21294	259	2424	2587
cha_so1_n16	n16	sol caillouteux avec fines marron dans prairie en aval du tas principal et du point n14	< LOD	< LOD	166	122	54	< LOD	< LOD	< LOD	27003	447	1485	24602
cha_so1_n17	n17	sol marno-calcaire érodé à l'Est du tas principal	< LOD	< LOD	408	75	220	44	55	< LOD	11735	< LOD	468	96677
cha_so1_n18	n18	sol marno-calcaire érodé à l'Est du tas principal proche du point précédent	< LOD	33	413	80	160	49	< LOD	< LOD	12635	< LOD	557	99802
cha_so1_n19	n19	sol végétalisé avec fines grises sur plateforme proche de l'ancienne laverie	< LOD	< LOD	205	86	352	< LOD	281	< LOD	15841	276	1627	33413
cha_so1_n20	n20	sol végétalisé avec fines grises sur plateforme proche de l'ancienne laverie	< LOD	< LOD	207	93	303	81	242	< LOD	19807	317	1397	35670
cha_so1_n21	n21	résidu de traitement sur le talus de la plateforme, fines grises à orangés	253	63	23	67	9745	992	1575	339	44907	1380	748	< LOD
cha_so1_n22	n22	résidu sous couvert végétal d'un petit monticule entre chemin et route menant aux installations de traitement, fines marron	2295	124	48	80	35512	1476	3237	< LOD	31242	< LOD	705	< LOD
cha_so1_n23	n23	résidu sous couvert végétal (5 cm), en bordure du chemin d'accès aux installations de traitement, fines orangées	318	55	53	87	17613	2323	1014	235	168469	< LOD	744	< LOD
cha_so1_n24	n24	résidu en bordure du chemin d'accès aux installations de traitement, fines grises (en face de la fontaine)	211	23	30	68	11031	322	6199	480	25353	755	736	< LOD
cha_so1_n25	n25	résidu sur plateforme au-dessus du chemin et des installations, fines jaunes sous terre grise non végétalisée	1015	79	54	110	56658	2331	7503	1312	94009	< LOD	828	< LOD
cha_so1_n26	n26	sur tas en bordure de route, résidu sableux orangé à blanc, argileux sous faible couvert végétal	1361	96	114	96	52446	< LOD	2818	600	42353	< LOD	969	< LOD
cha_so1_n27	n27	sur tas en bordure de route, sable fin orangé à blanc avec résidus de traitement sans couvert végétal	450	57	93	92	46519	1679	6222	1380	24390	< LOD	1332	< LOD
cha_so1_n28	n28	sur tas en bordure de route et proche d'un banc, sable fin jaunâtre avec résidus de traitement sous faible couvert végétal	604	67	64	98	22089	1213	8773	1436	28065	< LOD	1121	< LOD
cha_so1_n29	n29	sur berge du Lagau en aval des différents tas, sol caillouteux avec fines marron	< LOD	< LOD	213	102	1459	117	5611	< LOD	18254	1836	1141	36951
cha_so1_n30	n30	sol dans prairie peu végétalisé en amont du tas principal, terre marron caillouteuse	< LOD	< LOD	152	109	204	73	356	< LOD	13737	377	1528	28199
cha_so1_n31	n31	sol dans prairie peu végétalisé en amont du tas principal en aval de l'habitation, terre marron caillouteuse	< LOD	< LOD	172	102	138	70	213	< LOD	12700	420	1268	34848
cha_so1_n32	n32	sol dans prairie peu végétalisé en amont du tas principal, terre marron caillouteuse	< LOD	< LOD	384	77	894	< LOD	261	< LOD	10828	< LOD	752	75796
cha_so1_n33	n33	sol dans prairie peu végétalisé en amont du tas principal et du point n32, terre marron caillouteuse	< LOD	< LOD	155	106	257	60	127	< LOD	15048	321	1777	27918

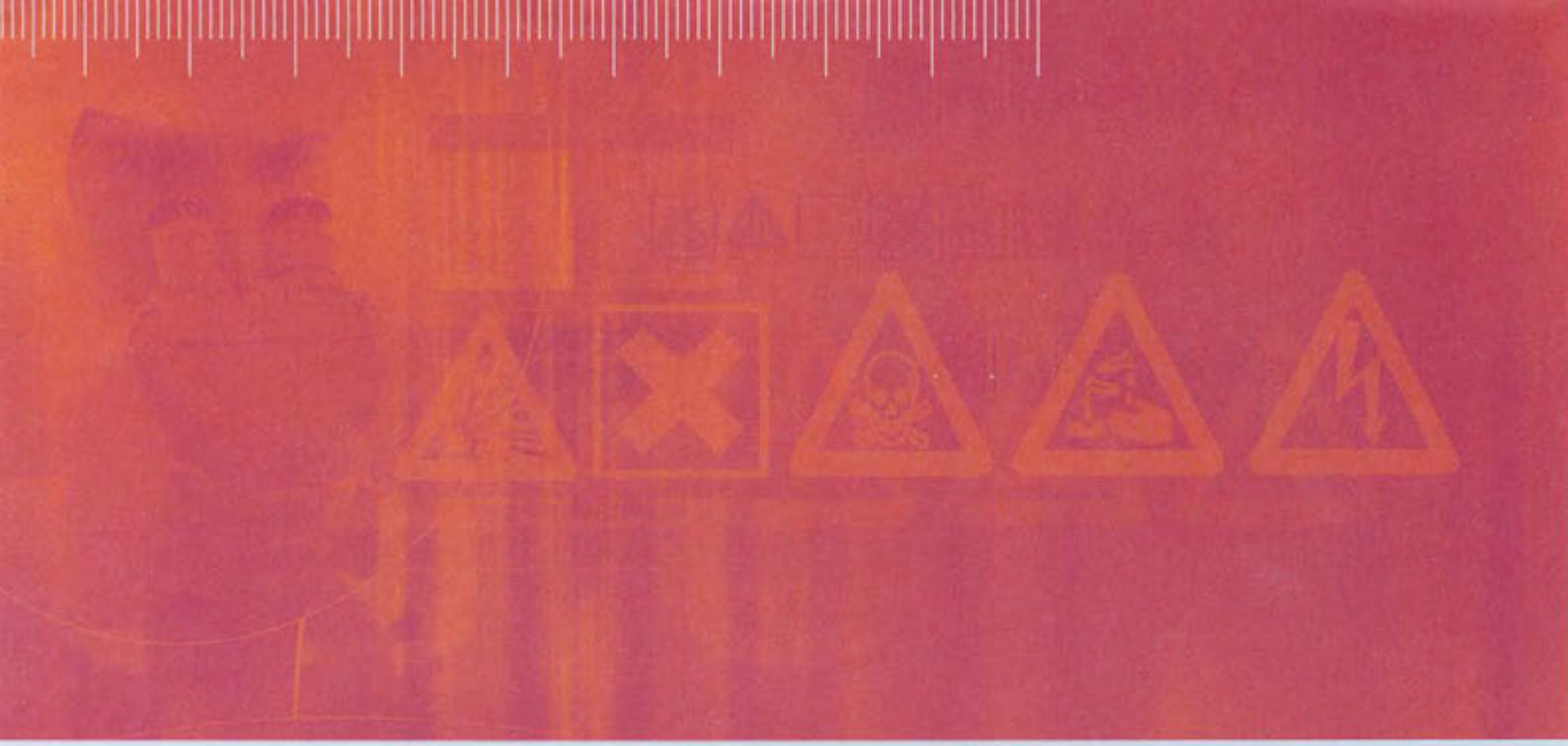
Identifiant		Description	Métaux et métalloïdes (ppm)											
BRGM	GEODERIS		Sb	Ag	Sr	Rb	Pb	As	Zn	Cu	Fe	Mn	Ti	Ca
cha_so1_n34	n34	résidu de traitement avec fines jaunâtre sous couvert végétal, en amont du chemin, au-dessus du Lagau canalisée	484	56	37	94	12963	978	3351	508	69755	739	867	< LOD
cha_so1_n35	n35	résidu de traitement avec fines jaunâtre sous couvert végétal, en amont du chemin, au-dessus du Lagau canalisée	142	31	151	105	6733	< LOD	1684	215	23191	350	1467	32726
cha_so1_n36	n36	dans laverie boisée en bordure de route, résidu marron fin de surface sous couvert végétal	3950	193	102	73	89819	7126	4385	800	112960	< LOD	612	< LOD
cha_so1_n37	n37	dans laverie boisée en bordure de route, résidu argileux jaunâtre fin à 1,40 m sous n36 (carottage)	< LOD	< LOD	390	57	2993	< LOD	1751	170	12672	239	618	94481
cha_so1_n38	n38	résidu fin orange à blanchâtre argileux sur tas en bordure du Lagau	1520	120	89	107	40079	1553	1837	1412	81445	< LOD	758	< LOD
cha_so1_n39	n39	résidu fin orange à blanchâtre argileux sur sommet du tas en bordure du Lagau	1449	100	164	148	36536	1112	1798	436	47261	< LOD	951	< LOD
cha_so1_n40	n40	résidu fin orangé sur plateforme du tas en bordure du Lagau	4695	194	1041	< LOD	80098	4070	4235	2473	110922	1113	1304	< LOD
cha_so1_n41	n41	résidu fin grisâtre en bordure de la plateforme du tas au pied d'un sapin mort	2186	126	104	145	32889	896	3259	1185	60769	< LOD	1192	< LOD
cha_so1_n42	n42	résidu fin jaunâtre en aval du tas dans sentier végétalisé	523	58	40	83	10389	637	1079	555	34732	< LOD	633	< LOD
cha_so1_n43	n43	résidu de concassage avec fines jaunâtres argileuses avec sur talus boisé en bordure du Lagau	491	131	67	113	47193	847	7691	4870	26408	< LOD	1163	< LOD
cha_so1_n44	n44	dans bassin reboisé sous terre végétale, résidu de concassage avec fines jaunâtre (20-30 cm)	274	42	34	86	7281	511	2974	335	26664	824	1288	< LOD
cha_so1_n45	n45	au-dessus des bassins tas de résidu de concassage avec fines marrons	223	< LOD	37	68	6567	204	4752	218	18952	1143	691	< LOD
cha_so1_n46	n46	au-dessus des bassins, sur le sommet du tas, résidu de concassage avec fines marrons	190	< LOD	34	84	5418	287	3022	176	17389	1043	799	< LOD
cha_se1_n1*	SE_n1	sédiment dans ruisseau à l'Est en amont des résidus miniers	< LOD	< LOD	230	127	117	92	193	< LOD	22687	236	3652	83213
cha_se1_n2*	SE_n2	sédiment dans ruisseau à l'Est en aval des résidus miniers	661	41	240	153	14022	441	5555	517	32664	412	2559	73683
cha_se2_n1*	SE_n3	sédiment fin marron prélevé dans la fontaine	< LOD	< LOD	263	182	401	< LOD	193	< LOD	44285	1290	4824	12689
cha_se3_n1*	SE_n4	sédiment fin marron dans le Mézayon en aval des résidus miniers	301	< LOD	273	127	5648	< LOD	15809	220	30225	2694	2732	104342
cha_se4_n1*	SE_n5	sédiment marron dans petit ruisseau à sec en amont de la confluence avec le Lagau (dans Flaviac)	189	< LOD	243	111	3245	< LOD	1686	146	19769	291	2433	71673
cha_se5_n1*	SE_n6	sédiment fin marron dans le Lagau en aval de la confluence avec ruisseau à sec (dans Flaviac)	837	71	168	117	16629	546	11549	974	38146	826	2149	51084
cha_se6_n1*	SE_n7	sédiment humide noir dans l'Ouvèze en amont de la confluence avec le Lagau (dans Flaviac)	< LOD	< LOD	325	42	41	< LOD	168	< LOD	8798	< LOD	980	256492
cha_re1_n47*	n47	Sédiment dans ancienne laverie végétalisée (roseraie) - prélèvement proche de la route	577	53	168	135	8613	< LOD	49437	391	113841	19118	2686	30518
cha_re2_n48*	n48	Sédiment dans ancienne laverie végétalisée (roseraie) - prélèvement proche du Lagau	1243	96	253	131	25660	801	25103	1617	67755	1314	2164	74556
fla_so1_n49	FLA_n49	sol végétalisé avec terre fine marron et cailloux devant entrées de maison et garage (galerie)	< LOD	< LOD	136	99	196	253	116	< LOD	27240	325	1295	26404
fla_so1_n50	FLA_n50	sol végétalisé avec terre fine marron et cailloux entre portail et maison	< LOD	< LOD	113	97	126	193	92	< LOD	22530	198	1393	17819
fla_so1_n51	FLA_n51	sol végétalisé avec terre fine marron et cailloux entre maison et muret	< LOD	< LOD	121	100	606	983	< LOD	< LOD	81690	< LOD	1207	3225
fla_so1_n52	FLA_n52	sol végétalisé avec terre fine marron et cailloux dans le chemin d'accès aux galeries	< LOD	< LOD	150	79	256	707	93	< LOD	89373	392	886	9188
fla_so1_n53	FLA_n53	sol peu végétalisé sur l'arrière de la maison en terre gris-orangé	< LOD	< LOD	55	140	291	412	74	< LOD	40732	< LOD	1636	< LOD
fla_so1_n54	FLA_n54	sol en milieu de chemin en contre-bas de la maison, terre orangée caillouteuse	< LOD	< LOD	79	131	204	1163	< LOD	< LOD	115263	< LOD	1295	< LOD
fla_so1_n55	FLA_n55	sol à l'extrémité du chemin en bordure du ruisseau à sec en contre-bas de la maison, terre orangée caillouteuse	< LOD	< LOD	71	100	190	1156	< LOD	< LOD	88084	< LOD	1213	< LOD
fla_se1_n56	FLA_n56	sédiment fin marron dans ruisseau à sec en contre-bas de la maison	< LOD	< LOD	308	68	93	133	51	< LOD	18437	816	1177	52084
fla_so1_n57	FLA_n57	sol du chemin à l'angle d'un jardin, terre fines marron caillouteuse	< LOD	< LOD	59	99	132	459	80	< LOD	96559	< LOD	1346	4891

Tableau z: Résultats bruts de la campagne de mesures Niton

Annexe 12

INERIS
Etude environnementale et sanitaire détaillée des anciennes exploitations minières du bassin versant de l'Ouvèze (07)
Volet sanitaire basé sur l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)

(Hors texte)



RAPPORT D'ÉTUDE Décembre 2013

DRC-12-130683-13821B – Rapport final

Etude environnementale et sanitaire détaillée des anciennes exploitations minières du bassin versant de l'Ouvèze (07) – Volet sanitaire basé sur l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable

Etude environnementale et sanitaire détaillée des anciennes exploitations minières du bassin versant de l'Ouvèze (07) – Volet sanitaire basé sur l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)

Ardèche (07)

Client : GEODERIS SUD

Liste des personnes ayant participé à l'étude :

Terrain :

Fabrice Richez - Unité Technologies et Procédés Propres et Durables (TPPD) à la Direction des Risques Chroniques

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

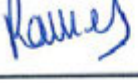
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	C. HULOT	M. ISMERT	M. RAMEL
Qualité	Ingénieur à l'unité Impact sanitaire et expositions du pôle Risque et Technologies Durables de la Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'unité Impact sanitaire et expositions du pôle Risque et Technologies Durables de la Direction des Risques Chroniques	Responsable du pôle Risque et Technologies Durables à la Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME……..9
GLOSSAIRE ……17

1 INTRODUCTION, CONTEXTE ET OBJECTIF.....19
1.1 Contexte général de l'étude 19
1.1.1 Origine de l'étude 19
1.1.2 Périmètre de l'étude 20
1.2 Objectif, cadre méthodologique et structuration de l'étude 22
1.3 Documents consultés.....23

2 PRINCIPAUX ELEMENTS DE ETUDE HISTORIQUE ET DOCUMENTAIRE 24
2.1 Préambule.....24
2.2 Démarche de recueil d'informations.....24
2.3 Exploitation minière.....25
2.4 Contexte géographique et climatique.....32
2.5 Contexte climatique.....32
2.6 Contexte géologique 32
2.7 Contexte hydrographique.....34
2.8 Sources potentielles de pollution 35
2.9 Usages et enjeux 38
2.9.1 Population humaines.....38
2.9.2 Usages des sols 39
2.9.3 Eaux de surface 43

3 SCHEMA CONCEPTUEL PRELIMINAIRE.....44

4 INVESTIGATIONS DE TERRAIN.....48
4.1 Rappel méthodologique 48
4.2 Organisation.....49
4.3 Plan d'échantillonnage 50
4.4 Protocoles de prélèvement 54
4.4.1 Sols 54
4.4.2 Sédiments 59

4.4.3 Eaux de surface 60
4.4.4 Espèces végétales (végétaux potagers, fruits sauvages et herbes de prairie) 60
4.5 Conditionnement des échantillons 66
4.6 Paramètres physiques, chimiques et biologiques 66
4.7 Résultats des analyses 71
4.7.1 Sols 71
4.7.2 Eau de surface 71
4.7.3 Sédiments 72
4.7.4 Espèces végétales (végétaux potagers et herbes de prairie) 72
5 INTERPRETATION DES RESULTATS DE CARACTERISATION DES MILIEUX 75
5.1 Préambule 75
5.2 Rappels méthodologiques 75
5.3 Schéma conceptuel 79
5.3.1 Sources de pollution 79
5.3.2 Vecteurs et milieux de transferts, milieux d'exposition et enjeux 85
5.3.3 Bilan du schéma conceptuel 88
5.4 Interprétation des résultats des analyses chimiques pour les sols 93
5.5 Interprétation des résultats des analyses chimiques pour les eaux de surface 93
5.6 Interprétation des résultats des analyses chimiques pour les végétaux potagers 95
5.6.1 Evaluation de la toxicité et valeurs toxicologiques de référence 98
5.6.1.1 Généralités 98
5.6.1.2 Démarche générale d'analyse et de sélection des VTR 101
5.6.1.3 Classifications disponibles pour les substances étudiées 103
5.6.1.4 VTR retenues pour une exposition chronique et la voie ingestion 103
5.6.2 Evaluation des expositions 105
5.6.2.1 Généralités et rappels méthodologiques 105
5.6.2.2 Paramètres d'exposition relatifs aux enfants et aux adultes 106
5.6.2.3 Paramètres environnementaux 113
5.6.3 Caractérisation des risques 114
5.6.3.1 Généralités et rappels méthodologiques 114
5.6.3.2 Résultats des calculs de risques 115

5.6.4 Incertitudes 125
5.6.4.1 Incertitudes sur le terme source 125
5.6.4.2 Incertitudes sur l'évaluation de la toxicité 128
5.6.4.3 Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition 128
5.6.4.4 Incertitudes sur la caractérisation du risque 134
6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS EN TERMES SANITAIRES 135
6.1 Conclusions sur l'Interprétation de l'Etat des Milieux - IEM 135
6.2 Recommandations 138
6.2.1 Mesures concernant les sols 140
6.2.2 Mesures concernant la consommation des végétaux potagers 140
6.2.3 Mesures concernant les eaux 141
7 REFERENCES 142
8 LISTE DES ANNEXES 146

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Communes du bassin versant de l'Ouvèze concernées par des concessions minières (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 22

Tableau 2 : Sources potentielles de contamination d'origine minière identifiées dans le bassin de l'Ouvèze (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013 ; source primaire en rose et secondaire en bleu) 36

Tableau 3 : Synthèse des échantillons analysés et mesures (extrait de GEODERIS, version projet juillet 2013)° 50

Tableau 4 : Description des lieux de l'environnement local témoin (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 53

Tableau 5 : Paramètres physiques, chimiques et biologiques mesurés pour chaque matrice (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 70

Tableau 6 : Végétaux prélevés dans les jardins potagers 74

Tableau 7 : Concentrations (mg/kg MS) dans les sols retenues pour l'IEM pour les zones étudiées pour le scénario ingestion de sol, avec rappel des concentrations de l'environnement local témoin 84

Tableau 8 : Récapitulatif du schéma conceptuel d'exposition en fonction des zones étudiées 89

Tableau 9 : Limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les substances étudiées (extrait de Annexe I de l'arrêté du 11-01-2007) 94

Tableau 10 : Concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées 96

Tableau 12 : Synthèse des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sélectionnées 104

Tableau 13 : Quantités ingérées de végétaux autoproduits issues de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) 109

Tableau 14 : Calcul de taux d'autoconsommation sur la base des données de Bertrand (1996) 110

Tableau 15 : Valeurs des paramètres d'exposition d'un enfant 111

Tableau 16 : Valeurs des paramètres d'exposition de l'adulte 112

Tableau 17 : Concentrations (mg/kg MS) dans les sols retenues pour l'IEM pour les zones étudiées pour le scénario ingestion de sol 113

Tableau 18 : Synthèse des calculs de risques pour les substances aves des effets à seuil (Quotient de Danger - QD) pour les différents scénarios et zones étudiés 116

Tableau 19 : Synthèse des calculs de risques pour les substances avec des effets sans seuil (Excès de Risques Individuel - ERI) pour les différents scénarios et zones étudiés.....117

Tableau 20 : Synthèse des résultats des calculs de risques au regard des intervalles de gestion de l'IEM et approfondissements requis pour des scénarios associés à la fréquentation par des enfants des différentes zones étudiées de Chaliac et de Flaviac- Chamée et pour le scénario associé au jardin 2 de Chaliac 123

Tableau 21 : synthèse des risques pour les substances avec des effets à seuil (QD) et sans seuil (ERI) pour le scénario de la zone du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (et l'horizon situé entre 5 et 10 cm de profondeur : OUV CHA_SO_20_5_10) 127

Tableau 22 : Mode opératoire des analyses en concentration totale et bioaccessibilité relative 130

Tableau 23 : Résultats des mesures de bioaccessibilité dans les sols et les végétaux 132

Tableau 24 : Synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires et démarches complémentaires 137

Tableau 25 : Synthèse des recommandations 139

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Emprise de la zone d'étude (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013).....21

Figure 2 : Localisation des secteurs décrits dans les historiques miniers (extrait de GEODERIS version projet de juillet 2013) 25

Figure 3 : Localisation des ouvrages de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 27

Figure 4 : Emplacement des bassins de décantation (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 28

Figure 5 : Localisation actuelle des dépôts de la concession de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 29

Figure 6 : Schéma des installations de surface de la concession de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 30

Figure 7 : Plan des travaux miniers de la concession de Flaviac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 32

Figure 8 : Extrait des cartes géologiques du Crest (feuille n°842) et de Privas (feuille n°841), version projet, au 1/50 000 (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 33

Figure 9 : Répartition de la population de la commune de Flaviac entre 1968 et 2009 (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013).....38

Figure 11 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminants de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 40
Figure 12 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes de Chamée (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 41
Figure 13 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes du filon Juliette (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 42
Figure 14 : Activités de pêche et chasse (photos INERIS) 46
Figure 15 : Schéma conceptuel préliminaire d'exposition 47
Figure 16 : Illustration de lieux de prélèvement de sols 56
Figure 17 : Illustration de prélèvement de sédiment à Saint-Julien-en-Saint-Alban (St-J_se_1) 60
Figure 18 : Illustration des lieux de prélèvement de végétaux dans les jardins de fruits sauvages et des herbes de prairie 62
Figure 19 : Critères de gestion du risque de l'IEM (source : MEDD, 2007) 76
Figure 20 : Intervalles de gestion donnés par la grille de calculs de l'IEM (source : MEDD, 2007) 78
Figure 21 : Localisation des résidus et bassins de décantation sur la zone de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 83
Figure 22 : Localisation des zones étudiées dans l'IEM 85
Figure 23 : Localisation des zones étudiées (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013) 88

RESUME

Afin de se conformer aux exigences de l'article 20 de la directive européenne 2006/21/CE du 15 mars 2006 et aux décisions associées 2009/337/CE, 2009/359/CE et 2009/360/CE, le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) a confié à GEODERIS la mission d'inventaire des résidus de l'industrie extractive présents sur le territoire Français (inventaire dit « DDIE »).

GEODERIS a mis en œuvre cet inventaire « DDIE » notamment dans le département de l'Ardèche, en région Rhône-Alpes. Dans cette région se situe le bassin jusqu'au Pouzin où l'Ouvèze se jette dans le Rhône. Ce bassin versant s'étend sur une surface de 125 km² environ. Il comprend seize communes et comptent huit exploitations minières, concédées pour des exploitations de fer carbonaté, de plomb argentifère et de pyrite. A l'issue de l'inventaire, parmi ces secteurs a été identifié par GEODERIS celui de Chaliac, qui a obtenu un classement en D[1], signifiant que les dépôts identifiés sont susceptibles de présenter un risque significatif pour la santé humaine et l'environnement. Le secteur nécessite donc une étude environnementale détaillée permettant d'apprécier le degré de gravité éventuelle vis-à-vis des enjeux.

Par ailleurs, l'Ouvèze est un cours d'eau notoirement contaminé, diverses études menées dans le cadre du contrat de rivière de l'Ouvèze l'indiquant. Diverses industries et anciennes exploitations minières le jalonnent et en sont probablement à l'origine. Ainsi, l'étude des dépôts du secteur de Chaliac et de leur impact sur l'environnement et la santé humaine s'est avérée insuffisant pour apprécier l'origine des contaminations de l'Ouvèze. C'est pourquoi l'emprise du site est étendue à la totalité du bassin versant de l'Ouvèze et des anciennes concessions minières situées en bordure ou à proximité de celui-ci.

Ainsi, sur demande de la DREAL Rhône-Alpes, une étude environnementale et sanitaire a été prévue dans le programme 2012 de GEODERIS. L'INERIS a été mandaté par GEODERIS pour évaluer l'impact des activités minières sur les milieux (sols, eaux, et denrées alimentaires) et d'en déduire si les usages constatés sont compatibles avec l'état de ces milieux dans le périmètre défini. Pour ce faire, l'étude s'inscrit dans le cadre d'une démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) au sens de la note aux Préfets du 08 février 2007.

Dans le cadre de l'étude documentaire sur le bassin versant de l'Ouvèze, deux secteurs ont été définis :

– les secteurs de Chaliac et de Chamée (nommé secteur de Flaviac), étudiés conjointement ;

– le secteur de Privas. Celui ne comprenant ni dépôts de résidus, ni usines de traitement de minerais et aucune source de contaminations potentielles pour les populations et l'environnement n'a été identifiée, cette étude s'est

[1] Sur une échelle de A (secteurs ne présentant pas de risques significatifs) à E (secteurs susceptibles de présenter des risques pour la santé humaine et l'environnement et nécessitant une étude détaillée urgente).

donc attachée à caractériser l'impact des exploitations sur le réseau hydrographique principal, à savoir l'Ouvèze.

Sur la base de l'étude historique et documentaire menée par GEODERIS un schéma conceptuel préliminaire a été élaboré en concertation avec l'INERIS et le BRGM intervenant également sur ce dossier, afin de définir la stratégie d'investigations.

Quatre campagnes de terrain ont ainsi été réalisées. L'INERIS a participé uniquement à la première campagne, avec la réalisation principalement de prélèvements de sols de surface dans des zones de promenades et de loisirs, de jardins d'agrément, de sols remaniés dans les jardins potagers, d'eaux de surface utilisées pour certaines pour l'arrosage des jardins potagers, de végétaux issus de jardins potagers, de fruits sauvages et d'herbes de prairies, de sédiments dans une zone fréquentée par les populations, ainsi que de prélèvements pour caractériser l'environnement local témoin.

Les campagnes suivantes réalisées par GEODERIS, avaient pour objectif de poursuivre la caractérisation des eaux de surface en régime de basses eaux et hautes eaux ; quelques prélèvements complémentaires de sols, de sédiments et d'herbes de prairies ayant été échantillonnés.

Les résultats de ces campagnes de terrain ont mis principalement en évidence, au regard des concentrations de l'environnement local témoin, la présence de **sources de pollution pour les sols :**

Zone de Chaliac

De nombreux points de prélèvement de sols de surface indiquent des concentrations significativement supérieures à celles de l'environnement local témoin, et notamment au droit et aux abords immédiats du Terril de Pansier, des dépôts de résidus de la grande laverie et de la petite laverie, et également le long de la route bordant les bassins de décantation.

A titre d'exemple, en bordure nord ouest du Terril du Pansier, les concentrations sont notamment de 37 000 mg/kg en plomb, de 1 100 mg/kg en arsenic, de 3 000 mg/kg en antimoine, de 22 mg/kg en cadmium, de 760 mg/kg en cuivre et de 4 700 mg/kg en zinc. En bordure du flanc sud est de ce dépôt de résidus majeur, le long d'un chemin, les concentrations sont également significatives, par exemple de 38 000 mg/kg en plomb, de 240 mg/kg en arsenic, de 860 mg/kg en antimoine, de 29 mg/kg en cadmium, de 260 mg/kg en cuivre et de 6 300 mg/kg en zinc. Dans une des zones de dépôt de résidus à proximité des bassins de décantation, les concentrations sont notamment de 40 000 mg/kg en plomb, de 680 mg/kg en arsenic, de 240 mg/kg en antimoine, de 600 mg/kg en cuivre et de 1 700 mg/kg en zinc

Zone de Flaviac, Chamée

Les concentrations observées dans les sols de surface au droit de la parcelle avec la galerie à proximité de l'ancienne usine de couperose, sont significativement supérieures pour plusieurs substances à celles de l'environnement local témoin, avec notamment 480 mg/kg en plomb, 860 mg/kg en arsenic.

Pour les végétaux potagers, globalement les concentrations des métaux et des métalloïdes en lien avec l'activité minière observées dans les végétaux potagers cultivés dans les jardins sont faibles, souvent inférieures aux limites de quantification, ou du même ordre de grandeur, à l'exception plus particulièrement du plomb et du cadmium pour un jardin de Chaliac.

Le bilan du schéma conceptuel indique en termes sanitaires que les enjeux considérés sont les populations (adultes et enfants) riveraines des sites ou de passage, comme des vacanciers et des randonneurs.

Les voies d'exposition principalement retenues sont les suivantes :

– l'ingestion de sol de surface pour les enfants les plus exposés au regard de leur comportement ;

– l'ingestion de végétaux potentiellement contaminés par l'arrosage du potager, en raison de l'usage des eaux de surface. En effet, l'Ouvèze, le Vendèze et le Lagau font tous trois l'objet de prélèvement pour l'irrigation des jardins potagers ;

– l'ingestion non intentionnelle d'eau par les enfants liée à l'usage de loisirs des eaux de surface, fréquentées pour la baignade[2] et cela malgré les informations suivantes indiquées dans le rapport de GEODERIS (version projet de juillet 2013 : « la baignade n'est pas autorisée sur l'Ouvèze mais des témoignages oraux indiquent que riverains et estivants se baignent tout le long de l'Ouvèze. Des baigneurs ont été observés dans le Vendèze mais aucun indice n'a été relevé dans le Lagau, mais cet usage n'est pas exclu ».

Conformément à la démarche **d'Interprétation de l'Etat des Milieux**, les concentrations mettant en évidence une dégradation de la qualité des milieux (concentrations mesurées supérieures aux concentrations de l'environnement local témoin), ont été comparées aux valeurs de gestion au regard des usages constatés. En leur absence la réalisation de calculs de risques sanitaires pour les voies d'exposition considérées a été menée en prenant en compte les intervalles de gestion du risque de l'IEM. Lorsque les résultats des risques se situent dans la gamme d'interprétation des risques ($0,2 < QD < 5$ ou $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$,) nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion, une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a été conduite avec les règles d'additivité des risques et les niveaux de référence de risques pour les effets à seuil de 1 et pour les effets sans seuil de 10^{-5}.

[2] Au regard de la granulométrie des « sédiments » prélevés avec des fractions grossières significatives, l'exposition à ces derniers n'a pas été prise en compte, comme par exemple via l'ingestion accidentelle.

Au regard des valeurs de gestion disponibles, l'analyse des concentrations indique principalement pour les :

***Eaux de surface* :**

Zone de Chaliac

Dans le cas des eaux du Lagau, celles (CHA-E51) utilisées pour l'arrosage du jardin 1 (OUV-CHA-SO-J-1), plusieurs dépassements des valeurs de gestion précitées sont à mentionner (le plomb, 95 µg/l pour une valeur de gestion de 10 µg/l ; le cadmium, 8,3 µg/l pour une valeur de gestion de 5 µg/l ; l'antimoine, 6,1 µg/l pour une valeur de gestion de 5 µg/l). L'échantillon d'eau (CHA-E-3) situé à proximité indique également un dépassement des valeurs précitées (le plomb avec 64 µg/l, 7 µg/l pour le cadmium). Le prélèvement d'eau (CHA-S40-E-6) en lien avec le jardin 2 (CHA-VE-J-2), indique également un dépassement des valeurs précitées, notamment pour le plomb avec 26 µg/l.

Concernant l'eau utilisée pour l'arrosage du jardin de Flaviac, Chamée (FLA-E1), les concentrations sont inférieures aux valeurs réglementaires précitées.

Zone de Flaviac, Chamée

A contrario, dans la zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban, les valeurs précitées dans les eaux de surface (STJ-E1) ne sont pas dépassées.

Végétaux potagers :

Zone de Chaliac

Le jardin 2 (CHA_VE_J_2) présente pour le plomb, un léger dépassement de la valeur de gestion dans les denrées alimentaires (règlement CE n°1881/2006 avec dernières modifications du 2 décembre 2011) pour un légume de type feuilles, les feuilles de blettes, avec une concentration de 0,31 mg/kg MB (matière brute) contre une valeur de 0,30 mg/kg MB. Par contre, dans le cas d'un légume de type racine, la carotte, la concentration mesurée est de 0,41 mg/kg MB, valeur significativement supérieure à la valeur du règlement de 0,1 mg/kg MB. Pour rappel, ce jardin est arrosé avec les eaux du Lagau, qui présentent une concentration en plomb de 26 µg/l. Les concentrations en plomb dans les sols sont de 300 mg/kg, légèrement supérieures à celles observées dans les alentours (de l'ordre d'une centaine de mg/kg), mais du même ordre que la concentration dans le jardin 1 dans lequel aucun végétal n'avait été prélevé, en raison de l'absence de quantité suffisante de légumes disponible.

Malgré ces dépassements, au regard d'un ajustement des quantités ingérées de végétaux autoproduits, un calcul de risques sanitaires a été réalisé pour le plomb et les végétaux concernés.

Les principales modalités de mise en œuvre de la démarche d'EQRS, sont un choix de :

– Valeurs Toxicologique de Référence (VTR) pour une exposition chronique et pour la voie ingestion, issu d'une démarche de choix approfondi et le cas échéant, la VTR la plus conservatoire a été retenue ;

– paramètres d'exposition réalisé de façon raisonnablement conservatoire en première approche au regard de certaines incertitudes notamment en termes de fréquentation des lieux, et en termes d'absence de connaissance précise, ou de données de la littérature pour une situation similaire.

Les conclusions et les recommandations en termes sanitaires sont synthétisées dans les deux tableaux suivants. Le premier reprend les résultats des calculs de risques sanitaires au regard des intervalles de gestion des risques de l'IEM et de la mise en œuvre de démarches complémentaires. Le tableau suivant présente les recommandations proposées.

Pour les conclusions et recommandations en termes environnemental, le lecteur se reportera au rapport de GEODERIS.

Synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires et démarches complémentaires

Intervalle de gestion des risques (IEM)	Scénario	Population concernée	Substances principales	Eventuelle démarche complémentaire appliquée : avec l'ensemble des substances et les critères de risques respectivement de 1 et 10^{-5} pour le QD et l'ERI	Adaptation de certains paramètres avant de statuer sur la non compatibilité avérée
QD < 0,2 et ERI < 10^{-6}	**Zone de Chaliac** Autoconsommation des végétaux potagers du jardin n°2 de Chaliac	Enfant et adulte	- -	- -	Non concerné - L'état des milieux est COMPATIBLE avec les usages constatés
0,2 <QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	**Zone de Flaviac, Chamée** Fréquentation de la zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie **– G** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	As	Non conduite car l'arsenic conduit à lui seul à un QD> 1 et ERI > 10^{-5}	Nécessité d'une enquête pour ajuster les paramètres d'exposition (fréquence d'exposition et type d'activité) et d'effectuer des mesures de bioaccessibilité des sols avant de statuer sur la non compatibilité et la mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion
QD > 5 et/ou ERI > 10^{-4}	**Zone de Chaliac**				L'état des milieux est non COMPATIBLE. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
	Fréquentation de la zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest **– A** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb, As	-	
	Fréquentation de la zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier » en périphérie sud est **– B** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb, As	-	
	Fréquentation de la zone de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) **– C** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb, As	-	
	Fréquentation de la zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc **– D** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb	-	
	Fréquentation de la zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage **– E** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, As	-	
	Fréquentation de la zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret **– F** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb	-	

Synthèse des recommandations

Zone	Recommandations à mettre en place de manière rapide au regard de la présence de population	Recommandations à statuer en fonction de certains approfondissements ou études complémentaires
Milieu SOL		
Zone de Chaliac Pour l'ensemble des scénarios étudiés (Terril du Pansier, zones des résidus de la Petite et Grande laveries)	Mise en place de panneaux préconisant de ne pas fréquenter ces zones et en limiter l'accès. En termes d'information de la population locale, le rappel de règles d'hygiène, comme le lavage des mains des enfants.	Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, tenant compte également de l'impact sur les eaux de surface et réalisation de mesures de bioaccessibilité dans les sols.
Zone de Flaviac, Chamée Fréquentation de la zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie (ancienne usine de couperose)	Mise en place de mesures simples, en termes d'information de la population locale, le rappel de règles d'hygiène, comme le lavage des mains des enfants. Enquête en termes de fréquentation de la zone par les enfants.	Mesures de bioaccessibilité dans les sols. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion.
Milieu VEGETAUX POTAGERS		
Zone de Chaliac Jardin n°2	Malgré la compatibilité suite à une démarche d'ajustement des paramètres d'exposition (quantité ingérée de végétaux autoproduits) au regard du dépassement de la valeur de gestion pour les denrées alimentaires associées au plomb, ne plus utiliser l'eau de surface pour l'arrosage du jardin. Mise en place de mesures simples, en termes d'information de la population locale, le rappel de règles d'hygiène, comme le lavage soigné des végétaux avant consommation. Enquête approfondie en termes de légumes produits annuellement et de quantités ingérées par les enfants et les adultes.	Au regard de l'enquête approfondie en termes de légumes produits annuellement et de quantité ingérée par les enfants et les adultes, et de valeurs supérieures à celles retenues dans la présente étude, réalisation des mesures de bioaccessibilité dans les végétaux. Et le cas échéant, la mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion. Recherche de lieux de captage d'eau pour l'arrosage en amont hydraulique des travaux miniers
Milieu EAUX		
Zone du filon Juliette	Mise en place de panneaux indiquant de ne pas consommer l'eau.	Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'autres mesures de gestion
Zone de Chaliac Jardin n°2	Malgré la compatibilité suite à une démarche d'ajustement des paramètres d'exposition (quantité ingérée de végétaux autoproduits) au regard du dépassement de la valeur de gestion pour les denrées alimentaires associées au plomb, ne plus utiliser l'eau du Lagau pour l'arrosage du jardin.	Au regard de l'enquête approfondie en termes de légumes produits annuellement et de quantité ingérée par les enfants et les adultes, et de valeurs supérieures à celles retenues dans la présente étude, mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'autres mesures de gestion

GLOSSAIRE (acronymes et abréviations)

AEP	Alimentation en Eau Potable
AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BMD :	Benchmark dose
BMDL10 :	Benchmark dose à la limite de 10 %
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CICAD	Concise International Chemical Assessment Documents
CRi / CRo	Concentration ou dose induisant un risque de cancer de 10^{-4}
CT	Concentration Tolérable
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DDIE	Directive Déchets Industrie Extractive
DDT	Direction Départementales du Territoire
DGS	Direction Général de la Santé (France)
DHT	Doses Hebdomadaires Tolérables
DHPT	Doses Hebdomadaires Provisoires Tolérables
DIREN	DIrection Régionale de l'ENvironnement
DJA	Dose Journalière Admissible
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DJT	Dose Journalière Tolérable
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ETM	Eléments Traces Métalliques
EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de Risque Unitaire
EFSA	European Food Safety Autority
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
IARC/CIRC	International Agency for Research on Cancer / Centre International de la Recherche pour le Cancer
ICP-MS	Inductively coupled plasma mass spectrometry
ICP-OES	Inductively coupled plasma optical emission spectrometry
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques
IRIS	Database for Risk Assessment (base de l'US EPA)
JEFCA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
LD	Limite de Détection
LOAEC	Lowest Observed Adverse Effect Concentration (concentration minimale entraînant un effet néfaste observé)

LOAEL	Lowest Observed Adverse Effect Level (dose minimale entraînant un effet néfaste observé)
LOEC	Lowest Observed Effect Concentration (concentration minimale entraînant un effet observé)
LOEL	Lowest Observed Effect Level (dose minimale entraînant un effet observé)
LQ	Limite de Quantification
MEDD	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
MEEDDAT	Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire
MPR	Maximum Permissible Risk (risque maximum acceptable)
MRL	Minimum Risk Level (niveau de risque minimum)
NOAEC	No Observed Adverse Effect Concentration (concentration maximale sans effet néfaste observé)
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level (dose maximale sans effet néfaste observé)
NQE	Norme de Qualité Environnementale
NSF	National Science Foundation
NTP	National Toxicological Program
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PBPK	Physiologically Based PharmacoKinetic (physiologique basé sur la pharmococinétique)
PLU	Plan Local d'Urbanisme
POS	Plan d'Occupation des Sols
QD	Quotient de Danger
REL	Reference Exposure Level (dose d'exposition de référence)
RfC	Reference Concentration (concentration de référence, VTR de l'US EPA)
RfD	Reference Dose (dose de référence, VTR de l'US EPA)
RfD	Reference dose (dose de référence)
RIVM	RijksInstituut voor Volksgezondheid & Milieu (National Institute of Public Health and the Environment, Pays-Bas)
SGR	Service Géologique Régional
TCA	Tolerable Concentration in Air (concentration tolérable dans l'air)
TDI	Tolerable Daily Intake
UE	Union Européenne
US EPA	Environmental Protection Agency of United States
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

1 INTRODUCTION, CONTEXTE ET OBJECTIF

1.1 CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

1.1.1 ORIGINE DE L'ÉTUDE

Les paragraphes suivants sont repris textuellement du rapport GEODERIS (version projet de juillet 2013).

« Afin de se conformer aux exigences de l'article 20 de la directive européenne 2006/21/CE du 15 mars 2006 et aux décisions associées 2009/337/CE, 2009/359/CE et 2009/360/CE, le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) a confié à GEODERIS la mission d'inventaire des résidus de l'industrie extractive présents sur le territoire Français.

Les résultats de cet inventaire, publiés au printemps 2012 (cf. annexe 1 comprenant les fiches des dépôts potentiellement impactants[3]), comprennent une liste de secteurs susceptibles de présenter un risque significatif pour l'environnement et la santé humaine et qui nécessitent une étude environnementale détaillée, voire des mesures de gestion.

Parmi ces secteurs a été identifié celui de Chaliac, situé dans le bassin versant de l'Ouvèze. L'inventaire a conclu à un classement en D[4] du secteur, signifiant que les dépôts identifiés sont susceptibles de présenter un risque significatif pour la santé humaine et l'environnement. Le secteur nécessite donc une étude environnementale détaillée permettant d'apprécier le degré de gravité éventuelle vis-à-vis des enjeux [1].

Par ailleurs, l'Ouvèze est un cours d'eau notoirement contaminé, diverses études menées dans le cadre du contrat de rivière de l'Ouvèze l'indiquant. Diverses industries et anciennes exploitations minières le jalonnent et en sont probablement à l'origine. Ainsi, l'étude des dépôts du secteur de Chaliac et de leur impact sur l'environnement et la santé humaine s'est avérée insuffisant pour apprécier l'origine des contaminations de l'Ouvèze. C'est pourquoi l'emprise du site est étendue à la totalité du bassin versant de l'Ouvèze et des anciennes concessions minières situées en bordure ou à proximité de celui-ci.

---

[3] Les données collectées dans le cadre de la DDIE font suite à un inventaire sur la base de la documentation disponible, amené à être révisé et corrigé si nécessaire.

[4] Sur une échelle de A (secteurs ne présentant pas de risques significatifs) à E (secteurs susceptibles de présenter des risques pour la santé humaine et l'environnement et nécessitant une étude détaillée urgente).

Ainsi, sur demande de la DREAL Rhône-Alpes, une étude environnementale détaillée est prévu dans le programme 2012 de GEODERIS (cf. fiche programme n° RHA 2.4.10). Cette étude doit viser à établir la compatibilité des sites avec les usages qui en sont faits. L'étude se base sur les méthodologies ministérielles de 2007 et plus particulièrement sur celle de l'interprétation de l'état des milieux (IEM). »

Pour ce faire, GEODERIS a demandé la participation du BRGM et de l'INERIS, avec pour ce dernier une mission axée plus particulièrement sur l'étude des risques sanitaires.

Le BRGM a apporté son appui au niveau de la problématique des eaux souterraines et des sédiments. Il a également pris en charge les mesures in situ (spectromètre de fluorescence X portable NITON®) destinées à évaluer l'extension des zones de sol contaminées, de caractériser les sources de contamination et l'environnement local témoin.

1.1.2 PERIMETRE DE L'ETUDE

« Le site se situe dans la partie est du département de l'Ardèche, en région Rhône-Alpes. Son emprise comprend l'ensemble du bassin versant de l'Ouvèze, qui s'étend d'ouest en est, depuis le Col de l'Escrinet jusqu'au Pouzin où l'Ouvèze se jette dans le Rhône. Le bassin versant s'étend sur une surface de 125 km² environ et concerne seize communes (cf. figure 1). »

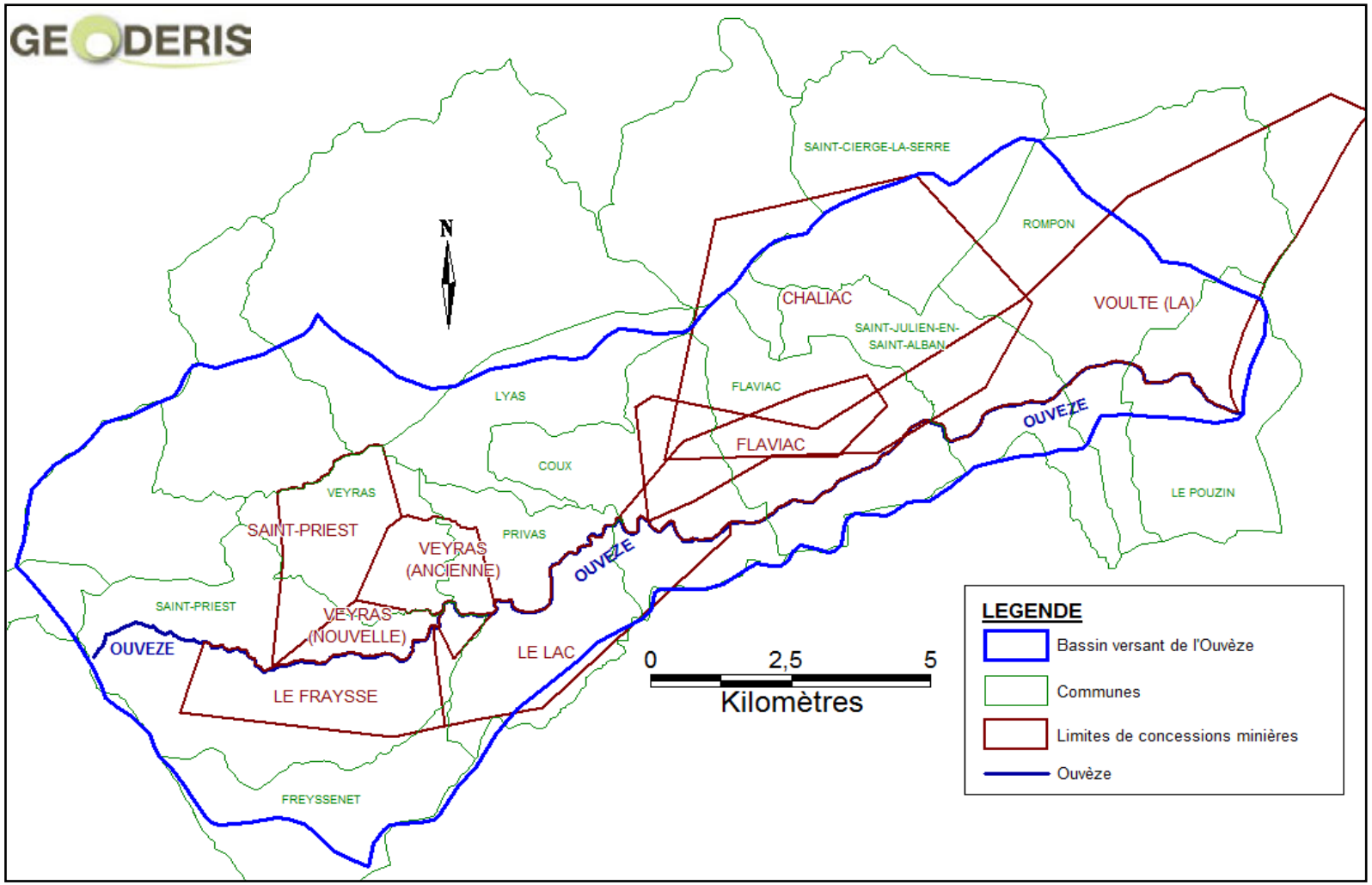


Figure 1 : Emprise de la zone d'étude (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

« Huit exploitations minières sont présentes dans le bassin versant de l'Ouvèze, concédées pour des exploitations de fer carbonaté, de plomb argentifère et de pyrite. Elles intersectent diverses communes listées dans le tableau 1. »

Concessions minières	Substance exploitées	Communes concernées
St-Priest	Fer	St-Priest et Veyras
Veyras (Ancienne)	Fer	Veyras et Privas
Veyras (Nouvelle)	Fer	Veyras, St-Priest et Privas
Flaviac	Pyrite	Flaviac et Coux
Chaliac	Plomb	Flaviac, St-Julien-en-St-Alban, Rompon, Coux, St-Vincent-de-Durfort et St-Cierge-la-Serre
Le Fraysse	Fer	St-Priest et Freyssenet
Le Lac	Fer	Privas, St-Priest et Coux
La Voulte	Fer	Rompon, Le Pouzin, St-Julien-en-St-Alban, Flaviac et Coux

Tableau 1 : Communes du bassin versant de l'Ouvèze concernées par des concessions minières (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

1.2 OBJECTIF, CADRE METHODOLOGIQUE ET STRUCTURATION DE L'ETUDE

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'impact des activités minières sur les milieux (sols, eaux, et denrées alimentaires) et d'en déduire si les usages constatés sont compatibles avec l'état de ces milieux dans le périmètre défini de l'étude.

Pour ce faire, l'étude s'inscrit dans le cadre de l'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) au sens de la note aux Préfets du 08 février 2007.

Ainsi, la prestation de l'INERIS prend en compte les règles de l'art, les recommandations des documents et méthodologiques applicables (www.developpement-durable.gouv.fr/-Sites-et-sols-pollues-.html).

Elle s'appuie en particulier sur :

– la note ministérielle « Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués », note et ses 3 annexes (MEDD, 2007), ainsi que les outils et guides méthodologiques associés publiés à ce jour, comme « Diagnostics du site », « Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement », « Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) » ;

– la circulaire BPSPR/2008-1/DG du 11 janvier 2008. Installations classées. Prévention de la pollution des sols - Gestion des sols pollués. Ce texte complète la note ministérielle du 8 février 2007 ;

– les autres réglementations en vigueur à la date de la réalisation des études antérieures et de la présente étude ;

– les normes en vigueur ;

– les connaissances scientifiques et techniques disponibles au moment de sa réalisation.

En termes de structuration du rapport, cette dernière suit les étapes classiques déroulées dans une IEM.

Ainsi, au regard de ces éléments et suite à la présente introduction, le rapport est organisé comme suit :

– les éléments principaux de l'étude historique et documentaire menée par GEODERIS (GEODERIS, version projet de juillet 2013) ;
– le schéma conceptuel préliminaire ;
– les investigations de terrain ;
– l'interprétation de l'Etat des Milieux en termes sanitaires ;
– les conclusions et les recommandations en termes sanitaires.

1.3 DOCUMENTS CONSULTÉS

Les documents consultés remis par GEODERIS sont les suivants :

Réf. - 1 : Document support à la réunion de lancement « Etude environnementale détaillée du bassin de l'Ouvèze ». 01/06/2012 ;

Réf. - 2 : Compte-rendu de la réunion de lancement de l'étude environnementale détaillées sur le bassin d'Ouvèze, référencé GEODERIS – 12RHA2410 du 27/06/2012 ;

Réf. - 3 : Etude environnementale et sanitaire détaillée des anciennes exploitations minières du bassin versant de l'Ouvèze (07), rapport GEODERIS N 2013/xxxDE – 13RHA2410, 2013, rapport en version projet de juillet 2013 lors de la rédaction du présent rapport de l'INERIS.

Une liste des documents à disposition de GEODERIS est également présentée en annexe 1 avec des éléments principaux d'information.

Une réunion de lancement de projet a été organisée par GEODERIS et a eu lieu le 1er juin 2012.

En outre, plusieurs réunions dont la première avec la visite du site, se sont tenues dans le cadre de la présente étude.

2 PRINCIPAUX ELEMENTS DE ETUDE HISTORIQUE ET DOCUMENTAIRE

2.1 PRÉAMBULE

L'étude historique et documentaire a été réalisée par GEODERIS et concerne notamment sur les aspects suivants : la géologie, l'hydrogéologie, l'hydrographie, le climat, le contexte minier (type de minéralisation, paragénèse, historique de l'exploitation, nature des travaux souterrains et des installations de surface…), les enjeux (ressources en eau, populations humaines, faune, flore, etc.) ainsi que l'état des milieux via des données déjà disponibles dans la littérature existante.

Les informations présentées ci-après sont principalement issus de documents transmis par GEODERIS au fil de l'étude, ainsi que du rapport de GEODERIS (GEODERIS, version projet de juillet 2013), en cours de finalisation en date du présent rapport.

Le présent rapport relate certaines sections du rapport précité, reprises textuellement (texte entre guillemet et en italique), ou des éléments de synthèse.

« Dans le cadre de l'étude documentaire sur le bassin versant de l'Ouvèze, deux secteurs ont été définis :

– *les secteurs de Chaliac et de Chamée (nommé secteur de Flaviac dans les paragraphes suivants), étudiés conjointement ;*
– *le secteur de Privas. Celui ne comprenant ni dépôts de résidus, ni usines de traitement de minerais et aucune source de contaminations potentielles pour les populations et l'environnement n'a été identifiée, cette étude s'est donc attachée à caractériser l'impact des exploitations sur le réseau hydrographique principal, à savoir l'Ouvèze. »*

2.2 DEMARCHE DE RECUEIL D'INFORMATIONS

Le recueil d'informations, réalisé par GEODERIS, pour la caractérisation des sources potentielles et des usages et enjeux, s'est principalement basé sur :

– des archives départementales (Privas-07) et nationales,
– des archives du BRGM Orléans ou du Service Géologique Régional (SGR) Rhône-Alpes (Lyon-69),
– données du service de Police de l'eau de la Direction départementales du territoire (DDT) Ardéchois,

– données du Syndicat Ouvèze Vive (Lyas-07) (rencontré par ailleurs également par l'INERIS lors des deux visites en présence de GEODERIS, de l'INERIS et du BRGM (pour celle du 1er juin)),

– données de la Direction régionale de l'environnement, de l'Aménagement et du logement (DREAL) Rhône-Alpes.

L'annexe 1 présente les principaux éléments consultés par GEODERIS (documentations récentes, d'archives minières et de sites internet), extraits du rapport de GEODERIS (version projet de juillet 2013).

2.3 EXPLOITATION MINIERE

La présente section traite particulièrement des secteurs de Chaliac et de la Chamée au regard de l'étude sanitaire ; des éléments concernant le secteur de Privas étant également disponibles dans le rapport de GEODERIS (version projet de juillet 2013).

« Les historiques miniers des concessions du bassin de l'Ouvèze seront traités, dans les paragraphes suivants, par secteurs, regroupant les travaux miniers ainsi que les installations de surface (points jaunes sur la figure suivante) de concessions minières géographiquement proches et dont les substances exploitées sont identiques. Les secteurs, matérialisés sur la figure suivante sont Chaliac, Chamée et Privas. »

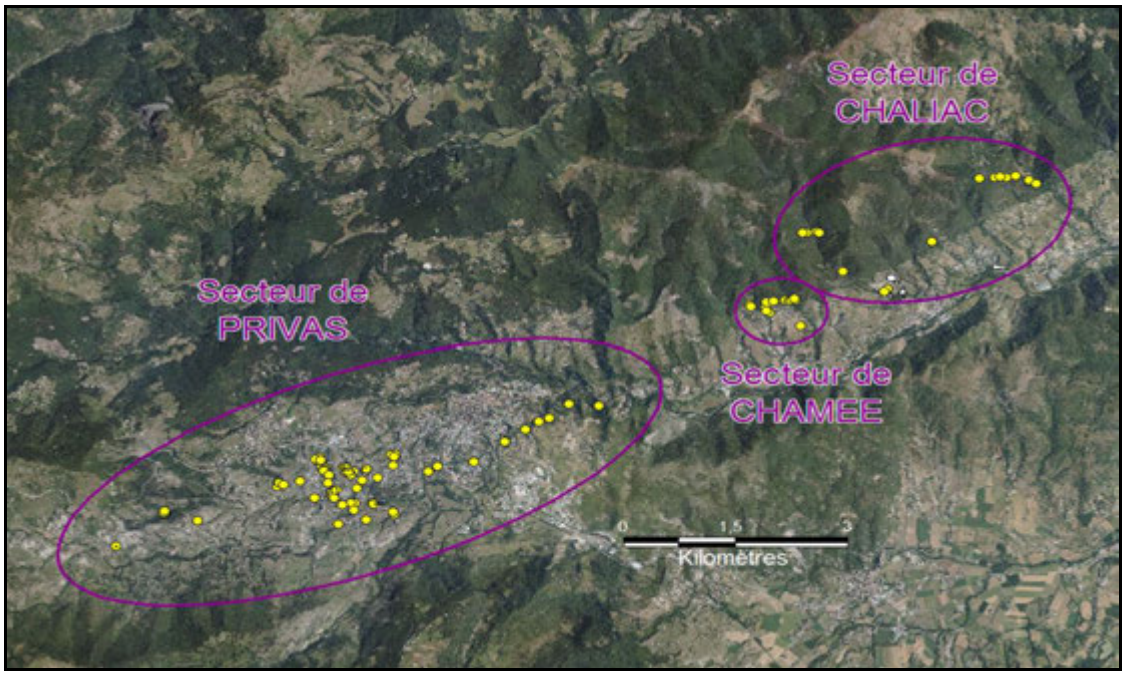


Figure 2 : Localisation des secteurs décrits dans les historiques miniers (extrait de GEODERIS version projet de juillet 2013)

Secteur de Chaliac

CONCESSION	DATE D'INSTITUTION	CONCESSIONNAIRE	DATE DE RENONCIATION
Chaliac	18 août 1890	Mr Radisson	Arrêt des travaux : 1914 Renonciation : 3 février 1934

En termes d'exploitation :

« Les travaux ont été réalisés à flanc de coteau en suivant les filons de quartz minéralisés, par galeries et dépilages verticaux. Les documents d'archive et les plans miniers ne permettent pas de replacer les filons avec précision, seuls quelques ouvrages ont pu l'être grâce aux plans et aux observations de terrain effectuées lors de la phase informative de l'étude détaillée des aléas [3].

Le filon Juliette

Les travaux ont été exécutés à l'ouest du ruisseau le Vendèze, le long de son affluent, l'Erries. Ils comprennent trois niveaux : un niveau de base, un niveau intermédiaire à 105 m au-dessus et un niveau supérieur à 130 m au-dessus du niveau de base, dit niveau Juliette.

L'exploitation se faisait par galeries (7 au total) en suivant le filon qui, dans les niveaux Intermédiaire et Juliette, a été reconnu sur une centaine de mètres, et accusait une puissance utile d'environ 15 cm.

Les filons de Malleval

Le filon Combechaude a fait l'objet de recherches par galeries en 1906 dans le ravin. Il serait ennoyé ;

Le filon Chaliac a fait l'objet de travaux importants à partir d'une descenderie. Il fait 1 km de longueur et a été dépilé sur plus de 120 m de profondeur. Les travaux communiqueraient avec le filon Alice situé plus au sud ;

Le filon Alice a été exploité sur environ 700 mètres. La totalité de la partie du filon encaissée dans les micaschistes était exploitable, mais toutes les tentatives de recherches faites dans les granites ont démontré que le filon était très peu minéralisé.

Après l'arrêt des travaux en 1914, tout l'aval pendage de la mine a été ennoyé.

Le site de la Charderie

Ce site de recherche n'a pas donné lieu à des travaux d'exploitation proprement dits. Seule une petite descenderie de 5 m vers le nord est signalée dans la BSS (Banque de données du Sous-Sol). »

La Figure 3 présente le plan des ouvrages de la concession de Chaliac.

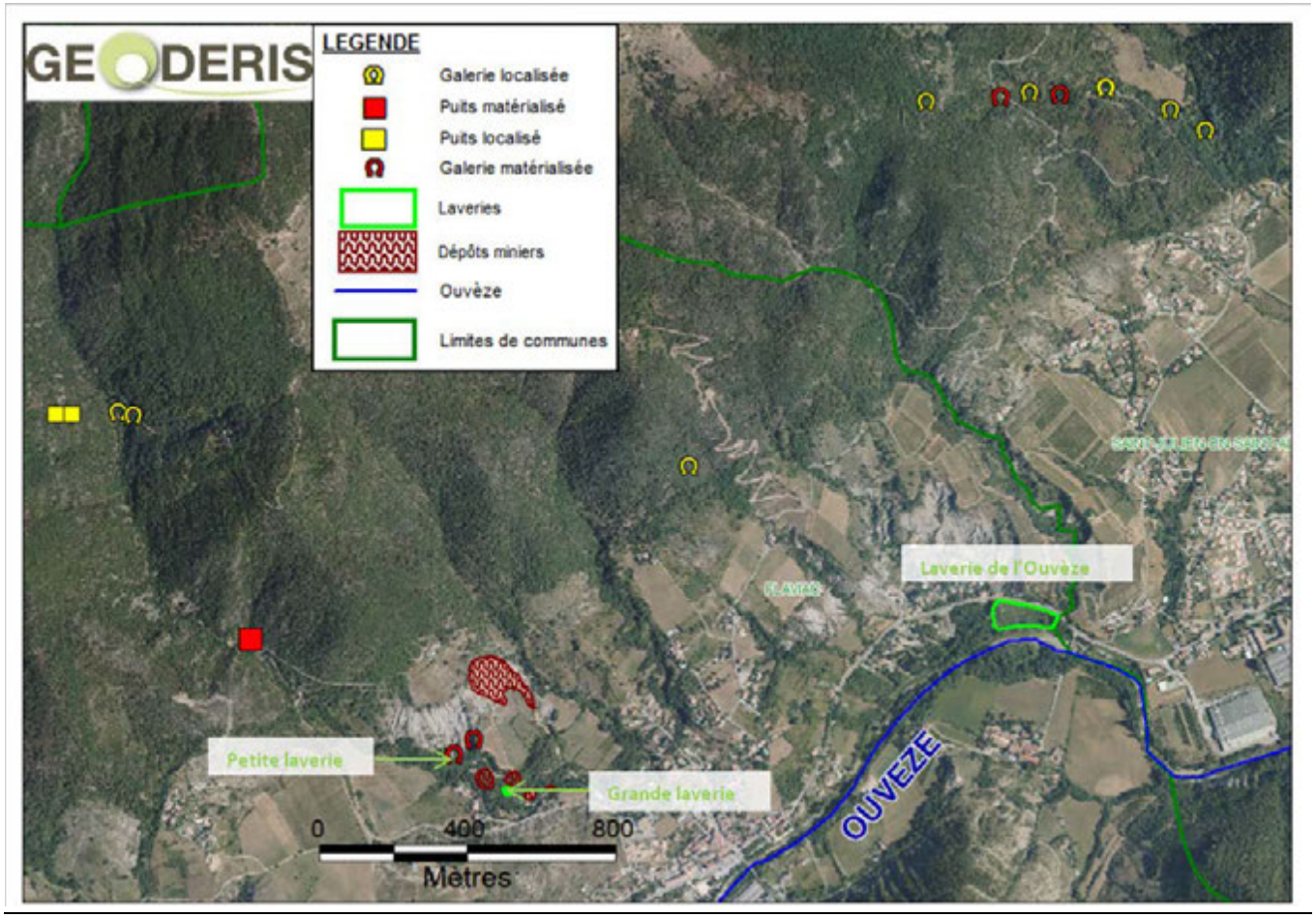


Figure 3 : Localisation des ouvrages de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

La concession a comporté trois usines de traitement (ou laveries) qui se sont succédées dans le traitement du minerai: la laverie d'Ouvèze, la Petite laverie et la Grande Laverie.

En termes de bassins de décantation :

« Comme indiqué dans le paragraphe 3.2.1.b, des bassins de décantation étaient utilisés du temps de fonctionnement de la petite laverie pour séparer les résidus de traitement de l'eau de lavage. Inadaptés pour la grande laverie, une ***dizaine de petits bassins de décantation*** *supplémentaires, attenants les tables de likenbach, ont donc été construits en même temps que la grande laverie. Après décantation, les eaux retournaient au Lagau, cours d'eau situé en bordure des petite et grande laveries. Les boues, quant à elles, étaient transportées vers* ***les grands bassins de décantation****.*

La figure 8[5] suivante indique l'emplacement de ces bassins sur un fond cartographique BD Ortho® IGN (prise de vue de 2007). Les petits et grands bassins ont été replacés grâce au plan de la figure 11, le tracé de la dizaine de petits bassins est issu d'observations de terrain. »

Figure 4 : Emplacement des bassins de décantation (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Dépots de résidus

« Les résidus de la petite laverie étaient déposés dans la zone notée « ***haldes*** *» sur la figure 11[6]. Ils ont été déposés en quatre étapes comme le montre la figure 9. Cet espace se révélant insuffisant pour la grande laverie, les résidus de celle-ci ont tout d'abord été stockés au nord des bassins de décantation (****dépôt****), puis aux lieux dits Pansier et Bois-du-Champ, plus au nord (« terril de Pansier »).*

[5] Figure 4 dans le présent rapport.

[6] Figure 6 dans le présent rapport.

La figure 10[7] indique l'emplacement actuel des dépôts de résidus tels que vus durant les visites du site. » »

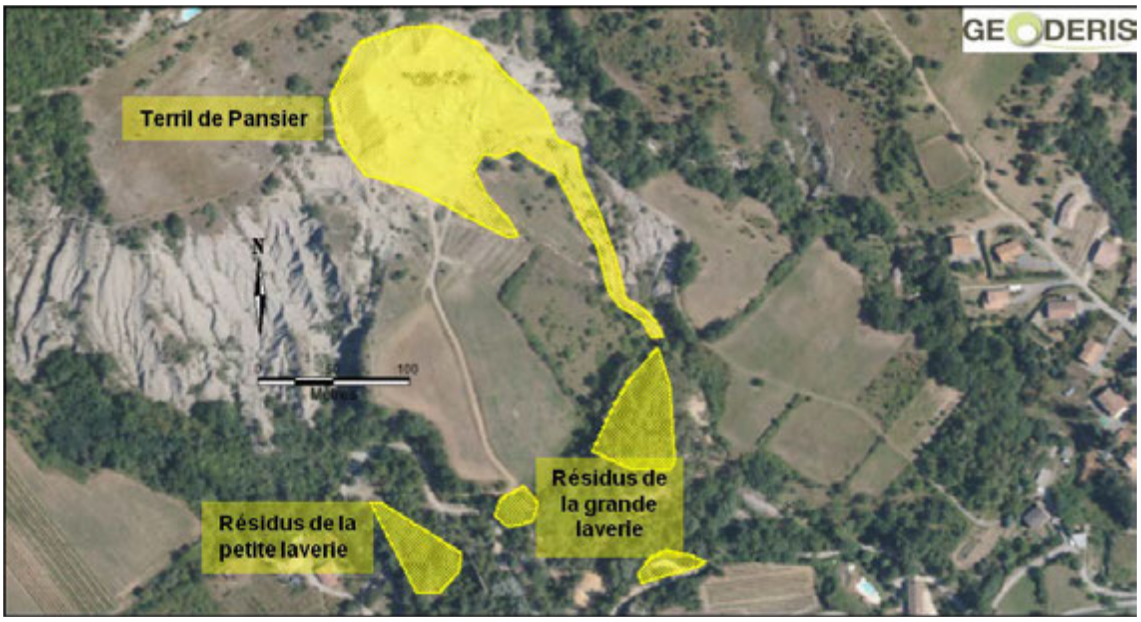


Figure 5 : Localisation actuelle des dépôts de la concession de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

[7] Figure 5 dans le présent rapport.

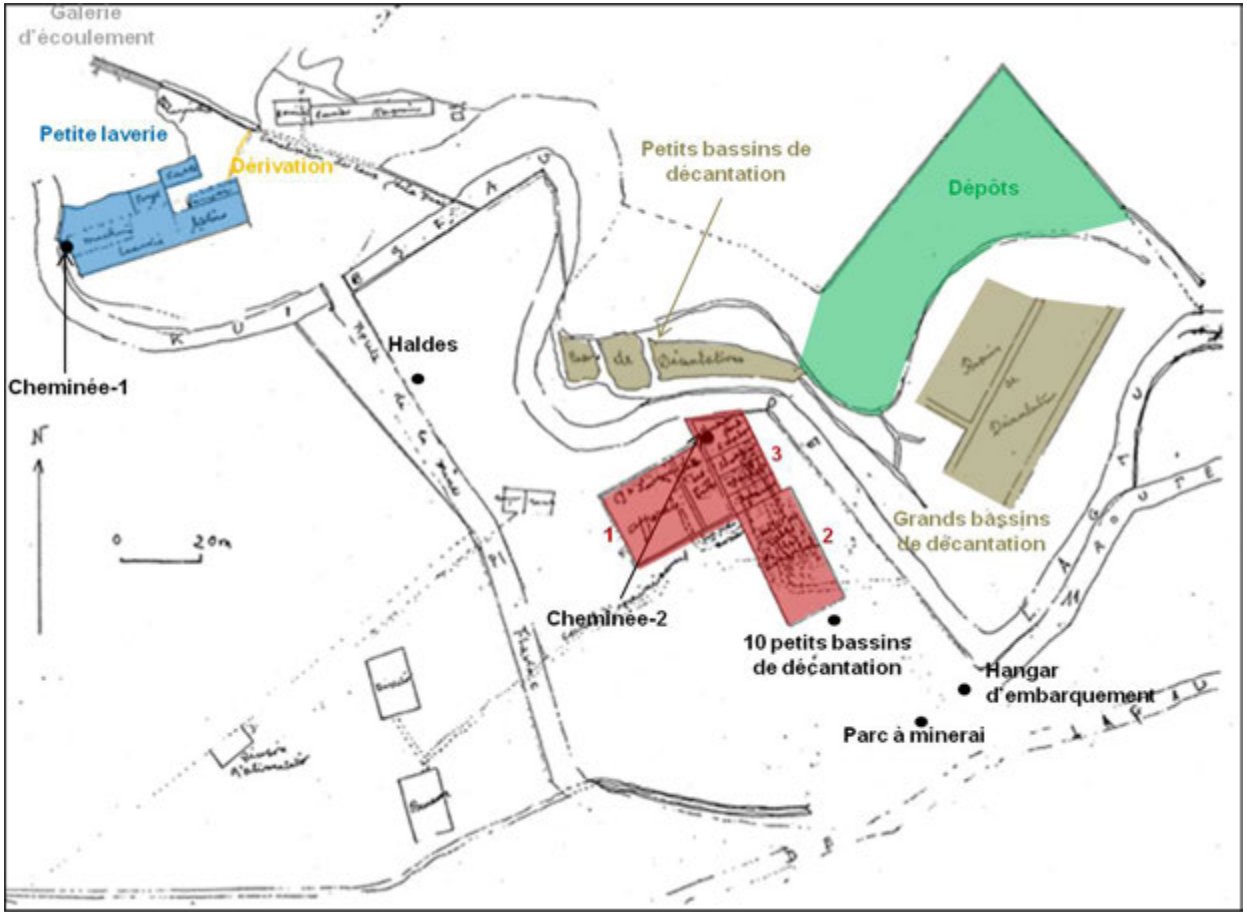


Figure 6 : Schéma des installations de surface de la concession de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Secteur de Chamée

« Historique

La concession pour pyrite de Flaviac a été attribuée par ordonnance royale du 29 août 1837 en faveur de Mr Durand Mouline ainé et Cie, pour une superficie de 427 ha.

L'exploitation s'est concentrée dans la zone de Chamée, exploitée pour la fabrication de couperose (sulfate de fer), par plusieurs galeries et à ciel ouvert.

En 1862, la mine était signalée comme étant abandonnée depuis plusieurs années. Le minerai était trop pauvre et friable.

Ayant fait retour à l'État, après la mise en déchéance des concessionnaires par arrêté du 19 décembre 1894, la concession est annulée le 24 mars 1939.

Exploitation

Le minerai a été exploité à l'ouest du bourg de Chamée, à proximité de l'usine de couperose, bien que des travaux de recherche aient été entrepris de part et d'autre du secteur. Le site a été exploité par la méthode de chambres et piliers, la zone d'exploitation principale a été dépilée jusqu'au jour, formant une vaste cuvette (cf. figure 15). Celle-ci montre que les niveaux supérieurs renferment de l'hématite mais que les niveaux inférieurs sont surtout riches en pyrite, qui remplit les nombreuses failles hachant le gisement. »

En termes d'installation :

« Le minerai a été exploité à l'ouest du bourg de Chamée, à proximité de l'usine de couperose, bien que des travaux de recherche aient été entrepris de part et d'autre du secteur. Le site a été exploité par la méthode de chambres et piliers, la zone d'exploitation principale a été dépilée jusqu'au jour, formant une vaste cuvette (cf. figure 15[8]). Celle-ci montre que les niveaux supérieurs renferment de l'hématite mais que les niveaux inférieurs sont surtout riches en pyrite, qui remplit les nombreuses failles hachant le gisement. »

[8] Figure 7 dans le présent rapport.

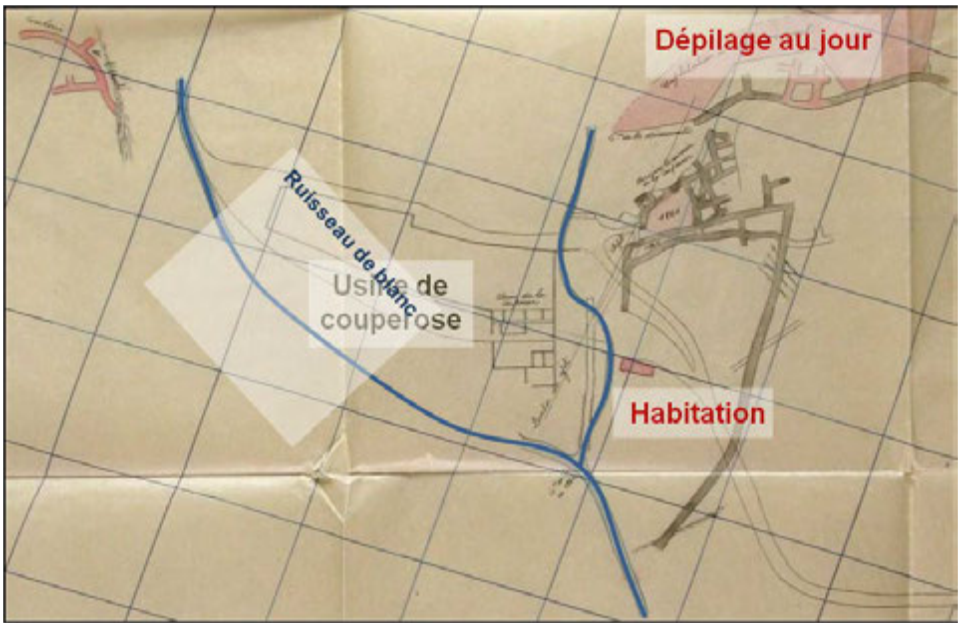


Figure 7 : Plan des travaux miniers de la concession de Flaviac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

2.4 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

« La zone d'étude se situe dans la partie centre-est du département de l'Ardèche, dans l'arrondissement de Privas.

La géographie départementale est marquée, au nord-ouest, par les collines et moyennes montagnes du massif central, le haut-Vivarais. Le centre du département comprend les basaltes du plateau du Coiron et les marno-calcaires du moyen-Vivarais. Le sud du département, ou bas-Vivarais, est creusé par de profondes gorges. L'ouest du département est délimité par le Rhône et sa vallée. »

2.5 CONTEXTE CLIMATIQUE

« Le climat du bassin de l'Ouvèze est de type « méditerranéen occidental », avec une sécheresse estivale marquée. »

2.6 CONTEXTE GEOLOGIQUE

« La géologie Ardéchoise est représentée par les structures générales suivantes:

- *Le haut Vivarais, plateau granitique de la bordure sud-est du massif central ;*
- *Le Moyen Vivarais marno-calcaire, il comprend la vallée de l'Ouvèze ;*
- *Les formations volcaniques du plateau du Coiron ;*
- *La bordure est des Cévennes cristallines ou schisteuses, recouvertes de dépôts lacustres et continentaux ;*
- *Le bas-Vivarais, marno-calcaire, creusé d'importantes gorges.*

La géologie du bassin versant de l'Ouvèze est marquée par une morphologie très tranchée. La faille de Privas-La Voulte forme une délimitation mettant en contact le socle métamorphique du Massif central au nord et une couverture sédimentaire marno-calcaire jurassique au sud.

Le socle métamorphique est constitué de micaschistes et d'intrusions de massifs granitiques. Cette formation est le siège de la minéralisation métallique exploitée.

Le bassin sédimentaire consiste en une alternance marno-calcaire du Bathonien inférieur et du Bajocien inférieur dans laquelle sont encaissés les gisements de fer stratiforme. »

La Figure 8 présente un extrait des la cartes géologiques du Crest (pour le secteur de Flaviac) et de Privas.

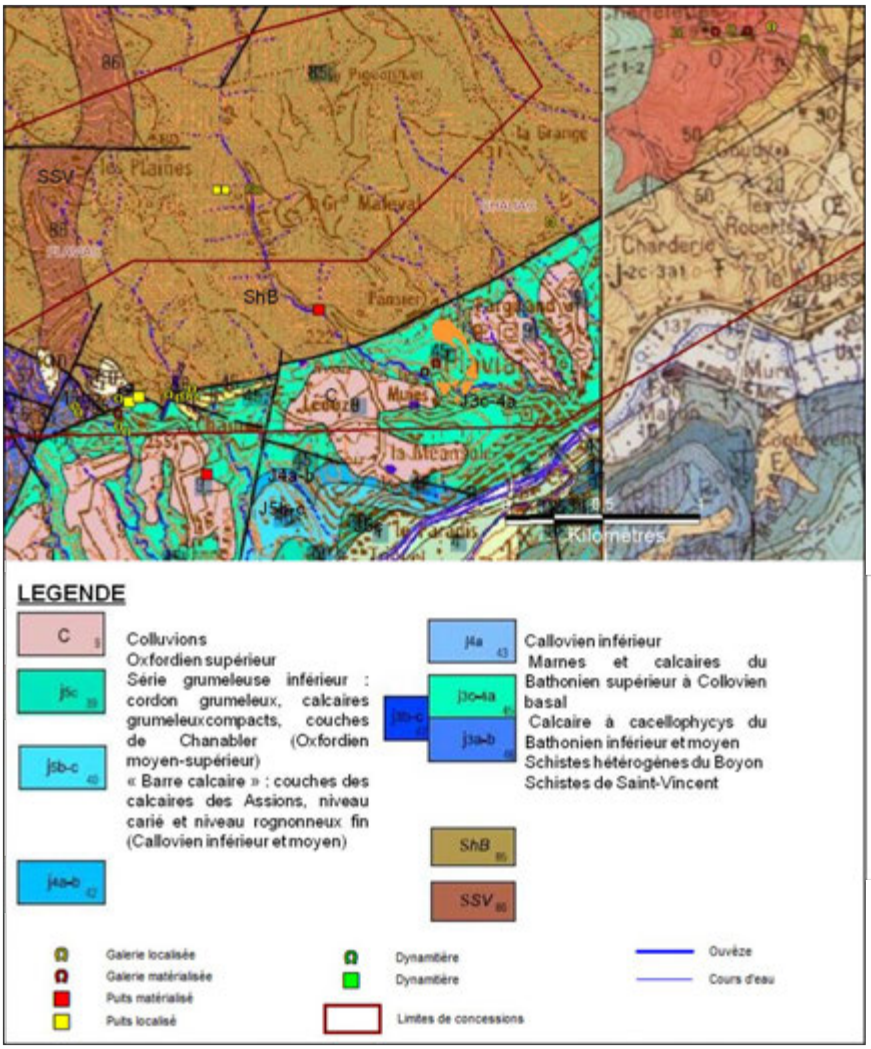


*Figure 8 : Extrait des cartes géologiques du Crest (feuille n°842) et de Privas (feuille n°841), **version projet,** au 1/50 000 (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)*

SECTEUR DE FLAVIAC

« Le secteur de Flaviac est situé à cheval sur deux ensemble géologiques : au sud, un bassin sédimentaire marno-calcaire jurassique qui s'arrête brutalement contre la faille d'effondrement de Privas-La Voulte et au nord, les terrains cristallins et métamorphiques anciens du Massif central.

Les exploitations de la concession de Chaliac se situent dans le massif micaschisteux tandis que celles de Flaviac, au hameau de Chamée, ont exploité la pyrite qui a rempli les accidents structuraux dus aux mouvements de la faille de Privas. »

SECTEUR DE PRIVAS

« La géologie du secteur de Privas consiste en un bassin sédimentaire marno-calcaire daté du Dogger : marnes friables du Callovien et calcaires du Bathonien supérieur, extrêmement faillée dans la partie nord, à la limite avec le socle. Dans ce secteur, l'Ouvèze a creusé son lit dans le Lias. »

2.7 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

GENERALITES

« Le bassin versant de l'Ouvèze s'étend sur une surface de 125 km² environ depuis le Col de l'Escrinet jusqu'au Pouzin où l'Ouvèze se jette dans le Rhône. Elle fait l'objet d'un contrat de rivière depuis 2009.

Son réseau hydrographique est dissymétrique entre l'amont et l'aval d'une part, et entre rive droite et rive gauche d'autre part. En amont, de sa source jusqu'à la confluence avec le Mézayon (son affluent principal), le chevelu hydrographique est assez peu développé. Après la confluence, les affluents se multiplient en rive gauche. Il s'agit de cours d'eau relativement modestes mais dont l'envergure augmente vers le Rhône. Le régime de ces affluents est torrentiel, à l'origine d'apports de matériaux en périodes de fortes crues.

La plus grande partie du bassin de l'Ouvèze se trouve dans la couverture jurassique (calcaires plus ou moins argileux). La partie amont des affluents rive gauche, à partir de Privas, s'écoule sur le socle cristallin (granites, migmatites) alors que l'amont du Mézayon traverse la couverture triasique (grès). »

2.8 SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

A partir des données présentées précédemment, les sources potentielles de pollution associées aux activités minières ont été identifiées et synthétisées dans le Tableau 2 extrait de GEODERIS (version projet de juillet 2013).

Au regard des informations minéralogiques retrouvées lors de l'étude historique et documentaire, les métaux susceptibles d'être présents dans les résidus sont principalement les suivants : l'arsenic, le plomb, le zinc, le cadmium, le cuivre et l'antimoine.

En termes de substances organiques, des substances (dont l'origine n'a pas été retrouvée dans les archives à ce jour), et qui ont pu être utilisées ou produites durant l'exploitation de la mine sont notamment des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

CONCESSION	SOURCE		DESCRIPTIF	SUBST. ATTENDUES
Chaliac	Bassins de décantation	Grands bassins de décantation	Bacs de décantation des résidus issus d'un traitement physique par des tables de likenbach avec apport d'eau. Leur fonctionnement s'est probablement étendu de février 1902 (mise en marche de la grande laverie) et 1914 (arrêt des travaux).	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
		Petits bassins de décantation	Ils accueillaient les surplus d'eau de la galerie d'écoulement et ont vraisemblablement fonctionné entre février 1899 et février 1902.	
		Dizaine de petits bassins	Ils sont situés en sortie de la grande laverie et ont probablement fonctionné entre février 1902 et l'arrêt des travaux en 1914. L'eau était rejetée dans le Lagau, les boues, envoyées vers les grands bassins de décantation.	
	Dépôts de résidus	« Terril de Pansier »	Les résidus y ont été stockés durant moins d'une dizaine d'années (1905-1914). Ils provenaient des grands bassins de décantation. Granulométrie millimétrique à centimétrique.	
		Résidus de la petite laverie	Dépôts effectués sur une période d'1 an (1900-1901) et issus d'un tri mécanique. Granulométrie millimétrique à centimétrique avec gros éléments.	
		Résidus de la grande laverie	Peu d'information à leur sujet, probablement issus d'un dépôt en sortie de laverie, sans décantation. Granulométrie millimétrique avec quelques éléments centimétriques.	
	Sols	Petite laverie	Les activités d'apport de minerai, de traitement et de transport des résidus ont probablement laissé des marques dans les sols aux alentours des laveries	
		Grande laverie		
		Transporteur vers le « terril de Pansier »	Un pilonne, visible aujourd'hui, marque le point de départ des résidus à destination du « terril de Pansier ». Le tracé du pont passe par les champs situés au sud du « Terril de Pansier »	
		Alentours du « Terril de Pansier »	Via l'air, les particules du dépôt se sont probablement déposées à proximité immédiate de celui-ci. La surface semble aujourd'hui indurée.	
	Sédiments	Sédiments du Lagau	La grande laverie située en rive droite, les dépôts en rive gauche, des particules se sont certainement déposées dans le lit du Lagau. Par ailleurs, des traces de ruissellement depuis les dépôts jusqu'au Lagau sont observables.	
	Eaux	Emergence minière de la petite laverie	Derrière la petite laverie, de la galerie d'écoulement s'écoulent les eaux des filons Combechaude et Malleval. La galerie est aujourd'hui recouverte sous des marnes mais les écoulements évidents.	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine dissous et particulaires
	Lixiviat	Drainage minier acide issu du « Terril de Pansier »	Les pluies percolant à travers le dépôt créent un drainage minier acide qui descend par gravité vers l'aval, c'est-à-dire en direction du Lagau.	

Tableau 2 : Sources potentielles de contamination d'origine minière identifiées dans le bassin de l'Ouvèze (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013 ; source primaire en rose et secondaire en bleu)

CONCESSION	SOURCE		DESCRIPTIF	SUBST. ATTENDUES
Flaviac (Chamée)	Sols	Sols au sud de la galerie, jusqu'au cours d'eau et autour de l'usine de couperose	La galerie draine les eaux des exploitations situés plus au nord et des traces d'écoulement sont visibles en sortie. La topographie laisse penser que ces eaux cheminent vers un cours d'eau temporaire situé environ 60 m plus bas. L'usine de couperose se situe à proximité de la galerie, le transport de minerai peut avoir contaminé les sols.	Fer + traces de plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
	Sédiments	Sédiments dans le cours d'eau	Les écoulements depuis la galerie peuvent avoir entrainé des particules vers le cours d'eau et se retrouver dans les sédiments et en suspension dans les eaux.	
	Eaux	Emergence minière		RAS (débit très faible, cours d'eau temporaire)
			Des indices d'écoulement d'eaux depuis la galerie ont été observés même si cet écoulement n'a pas été observé durant les visites de site	Fer + traces de plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
		Eaux souterraines	De l'eau est prélevée dans une source située en aval des travaux miniers, elle est utilisée pour l'irrigation d'un potager.	
Flaviac (filon Juliette)	Sédiments	Résidus de l'Erries	Les particules issues d'une eau provenant d'une émergence de la paroi ont formé une concession, puis des amas de résidus dans l'Erries.	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
		Sédiments du Vendèze	Les particules s'écoulant de la paroi située au-dessus de la galerie et de la galerie elle-même peuvent se retrouver piégées dans les sédiments.	
	Eaux	Emergence minière	Cette eau claire a creusé un sillon dans la roche, créé un dépôt blanc ainsi qu'une concrétion	Plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine Sulfates
Privas	Eaux	Eaux souterraines	L'aquifère minier est ennoyé par notamment les eaux de l'Ouvèze. Les eaux séjournent dans cet aquifère avant de rejoindre l'Ouvèze en aval de Coux, par la galerie d'écoulement.	Fer dissous et particulaire
	Sols	Dépôt d'explosif	Stockage à proximité des carrières de Privas.	RAS (dépôts non retrouvés)
Ouvèze	Sédiments	Sédiments de l'Ouvèze	Les apports des affluents peuvent être à l'origine de la contamination des sédiments bien que l'Ouvèze ait été draguée dans les années 1970, laissant actuellement peu de sédiments dans son lit.	Fer, plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine
		Sédiments épandus	Le dragage ayant laissé des sédiments sur les berges de l'Ouvèze, les riverains l'ont utilisé (épandage des champs et jardins etc.). Aucun suivi ne permet de connaître les lieux d'épandage.	
	Sols	Terrasses alluviales	Les crues importantes de l'Ouvèze peuvent avoir déposé des sédiments potentiellement contaminés sur les berges. Les zones en aval du Lagau sont celles qui sont le plus susceptibles d'être impactées.	Fer, plomb, zinc, arsenic, cuivre, cadmium et antimoine

Suite du Tableau 2 : Sources potentielles de contamination d'origine minière identifiées dans le bassin de l'Ouvèze (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013 ; source primaire en rose et secondaire en bleu)

2.9 USAGES ET ENJEUX

2.9.1 POPULATION HUMAINES

« En 2010, la commune de Flaviac comptait 1113 habitants. D'après les informations de recensement de l'INSEE, en 2009, elle en comptait 1104, dont une proportion d'enfants d'environ 17 % (0 à 14 ans). La tranche d'âge la plus importante, comprenant environ 25 % des habitants, est celle des 45 à 59 ans). »

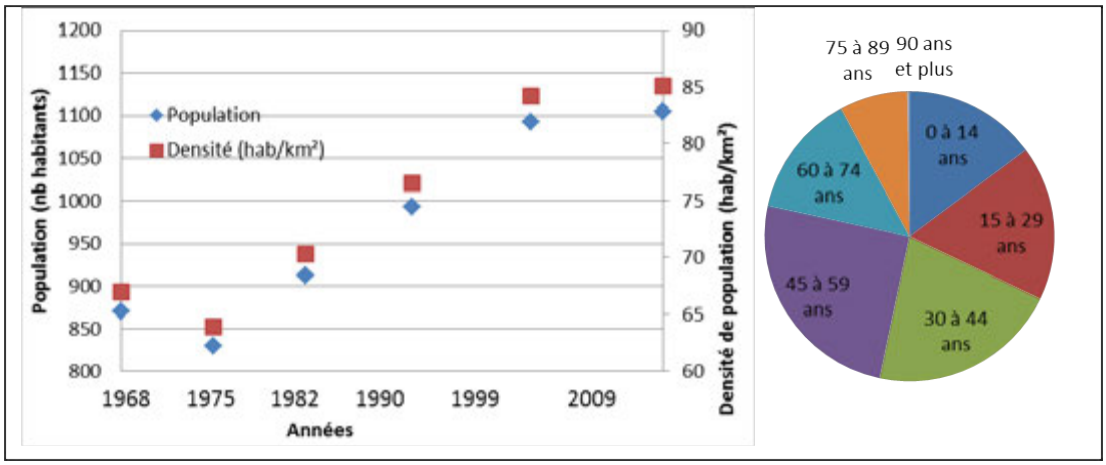


Figure 9 : Répartition de la population de la commune de Flaviac entre 1968 et 2009 (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

« En 2009, la proportion de résidences secondaires, par rapport à l'ensemble des types résidentiels était de 4,6 %.

L'INSEE recense, au 31 décembre 2010, 71 établissements actifs à Flaviac (cf. figure 31 suivante[9]). »

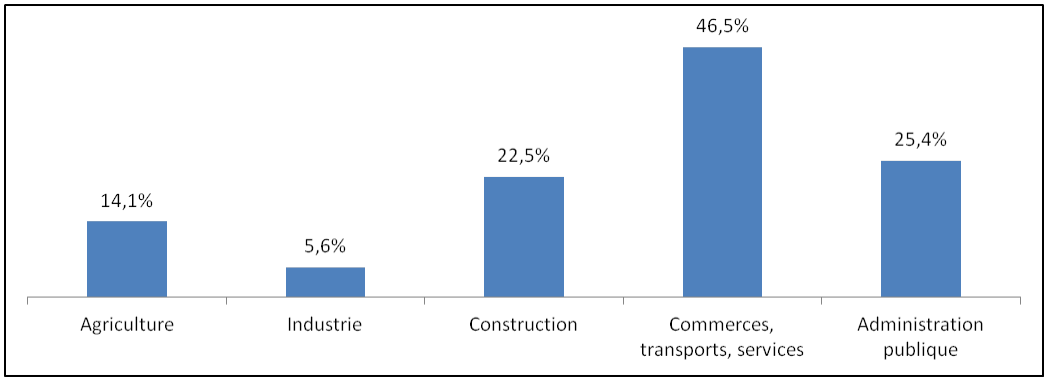


Figure 10 : Répartition des établissements publics de la commune de Flaviac au 31-12-10 (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

[9] Figure 10 dans le présent document.

« La commune ne compte qu'un établissement accueillant des enfants, il se situe le long de la route menant à Privas et est éloigné de l'exploitation. Il ne semble pas qu'elle compte d'établissements accueillant des personnes malades ou âgées. »

2.9.2 USAGES DES SOLS

La description des usages des sols se concentre sur les zones proches des anciennes exploitations ou pouvant potentiellement être impactées par celles-ci.

Chaliac

« Comme indiqué dans le paragraphe 3.3.1.d, les parcelles situées à proximité immédiates de l'exploitation sont enregistrées, dans le PLU de Flaviac de 2006, en tant que zones naturelles et zones agricoles, sans projets d'expansion de l'urbanisation.

Les berges du Lagau sont, quant à elles, considérées comme zone naturelle jusqu'à la confluence avec un cours d'eau longeant le « terril de Pansier », puis en zone urbaine jusqu'à l'Ouvèze.

La suivante indique les divers usages identifiés lors des visites de terrain, à proximité des zones de laveries, bassins et dépôts. Cette liste s'est attachée à être exhaustive mais peut manquer d'informations puisque basée sur des observations et des témoignages :

- *6 logements permanents (dont 2 anciens bâtiments administratifs de l'exploitation) ;*
- *2 points de prélèvements des eaux du Lagau à des fins d'irrigation de potagers ;*
- *4 jardins potagers :*
    - *fruits, légumes et vignes*
    - *volailles, fruits et légumes ;*
- *diverses activités de loisirs :*
    - *promenades piétonnes ;*
    - *promenades cycliques ;*
    - *moto-cross sur le « terril de Pansier » et les grands bassins ;*
- *des zones de cultures qui sont probablement utilisées pour le fourrage. Aucune information n'a pu être collecté auprès de la mairie de Flaviac ni auprès des propriétaires quant à l'utilisation des cultures issues de ces champs.*

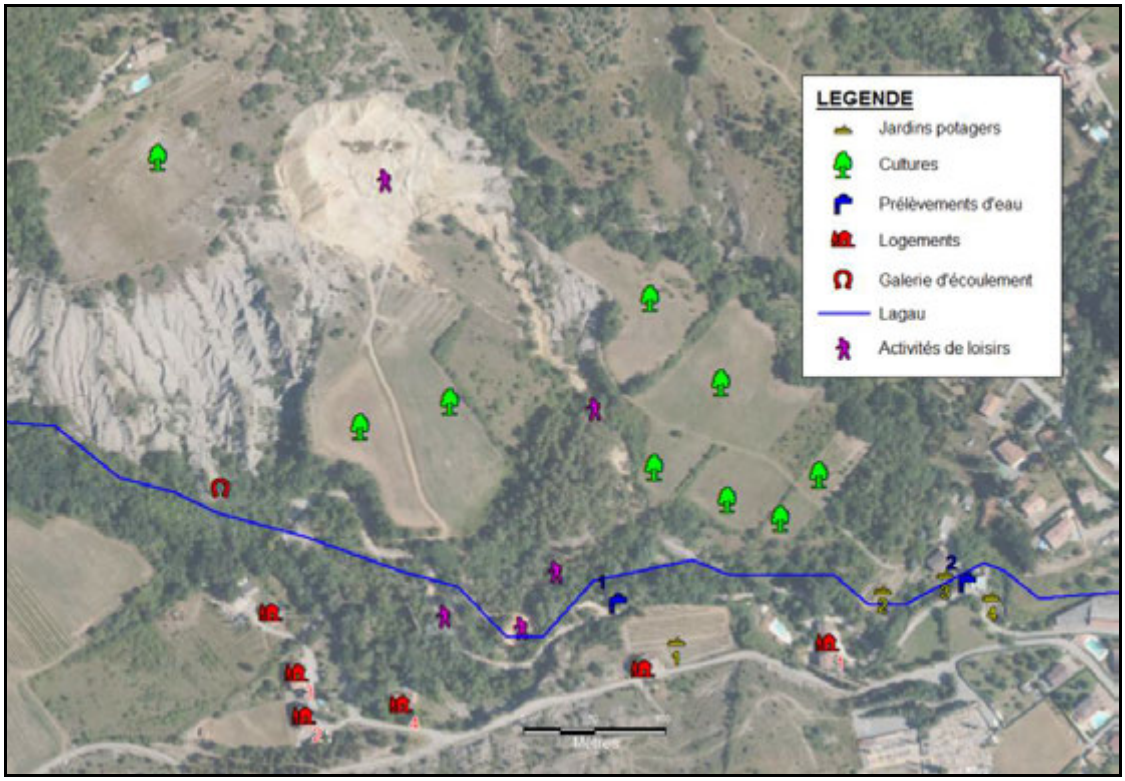


Figure 11 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminants de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Aucune activité de pêche n'a été observée dans le Lagau. Des témoignages oraux assurent qu'il n'y en a aucune, le Lagau étant notoirement contaminé et exempt de poissons. »

Chamée

« L'exploitation de Chamée sur laquelle se trouvent les sources potentiellement contaminantes sont relativement restreintes et s'étendent sur six parcelles privées, recensées dans le PLU de Flaviac en zone urbaine peu dense et zone naturelle (cf. paragraphe 3.3.1.d).

Le cours d'eau situé au sud de l'exploitation est temporaire et son débit, même en période de hautes eaux, est très faible. De plus, les sources de contamination potentielles identifiées sont peu nombreuses. Les usages identifiés à l'aval de la Chamée sont exclusivement des cultures et, au vu du débit, il est peu probable que ce cours d'eau soit utilisé pour l'irrigation.

Les usages constatés sur l'exploitation sur représentés sur la figure suivante, à savoir :

- *des logements permanents au nombre de 4, à proximité des zones potentiellement contaminantes (logements 8, 9 et 10) ;*
- *un logement temporaire (logement 7) ;*
- *1 jardin potager de fruits et légumes ;*
- *1 prélèvement d'eau souterraine pour l'irrigation du potager ;*

– *1 zone d'élevage bovin : des chèvres paissent en aval hydraulique de la galerie d'écoulement (cf. figure suivante) ;*

– *des zones cultivées, en aval hydraulique de la zone d'exploitation (seules les cultures les plus proches sont représentées sur la figure précédente). »*

Figure 12 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes de Chamée (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Filon Juliette

« Le seul usage recensé dans la zone du filon Juliette est un chemin de randonnée courant le long de l'Erries et passant devant la galerie d'intérêt. En aval, l'Erries rejoint le Vendèze le long duquel divers usages ont été constatés durant les visites de terrain dont un prélèvement d'eau pour l'irrigation d'un potager, un lieu de baignade, divers logements ainsi que des cultures (seuls quelques points représentant logements et cultures ont été reportés sur la figure suivante). »

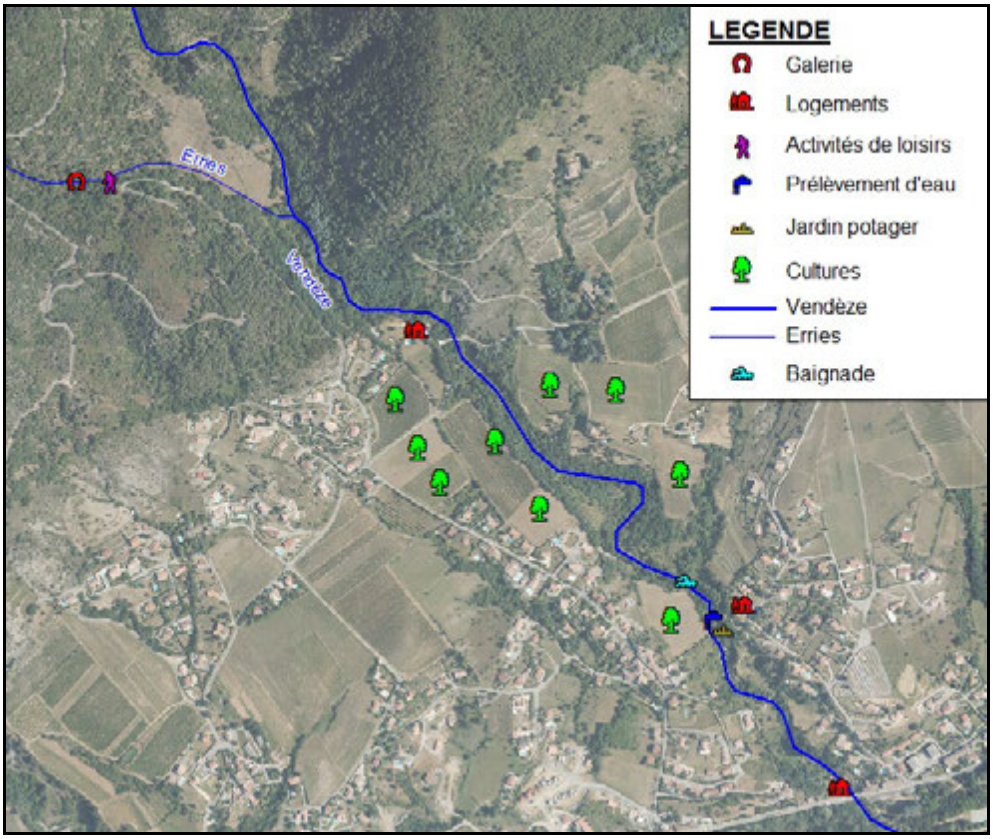


Figure 13 : Localisation des usages à proximité des sources potentiellement contaminantes du filon Juliette (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

2.9.3 EAUX DE SURFACE

« L'Ouvèze et ses affluents constituent une source d'eau importante pour la population de son bassin versant. Divers usages ont été constatés sur l'Ouvèze, le Lagau, le Vendèze et l'Erries, listés ci-dessous :

– *Abreuvage et irrigation: en de nombreux points le long de l'Ouvèze, des tuyaux ont été observés, permettant le pompage de l'eau pour l'abreuvage de bovins et l'irrigation de cultures ;*

– *Irrigation de jardins potagers : l'Ouvèze, le Vendèze et le Lagau font tous trois l'objet de prélèvement pour l'irrigation des jardins potagers mais le Lagau est le cours d'eau sur lequel la majorité des prélèvements ont été observés.*

– *Baignade : la baignade n'est pas autorisée sur l'Ouvèze mais des témoignages oraux indiquent que riverains et estivants se baignent tout le long de l'Ouvèze. Des baigneurs ont été observés dans le Vendèze mais aucun indice n'a été relevé dans le Lagau. Toutefois, cet usage n'est pas exclu.*

– *Pêche : l'étude réalisée par Iris consultants en 2010 indique que deux fédérations de pêche assurent la gestion piscicole du bassin. L'Ouvèze à l'amont de Privas et ses affluents sont en première catégorie piscicole mais, durant les visites de terrain, aucun indice de pêche n'a été relevé dans les affluents visités. Le guide 2013 de la pêche indique, par ailleurs, que l'Ouvèze est un parcours « no kill » mouche, signifiant que le poisson pêché n'est pas consommé ;*

– *Rejet de stations d'épuration et communaux : trois points de rejets de station d'épuration sont présents le long de l'Ouvèze (cf. figure 30) et plusieurs communes possèdent des points de rejet, tel que celui situé en amont de la confluence Lagau-Ouvèze, sur le Lagau. »*

3 SCHEMA CONCEPTUEL PRELIMINAIRE

Le schéma conceptuel permet de préciser les relations entre les sources de pollution et les différents vecteurs/milieux de transfert et d'exposition et les enjeux à protéger.

L'élaboration d'un schéma conceptuel préliminaire, basé sur les informations acquises par l'étude historique, documentaire et des enjeux, est nécessaire aux étapes ultérieures, en l'occurrence à l'élaboration de la stratégie d'investigations. Ce schéma conceptuel est actualisé au fur à mesure de l'étude et donc de l'acquisition de nouvelles informations.

Le schéma conceptuel préliminaire a donc été élaboré notamment au regard des liens potentiels entre les sources potentielles de pollution identifiées (cf. Tableau 2 et les usages constatés pour les milieux eaux de surface, sédiments, sols et végétaux (par l'intermédiaire des jardins et des vergers).

Concession de Chaliac

Les eaux du Lagau sont pompées à des fins d'irrigation et peut être d'abreuvage, les sols des jardins ainsi que les potagers et vergers sont potentiellement contaminés. L'Ouvèze semble utilisée à moindre mesure et il est probable que le Vendèze soit également pompé pour les mêmes raisons.

La baignade est interdite dans l'Ouvèze mais il n'est pas exclu qu'elle soit toutefois pratiquée, notamment dans les affluents.

La pêche semble règlementée mais des études antérieures montrent des contaminants dans les chairs de poisson. Des panneaux, observés lors de nos visites, indique que la pêche est pratiquée dans l'Ouvèze mais qu'il est interdit de manger les poissons.

Les dépôts de résidus sont des lieux d'activités de loisirs (moto et/ou vélo) qui engendrent des risques liés à la mise en suspension de poussières et donc à l'inhalation de contaminants. L'ingestion de sol issus du dépôt de résidus n'est pas à exclure étant également fréquenté par des enfants (information mentionnée par des habitants de Chaliac lors des investigations).

Les risques liés à la présence de sols contaminés sont également à envisager dans le cas de jardins privés irrigués avec de l'eau de l'Ouvèze, du Vendèze ou du Lagau et d'aires de jeux communales remblayées avec des résidus du dépôt majeur (c'est le cas pour un des squares de Privas).

Il semble que ces résidus aient également été utilisés pour la construction de parpaings utilisés dans les communes de Flaviac et le Pouzin (mais aucune étude ni information orale précise n'est disponible à ce sujet).

Concessions de Saint-Priest et Veyras (Nouvelle)

En rappel, aucun dépôt n'y subsiste, les seuls milieux et vecteurs de transferts sont les eaux de l'Ouvèze.

Au regard d'une potentielle contamination des eaux de l'Ouvèze, sont à considérer en termes d'usages, l'irrigation et l'abreuvage par pompage dans l'Ouvèze ou dans l'aquifère minier (la consommation d'eau étant peu probable), ainsi que la baignade et la pêche.

Concession de Flaviac

Comme mentionné précédemment, au regard d'une origine inconnue des remblais (potentiellement issus du dépôt de Chaliac), ces derniers peuvent être une source potentielle de contamination et d'exposition.

De même, les eaux de l'affuent potentiellement contaminées sont à prendre en compte au regard de pompages agricole ou individuel pour l'irrigation et l'abreuvage dans l'affluent.

En rappel, le logement présent sur la parcelle de La Chamée est un logement occupé actuellement occasionnellement, ne disposant pas aujourd'hui de jardin potager.

En conclusion, au regard des zones précitées et des usages constatés (des zones d'habitats résidentiels, avec pour certaines des jardins potagers, des zones d'élevage d'animaux, des zones avec des cultures potagères, des activités de loisirs comme la randonnée, le vélo…, mais aucune école n'est présente dans les zones d'étude ou à proximité immédiate) et des caractéristiques physico-chimiques des substances, les voies d'exposition potentielles, directes ou indirectes, pour les populations humaines, comprennent :

- l'ingestion de terre et de particules issues du sol (principalement pour les enfants de moins de 6 ans) et l'inhalation de poussières issues de dépôts de résidus et des sols environnants ces dépôts et concerne potentiellement, plus particulièrement les zones suivantes :
    - les zones où sont stockées les résidus miniers, de manière fréquente (habitants des communes voisines) ou occasionnelle (randonneurs, touristes) ;
    - les zones enherbées ;
    - les parcelles avec jardins potagers situées à proximité ;
- l'ingestion de légumes potagers cultivés dans des jardins potentiellement contaminés par du ré-envol ou l'arrosage avec l'eau des cours d'eau potentiellement contaminé (voie d'exposition indirecte) et concerne potentiellement ;
    - les parcelles avec un jardin potager situées notamment à Chaliac et à Saint-Julien-en-Saint-Alban ;
- l'ingestion d'eau potentiellement contaminées plus particulièrement lors d'activités de loisirs comme la randonnée, la baignade et concerne potentiellement :
    - les berges du Lagau, du Vendèze et de l'Ouvèze ;
- l'ingestion de sédiments potentiellement contaminés lors d'activités récréatives particulièrement pour les enfants (cf. activité de baignade ; les sédiments ne sont pas toujours directement accessibles aux populations, hormis en cas d'assèchement des cours d'eau, ou dans le cadre

d'activités de loisirs avec marche dans le cours d'eau principalement) et concerne potentiellement ;

- les berges du Lagau, du Vendèze et de l'Ouvèze ; ainsi à Saint-Julien-en-Saint-Alban, des habitants ont été aperçu assis dans des sièges dans le cours d'eau

– l'ingestion de poisson (voie d'exposition indirecte) ayant accumulé des contaminants potentiellement présents dans l'eau ou les sédiments et concerne potentiellement ;

- l'Ouvèze ou affuents (en rappelant cependant que certaines zones sont concernées par une interdiction de manger les poissons) ;

– l'ingestion de viandes de bétails d'élevage, lait, œufs d'animaux domestiques, susceptibles d'avoir accumulé des contaminants potentiellement présents dans les herbages, les sols, l'eau (voie d'exposition indirecte) ;

– l'ingestion de viandes des gibiers susceptibles d'avoir accumulé des contaminants lors d'ingestion d'herbages, d'eau potentiellement contaminés cf. la chasse étant une activité de loisirs) (voie d'exposition indirecte).

L'exposition indirecte liée à la chaîne trophique, poissons (cf. il est interdit de manger les poissons), et animaux domestiques, d'élevage ou de la chasse n'est pas prises en compte (cf. Figure 14), seule l'ingestion de végétaux potagers et de fruits sauvages sera considérée.

panneau relatif à la pêche en bordure de l'Ouvèze

panneau relatif à la chasse dans la zone de Chaliac

Figure 14 : Activités de pêche et chasse (photos INERIS)

La Figure 15 illustre le schéma conceptuel préliminaire d'exposition.

Voies principales d'exposition	**Enjeux**
Ingestion de sols de surface Inhalation de poussières issues du sol Ingestion de végétaux des potagers, de fruits sauvages Ingestion de poissons, de viande de bétails, de gibiers Ingestion d'eau pendant des activités récréatives, sportives	Enfants et adultes

Figure 15 : Schéma conceptuel préliminaire d'exposition

4 INVESTIGATIONS DE TERRAIN

4.1 RAPPEL METHODOLOGIQUE

En rappel, les objectifs généraux d'un diagnostic sont multiples. Les informations à rechercher concernent notamment les points suivants :

– l'identification et la caractérisation de la contamination, en termes :
  - de types d'émission des sources primaires et secondaires vers les milieux ;
  - de types de sources secondaires de contamination et des conditions locales susceptibles de modifier le comportement des contaminants dans les sources primaires et secondaires ;
  - de composition chimique ;
  - de concentration dans les vecteurs/milieux de transfert et milieux d'exposition ;
  - d'extension spatiale (latérale, verticale) des sources identifiées ;
– la caractérisation des vecteurs/milieux de transfert et milieux d'exposition (sol, eaux, etc.), afin de mieux qualifier ou apprécier, et préciser :
  - les différents vecteurs/milieux de transfert associés à la contamination ;
  - les concentrations de référence locales des milieux naturels voisins des zones d'investigations tenant compte de la présence du gisement minier, pour les différentes substances identifiées dans les différents compartiments environnementaux qui serviront de base à l'estimation de l'impact réel sur les milieux de l'exploitation minière (caractérisation de l'environnement local témoin) ;
  - les mécanismes de transferts des polluants dans ces milieux, etc.

Dans le cadre de la présente étude et considérant le schéma conceptuel préliminaire, les investigations ont pour objectifs :

– de caractériser les milieux d'exposition, dont les principaux sont les sols de surface non remaniés, les sols de surface remaniés (l'horizon cultivable) pour les zones potagères, les végétaux potagers et les eaux.
– d'améliorer la compréhension des phénomènes de transfert vers les végétaux. Pour ce faire, certains prélèvements concernent des milieux de transfert, comme les eaux utilisées pour l'arrosage des végétaux potagers.
– de caractériser l'environnement local témoin par la réalisation de prélèvement dans une zone hors influence des activités des sites miniers.

4.2 ORGANISATION

Le plan d'échantillonnage a été élaboré en concentration entre GEODERIS, le BRGM et l'INERIS, notamment lors de réunions de travail.

Les campagnes de mesures ont été proportionnées et orientées en fonction des enjeux sanitaires et environnementaux pertinents identifiés au travers du schéma conceptuel préliminaire.

Une première campagne de prélèvements s'est déroulée durant l'été 2012, ensuite au début de l'automne 2012 pour les échantillonnages en période d'étiage, quant aux campagnes de terrain en période de crue, elles se sont déroulées en mars 2013, quelques prélèvements complémentaires de sols, de sédiments et d'herbes de prairies ayant également été échantillonnés.

L'INERIS a participé uniquement à la première campagne et a réalisé principalement des prélèvements de sols de surface dans des zones de promenades et de loisirs, de jardins d'agrément, de sols remaniés dans les jardins potager, d'eaux de surface utilisées pour certaines pour l'arrosage des jardins potagers, de végétaux issus de jardins potagers, de fruits sauvages et d'herbes de prairies, de sédiments dans une zone fréquentée par les populations, ainsi que de prélèvements pour caractériser l'environnement local témoin.

Durant les 4 campagnes de terrain, 203 prélèvements et mesures (70 points NITON) ont été réalisés, et sont détaillés dans le Tableau 3 ci-dessous.

DATES	MATRICE		NOMBRE DE PRELEVEMENTS
16 au 20 juillet 2012 (basses eaux)	Sols		32
	Sols de jardins		8
	Eaux de surface	Filtré	3
		Non filtré	10
	Résidus		43
	Mesures Niton		70
24 au 26 septembre 2012 (basses eaux)	Sédiments		10
	Végétaux		17
	Eaux de surface	Filtré	5
		Non filtré	11
	Sédiments		2
1 au 3 octobre 2012 (basses eaux)	Sols		3
	Eaux de surface	Filtré	5
		Non filtré	7
	Sédiments		2
	Végétaux		1
4 au 6 mars 2013 (hautes eaux)	Sols		6
	Résidus		2
	Lixiviats		2
	Eaux de surface	Filtré	14
		Non filtré	14
	Sédiments		6

Tableau 3 : Synthèse des échantillons analysés et mesures (extrait de GEODERIS, version projet juillet 2013)°

4.3 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Le schéma conceptuel préliminaire a conduit à la mise en œuvre du plan d'échantillonnage, illustré dans la figure 1 de l'annexe 3 et présenté dans les sections suivantes, pour les milieux eaux de surface, sols et végétaux sont présentés de manière générale sur les figures de l'annexe 4.

Les zones investiguées et les prélèvements associés sont présentés sur les figures suivantes et concernent principalement :

– la zone de Chaliac avec ces différents dépôts de résidus et bassins, et jardins potagers ;

– la zone de Flaviac, Chamée avec sa parcelle avec une maison et la galerie ;

– la zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban avec des parcelles avec des jardins potagers ;

– la zone du filon Juliette.

Des prélèvements ont été réalisés sur les milieux et matrices suivants, des sols de surface et superficiels :

- dépôts de résidus ;
- bassins ;
- terre végétale ;

– des eaux de surface ;

– des sédiments ;

– des espèces végétales (végétaux potagers, fruits sauvages et herbes de prairie).

Quelques modifications ont été apportées par rapport au programme d'investigation préliminaire notamment pour les eaux, non présentes en quantité suffisante en certains points initialement envisagés, et les sédiments, ainsi que des jardins potagers au regard de la disponibilité insuffisante de quantités de matrices nécessaires à la réalisation des analyses.

Lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage, les plans cadastraux des sites de Chaliac et de Flaviac ont été consultés afin de mettre en œuvre la phase de communication avec les propriétaires en termes d'accès à leurs parcelles et plus particulièrement pour la réalisation des prélèvements de végétaux potagers. Des numéros de parcelles ont été communiqués à la DREAL afin que des courriers soient transmis aux propriétaires. Des courriers ont été envoyés. En l'absence de leur réception[10], comme le cas d'une parcelle à Chaliac, le propriétaire a cependant permis l'accès lors de la visite. Dans d'autres cas, comme quelques parcelles sur la rive gauche du Lagau depuis la petite laverie jusqu'après les bassins de décantation, la parcelle sur laquelle se situe la galerie ouverte sur la concession de Flaviac, la DREAL a mentionné à GEODERIS, au BRGM et à l'INERIS que des prélèvements pouvaient y être réalisés.

[10] Les raisons de non réception ne sont pas connues.

Choix des lieux de l'environnement local témoin

Trois critères ont été retenus pour la sélection des environnements témoins pour les différents milieux étudiés :

– contexte naturel similaire aux « territoires » étudiés : environnement dans lequel les conditions géologiques, pédologiques et hydrographiques sont proches de celles rencontrées sur les communes étudiées ;

– activité anthropique inexistante ou minimale : le site doit être indemne d'activités minières (d'extraction et de traitement, etc. telles que celles qui se sont succédées sur les « zones » étudiées) ;

– scénario d'exposition similaire : les voies d'exposition aux milieux considérés (sols, eaux, végétaux potagers autoproduits) doivent s'approcher au mieux des voies envisagées dans le schéma conceptuel préliminaire défini pour l'étude.

Aucun jardin potager n'a pu être retenu pour caractériser l'environnement local témoin pour les milieux « sols » et « végétaux ». Aucun végétal potager n'a donc pu être prélevé comme « environnement local témoin » dans la présente étude au regard des incertitudes en termes de pratiques culturales pour l'arrosage utilisant ou non des eaux de surfaces, ainsi qu'au regard de la représentativité et des quantités des végétaux dans certaines parcelles.

La sélection des points destinés à caractériser l'environnement local témoin pour les eaux de surface, les sédiments et les sols, est explicité dans le Tableau 4[11], les emplacements de ces lieux étant indiqués sur les figures de l'annexe 4).

[11] Il est à souligner que les résultats des analyses chimiques issues de mesures NITON ne sont pas pris en compte dans le cadre du volet sanitaire.

Matrice	Identifiant	Secteur (commune)	Description	
			Cours d' eau	
Eaux	St-e1	Privas (St-Priest)	Ouvèze	Prélèvement en amont hydraulique de tous travaux miniers connus
	St-e1_HE			
	CHA_S39_e7	Privas (Privas)	Mézayon	Amont immédiat de la confluence avec l' Ouvèze
	CHA_S39_e2	Chaliac (Flaviac)	Lagau	Amont zone des bassins, dépôts et laverie
	CHA_S40_e5			
	CHA_e8_HE			
	CHA_S40_e4	Chaliac (Flaviac et St-Julien-en-St-Alban)	Mortevieille	Affluent rive gauche de l' Ouvèze en dehors de travaux miniers connus
	CHA_e13_HE	Chaliac (St-Julien-en-St-Alban)	Erries	Amont des écoulements depuis la paroi et la galerie
Sédiments	St_se1	Privas (St-Priest)	Ouvèze	Amont de l' Ouvèze, avant tous travaux miniers connus.
	St_se1_niton1			
	St_se1_niton2			
	CHA_se1	Chaliac (Flaviac)	Affluent rive gauche du Lagau	Cours d' eau longeant le « Terril de Pansier », échantillon prélevé en amont hydraulique et au nord du dépôt.
Sols	FLA_SO10	Chaliac (Flaviac-Chamée)	Dans les terrains situés au nord-est de l' exploitation, au-dessus de la galerie	
	FLA-SO12		Plateforme située au sud-est de l' exploitation.	
	CHA_S40_SO1		Extrémité ouest des marnes grises situées à l' ouest du « Terril de Pansier »	
	CHA_SO_P55		Champ situé au nord du terril de Pansier	
	CHA_SO13		Champ situé au sud-est du terril de Pansier	
	Niton 14			
	Niton 15			
	Niton 16			

Tableau 4 : Description des lieux de l'environnement local témoin (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

4.4 PROTOCOLES DE PRELEVEMENT

Les protocoles de prélèvement décrits ci-après correspondent plus particulièrement aux investigations réalisées par l'INERIS, et également repris par GEODERIS. Un tableau reprenant l'ensemble des protocoles de prélèvement associés aux investigations réalisées par l'INERIS, GEODERIS et le BRGM durant les campagnes de terrain est disponible dans le rapport GEODERIS (version projet juillet 2013). Les protocoles de mesure in situ de débit et par fluorescence X[12], ils sont détaillés dans les rapports du BRGM et de GEODERIS.

4.4.1 SOLS

Les prélèvements de sol ont été effectués à l'aide d'une spatule et/ou une bêche manuelle.

Les profondeurs échantillonnées sont les suivantes :

– 0-3, 5 ou 10 cm au regard de la lithologie, pour des sols « non remaniés » concernés par les voies d'exposition directe ingestion de sol. Cette profondeur de prélèvement concerne principalement les jardins d'agrément, zones de jeux d'enfants et de promenade, et les zones de pâturages ;

– 0-30 cm au niveau des sols « remaniés », potentiellement concernés par la même voie d'exposition que celle citée ci-dessus, mais également par celle liée à l'ingestion de végétaux. Cette profondeur concerne plus particulièrement les jardins potagers.

Quelques échantillons de sols plus profonds ont également été prélevés afin de caractériser les matériaux des dépôts de résidus et des bassins.

Chaque prélèvement d'échantillon a fait l'objet d'une fiche de prélèvement. L'annexe 2 reprend dans un tableau, les éléments de synthèse issus de ces fiches, indiquant notamment les coordonnées GPS du point de prélèvement, la description lithologique des sols prélevés, les indices visuels et organoleptiques, le type de prélèvement (composite ou pas et le nombre de prise pour l'élaboration d'un échantillon à analyser).

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons ou sachet fournis par le laboratoire Wessling et placés dans une glacière au frais et à l'abri de la lumière.

---

[12] Un spectromètre de fluorescence X portable (Niton XLt999KWY) équipé d'un mini tube à rayons X a également été utilisé par le BRGM pour entre autres, « cibler » certains lieux de prélèvement pour les échantillons de sols et de sédiments. D'après le constructeur en mode sol, il est possible d'analyser les 27 éléments suivants : Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sn, Pb, Hg, Sr, Cd, Ag, Sb, Rb, Ca, K, V, Ti, Sc, U, Th, Cl, S et P. Mais dans la pratique, seuls les éléments suivants sont identifiés et / ou analysés : Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Sn, Pb, Sr, Cd, Ag, Sb, Rb, Ca, K, V et Ti. *In fine* au regard des premiers éléments transmis, l'appareil utilisé analysait les éléments suivants : Sb, Ag, Sr, Rb, Pb, As, Zn, Cu, Fe, Mn, Ti, Ca. En parallèle de ces mesures NITON, certains des échantillons ont été transmis au laboratoire du BRGM pour analyse par spectrométrie ICP ou d'absorption atomique.

Sols de surface « non remaniés »

Ces prélèvements ont été réalisés au moyen d'une spatule et/ou une bêche manuelle nettoyée à chaque nouveau lieu investigué et concernent la tranche de sol comprise entre 0 et 5 ou 10 cm de profondeur. Les composés susceptibles d'être quantifiés dans cette tranche superficielle de terrain ne sont pas volatils (à l'exception potentiellement de certains points pour lesquels des indices organoleptiques ont été observés (odeurs de type hydrocarbures).

Selon l'homogénéité des sols au droit des points de prélèvement et de la suspicion de la présence de composés volatils, les échantillons ont été réalisés soit à partir de prélèvements unitaires (cas de la présence suspectée d'hydrocarbures), soit à partir de prélèvements composites réalisés à partir de 2 à 4 prises unitaires sur une zone donnée en cercle, en carrée, ou en triangle (afin de minimiser l'incertitude sur la représentativité de l'échantillonnage des sols de surface) de volumes semblables homogénéisés.

La Figure 16 illustre avec des photographies la réalisation de quelques prélèvements, les localisations étant précisées dans les figures de l'annexe 4.

Zone de Chaliac, Terril de Pansier, périphérie nord ouest	*Zone de Chaliac, Terril de Pansier, périphérie nord ouest*
Zone de Chaliac, Terril de Pansier, périphérie nord ouest	
Zone de Chaliac, Terril de Pansier, périphérie sud est	*Zone de Chaliac, Terril de Pansier, périphérie sud est*

Figure 16 : Illustration de lieux de prélèvement de sols

Zone de Chaliac du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc	*Zone de Chaliac du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc (OUV-CHA-SO 21)*
Zone de Chaliac du petit dépôt de résidus le plus à l'ouest (traces de passages de vélo, moto-cross)	*Zone de Chaliac du petit dépôt de résidus le plus à l'ouest (traces de passages de vélo, moto-cross)*
Zone de Chaliac du petit dépôt de résidus le plus à l'ouest (traces de passages de vélo, moto-cross)	*Zone de Chaliac du petit dépôt de résidus le plus à l'ouest (traces de passages de vélo, moto-cross)*

Suite de la Figure16 : Illustration de lieux de prélèvement de sols

Zone de Chaliac, entrée de la parcelle de la laverie	*Zone de Chaliac, parcelle de la laverie*
Zone de Chaliac, face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret	
Zone de Flaviac, Chamée, parcelle avec la galerie (proximité usine de couperose)	*Zone de Flaviac, Chamée, parcelle avec la galerie (proximité usine de couperose)*
Zone de Flaviac, Chamée, parcelle avec la galerie, ruine de l'usine de couperose (proximité usine de couperose)	*Zone de Flaviac, Chamée, parcelle en contrebas de la parcelle avec la galerie*

Suite de la Figure16 : Illustration de lieux de prélèvement de sols

Sols de surface « remaniés » de jardin potagers

Ces prélèvements ont été réalisés au moyen d'une tarière à main ou à la bèche et concernent la tranche de sol comprise entre 0 et 30 cm de profondeur. Les composés susceptibles d'être quantifiés dans cette tranche de terrain ne sont pas volatils. Ces prélèvements concernent les sols des jardins potagers et ont été réalisés au regard de la superficie de la zone étudiée à partir de prélèvements composites réalisés à partir de 2 à 4 prises unitaires répartis de façon homogène sur l'ensemble des jardins potagers ou parcelles avec des pratiques culturales spécifiques et concernées par les végétaux prélevés en parallèle des échantillons de sols.

La Figure 18 dans la section 4.4.4 relative aux végétaux illustre la réalisation de quelques prélèvements dans les jardins potagers, les localisations étant précisées dans les figures de l'annexe 3.

4.4.2 SÉDIMENTS

Seuls certains échantillons de sédiments en lien avec de potentielles expositions directes des populations ont été prélevés par l'INERIS.

Les prélèvements ont été réalisés depuis la berge ou dans le cours d'eau, en identifiant les zones d'accumulation préférentielles de sédiments (afin d'obtenir une quantité suffisante de sédiments). Les échantillons ont été réalisés à partir de prélèvements unitaires réalisés à l'aide d'une spatule ou à la main.

Chaque échantillon a fait l'objet d'une fiche de prélèvement qui indique notamment les coordonnées GPS du point de prélèvement, la description des sédiments prélevés et les conditions météorologiques et hydrologiques lors de ces prélèvements (l'annexe 4 reprend un tableau avec les éléments de synthèse issus de ces fiches).

La Figure 17 illustre le point de prélèvement à Saint-Julien-en-Saint-Alban (St-J_se_1).

Il est à souligner que cette échantillons présentant après analyse, une granulométrie de type sable fin à grossier, les résultats associés n'ont donc pu être exploités ne pouvant être considérés comme représentatif d'un sédiment, et non intégré en termes d'exposition potentielle pour les populations.

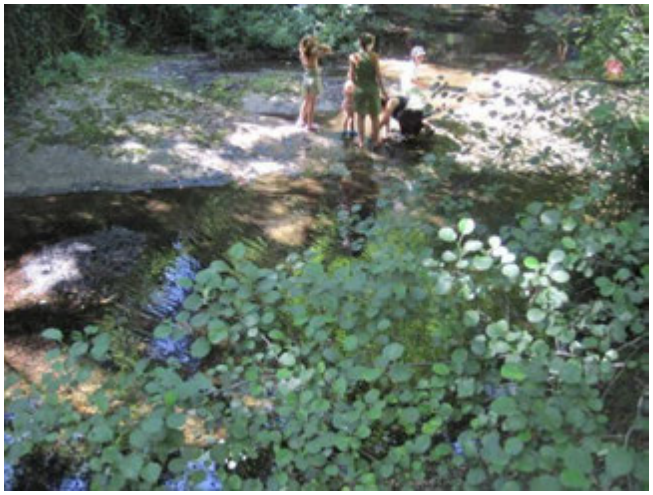


Figure 17 : Illustration de prélèvement de sédiment à Saint-Julien-en-Saint-Alban (St-J_se_1)

4.4.3 EAUX DE SURFACE

Seuls les échantillons d'eau de surface utilisés pour l'arrosage des végétaux ont été prélevés par l'INERIS.

Le prélèvement a été réalisé en sortie du tuyau d'arrosage utilisé par le propriétaire de la parcelle, ou dans un bac réceptionnant les eaux pompées dans le cours d'eau, en remplissant directement le flaconnage fourni par le laboratoire.

Quant aux autres prélèvements, ils ont été réalisés directement depuis la berge ou dans les cours d'eau, en remplissant directement le flaconnage fourni par le laboratoire.

Chaque échantillon a fait l'objet d'une fiche de prélèvement qui indique notamment les coordonnées GPS du point de prélèvement, la description, les conditions hydrologiques et les paramètres physico-chimiques (T°C, pH, conductivité) mesurés lors de ces prélèvements. L'annexe 2 reprend un tableau avec les éléments de synthèse issus de ces fiches.

Certains points de prélèvements ont conduit à la réalisation de deux types d'échantillons, l'un filtré (0,45°µm) et l'autre non filtré, ce dernier plus particulièrement dans le cadre de l'étude sanitaire et de l'usage de l'eau des cours d'eau pour l'arrosage des jardins potagers.

4.4.4 ESPÈCES VÉGÉTALES (VÉGÉTAUX POTAGERS, FRUITS SAUVAGES ET HERBES DE PRAIRIE)

Végétaux potagers

Des prélèvements ont été réalisés dans deux jardins privés dont les propriétaires ont autorisé l'accès et qui présentaient suffisamment de végétaux, en termes de diversité et quantité.

Ces prélèvements ont été effectués, conformément au guide d'échantillonnage des plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux (ADEME, 2007).

Ainsi, différents types de légumes ont été échantillonnés selon leurs disponibilités afin de disposer des quantités nécessaires aux analyses, à la représentativité de l'échantillon et au regard du critère de diversité des légumes : légumes racines, légumes tubercules, légumes feuilles, légumes tiges, légumes fruits, légumes graines et fines herbes.

Les légumes lors du prélèvement n'ont donc pas été nettoyés, à l'exception des particules de terre les plus grossières adhérentes aux racines ou aux parties aériennes.

Les légumes prélevés sont également représentatifs des différentes catégories définies par le règlement européen (CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié pour l'année 2011 par le règlement CE n°835/2011 du 19 août 2011 et le règlement CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011) relatifs aux denrées alimentaires : légumes feuille, tige, fruit et racine…, utilisé ultérieurement lors de l'interprétation de l'état des milieux.

Chaque échantillonnage a fait l'objet d'une fiche de prélèvement qui indique notamment les coordonnées GPS du jardin, la description des végétaux, de la lithologique des sols prélevés en parallèle et des conditions météorologiques lors de ces prélèvements, ainsi que des éléments issus d'une entrevue auprès du jardinier sur l'historique du jardin et les pratiques culturales (ancienneté du jardin, amendements, arrosage). L'annexe 2 reprend un tableau avec les éléments de synthèse issus de ces fiches.

En rappel, des prélèvements de légumes potagers ont été couplés à des prélèvements de sols (échantillon composite constitué d'un mélange homogène d'échantillons unitaires prélevés sur l'ensemble du potager en l'absence de pratiques culturales particulière, ou au droit de parcelles spécifiques, sur une profondeur de 0 à 30 cm, potentiellement concernés par la croissance des végétaux), en suivant le protocole mentionné précédemment.

De même, au regard de la pratique d'arrosage avec des eaux de surface, des échantillons d'eau ont également été prélevés, en suivant le protocole mentionné précédemment.

Herbes de pâturages

Parmi les espèces végétales au regard de la présence de zones de pâturage des prélèvements d'herbes ont été réalisés, ces dernières, étant une source d'alimentation du bétail. Des échantillons d'herbes de prairie ont été prélevés dans des prairies potentiellement contaminées d'autres dans les zones de l'environnement local témoin.

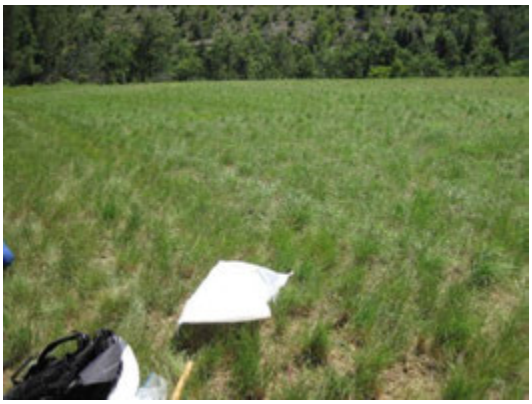
La Figure 18 illustre la réalisation de quelques prélèvements, les localisations étant précisées dans les figures de l'annexe 4.

Zone de Chaliac, jardin potager n°2 (CHA_VE_J_2)	*Zone de Chaliac, jardin potager n°2 (CHA_VE_J_2)*
Zone de Chaliac, jardin potager n°2 (CHA_VE_J_2)	*Zone de Chaliac, jardin potager n°2 (CHA_VE_J_2), point d'eau pour l'arrosage dans le Lagau*

Figure 18 : Illustration des lieux de prélèvement de végétaux dans les jardins de fruits sauvages et des herbes de prairie

Zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban, jardin potager n°1 (ST_J_VE_J_1_B)	*Zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban, jardin potager n°1 (ST_J_VE_J_1_B)*
Zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban, jardin potager n°1 (ST_J_VE_J_1_M)	*Zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban, jardin potager n°1 (ST_J_VE_J_1_B) et prélèvement de l'eau pour l'arrosage issue du Vendèze*
Zone de Flaviac, La Chamée, jardin n°1 en contrebas de la parcelle avec la galerie, parcelle M. J. (FLA-SO-J-1)	*Zone de Flaviac, La Chamée, jardin n°1 en contrebas de la parcelle avec la galerie, parcelle M. J. (FLA-SO-J-1) avec captage d'eau pour l'arrosage (FLA-e1)*

Suite de la Figure18 : Illustration des lieux de prélèvement de végétaux dans les jardins de fruits sauvages et des herbes de prairie

Zone de Chaliac, en contrebas du Terril de Pansier, à l'est, prairie avec des mirabelles sauvages	
Zone de Chaliac, au nord du Terril de Pansier, jardin sous la maison surplombant au nord le terril	*Zone de Chaliac, au nord du Terril de Pansier, prairie de la 3ème terrasse*
	
Zone de Chaliac, au nord du Terril de Pansier, prairie de la 5ème terrasse	*Zone de Chaliac, en contrebas du dépôt du Terril de Pansier, à l'ouest, prairie*

Suite de la Figure18 : Illustration des lieux de prélèvement de végétaux dans les jardins de fruits sauvages et des herbes de prairie

Zone de Chaliac, en contrebas du Terril de Pansier, à l'ouest, prairie avec une zone sans herbe et des odeurs de type hydrocarbures	*Zone de Chaliac, en contrebas du Terril de Pansier, à l'ouest, prairie avec une zone sans herbe et des odeurs de type hydrocarbures*
Zone de Chaliac, en contrebas du Terril de Pansier, à l'est, prairie avec mirabelles sauvages	*Zone de Chaliac, en contrebas du Terril de Pansier, à l'est, prairie avec mirabelles sauvages et présence d'au coureur*

Suite de la Figure18 : Illustration des lieux de prélèvement de végétaux dans les jardins de fruits sauvages et des herbes de prairies

4.5 CONDITIONNEMENT DES ECHANTILLONS

Les échantillons prélevés ont été conditionnés selon les normes en vigueur fonction des milieux : des sacs en plastique pour les sols et les végétaux, des flaconnages en verre ou en plastique (eaux) ou en plastique (sédiments), et placés au frais (dans des glacières lors des prélèvements et du transport au laboratoire) et à l'abri de la lumière.

4.6 PARAMÈTRES PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

En termes de substances, les sources potentielles de contamination sont en lien avec la gîtologie des concessions, et également avec les autres activités annexes, Aussi, les substances d'intérêt comprennent les métaux, les métalloïdes et, a priori aucune substance organique à l'exception d'hydrocarbures dans des zones bien localisées.

En complément des analyses chimiques pour les sols d'autres paramètres ont été mesurés. Il s'agit de la granulométrie (paramètre important pour évaluer le potentiel de réenvol de particules depuis certains tas de résidus et le transfert potentiel vers certaines parcelles dont celles avec des végétaux potagers), le pH, la teneur en matière organique. La granulométrie a également été mesurée pour les sédiments.

Quelques échantillons de sols ont également fait l'objet de mesures de bioaccessibilité. Ces résultats seront intégrés lors des calculs des expositions et des risques et plus particulièrement dans le cadre des incertitudes, au regard du nombre restreint de mesure de bioaccessibilité (cf. section 5.6.4.3). En effet, cette démarche a été conduite sur plusieurs dossiers pour GEODERIS, en parallèle de l'étude GEODERIS dans le cadre des programmes d'appui du Ministère, en termes d'acquisition de nouvelles données afin d'améliorer l'appréciation des expositions.

Les limites de quantification demandées au laboratoire d'analyse Wessling ont été choisies au regard des objectifs de l'étude en tenant compte notamment des valeurs de gestion qui sont utilisées dans le cadre de l'IEM ou en l'absence de valeurs de gestion, au regard de la mise en œuvre de calculs de risques sanitaires et des valeurs toxicologiques de référence associées.

Sols

Les analyses de sols ont concerné tout ou une partie des paramètres suivants : le pH, la teneur en matière sèche, la teneur en matière organique, la granulométrie, les métaux et métalloïdes (Pb, Cd, Hg, As, Cu, Fe, Cr, Ni, Zn, Sb, W, Co, Ag, Al, Ba, Be, B, Mn, Mo, Sr, Tl, V, Sn)[13], les HAP (16), l'indice HC C10-C40, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C10-C12, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C13-C16, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C17-C21, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C22-C35, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C36-C40.

Quelques échantillons de sols ont également fait l'objet de mesures de bioaccessibilité (cf. section 5.6.4.3).

Eaux de surface

Les analyses ont concerné tout ou partie des paramètres suivants : le pH, la conductivité, la température, les indices : Demande Chimique en Oxygène (DCO), MES, Demande Biologique en Oxygène (DBO_5), Carbone Organique Total (COT), les cations et anions et éléments non métalliques (bromures, chlorures, nitrates, nitrites, orthophosphates, sulfates, ammonium, fluorures) , les métaux, métalloïdes et cations (Pb, Cd, Hg, As, Cu, Fe, Fe (II), Fe (III), K, Cr, Cr VI, Ni, Zn, Sb, W, Co, Ag, Al, Ba, Be, B, Mn, Mg, Mo, Na, Si, Sr, Tl, V, Sn, P)[14], les HAP (16), l'indice HC C10-C40, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C10-C12, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C13-C16, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >-C21, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C22-C35, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C36-C40.

Sédiments

Les analyses ont concerné : la granulométrie, le pH, la conductivité, la matière sèche, l'indice COT, les métaux, métalloïdes et cations (Pb, Cd, Hg, As, Cu, Fe, Fe (II), Fe (III), K, Cr, Cr VI, Ni, Zn, Sb, W, Co, Ag, Al, Ba, Be, B, Mn, Mg, Mo, Na, Si, Sr, Tl, V, Sn, P)[15],.

[13] Cette liste correspondant à un pack métaux du laboratoire WESSLING.

[14] Cette liste correspondant à un pack 22 métaux pour les eaux du laboratoire.

[15] Cette liste correspondant à un pack 22 métaux pour les eaux du laboratoire.

Espèces végétales : végétaux potagers, fruits sauvages et herbes de prairies

En ce qui concerne les végétaux potagers, en préambule, il est rappelé que les échantillons ont été acheminés jusqu'au laboratoire Wessling pour y être préparés, tels que consommés. Ainsi, il a été spécifié au laboratoire d'analyse, le mode de préparation des échantillons : c'est-à-dire lavés (épluchés si nécessaire) ou pas, séchés et broyés, puis analysés. Plus particulièrement, pour les légumes de types feuilles, il a été demandé d'enlever les feuilles extérieures, souvent détériorées et souillées et rarement consommées, pour les légumes de types tubercules, de les éplucher, pour les légumes racines, uniquement les gratter.

Pour les herbes de pâturages, il a été demandé au laboratoire d'enlever les herbes séchées ou abimées.

Les analyses ont concerné : la teneur en eau, la teneur en matière sèche, les métaux et métalloïdes (Pb, Cd, Hg, As, Cu, Fe, Cr, Ni, Zn, Sb, W, Co, Ag), les HAP (16), l'indice HC C10-C40, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C10-C12, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C13-C16, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C17-C21, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C22-C35, coupes d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques >C36-C40.

Quelques échantillons de végétaux potagers ont également fait l'objet de mesures de bioaccessibilité (cf. section 5.6.4.3).

Le Tableau 5 reprend la synthèse des analyses réalisées.

Paramètres			Matrice		
Type	Dénomination	Abréviation	Eaux	Sols-sédiments-résidus	Végétaux
Métaux et métalloïdes	Aluminium	Al			
	Antimoine	Sb			
	Argent	Ag			
	Arsenic	As			
	Bore	B			
	Baryum	Ba			
	Béryllium	Be			
	Cadmium	Cd			
	Chrome	Cr			
	Cobalt	Co			
	Chrome VI	Cr^{VI}			
	Cuivre	Cu			
	Etain	Sn			
	Fer	Fe			
	Fe (II)	Fe^{2}			
	Fe (III)	Fe^{3}			
	Manganèse	Mn			
	Mercure	Hg			
	Molybdène	Mo			
	Nickel	Ni			
	Plomb	Pb			
	Phosphore	P			
	Strontium	Sr			
	Titane	Ti			
	Tungstène	W			
	Vanadium	V			
	Zinc	Zn			
Cations	Calcium	Ca			
	Magnésium	Mg			
	Potassium	K			
	Silicium	Si			
	Sodium	Na			
Anions	Bromures	Br			
	Chlorures	Cl			
	Ortho-phosphates	$o\text{-}PO_4$			
	Nitrates	NO_3			
Carbone organique total	COT	COT			
Paramètres physico-chimiques	pH	pH			
	Conductivité	Cond.			
	Température (°C)	T°			
Coupes d' hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (HCT)	Indice HC C10-C40	Ind C10-C40			
	HC >C10-C12	C10-C12			
	HC >C12-C16	C12-C16			
	HC >C16-C21	C16-C21			
	HC >C21-C35	C21-C35			
	HC >C35-C40	C35-C40			

Paramètres			Matrice		
Type	Dénomination	Abréviation	Eaux	Sols-sédiments-résidus	Végétaux
Caractérisation d' une eau	Demande chimique en oxygène	DCO			
	Demande biologique en oxygène après 5 jours	DBO_5			
	Matières en suspension	MES			
	Ammonium	NH_4			
	Azote total	$N_{(tot)}$			
	Azote Kjeldahl	NTK			
	Cyanure	CN			
	Fluorure	F			
	Nitrites	NO_2			
Matières sèches	MS	MS			
Eau	Eau	Eau			
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Naphtalène	N			
	Acénaphtylène	Acyl			
	Acénaphtène	Ace			
	Fluorène	Fle			
	Phénanthrène	Phen			
	Anthracène	Anthr			
	Fluoranthène	Fl			
	Pyrène	Pyr			
	Benzo(a)anthracène	B[a]A			
	Chrysène	Chry			
	Benzo(b)fluoranthène	B[b]			
	Benzo(k)fluoranthène	B[k]F			
	Benzo(a)pyrène	B[a]P			
	Dibenzo(a)anthracène	DB[ah]A			
	Benzo(g,h,i)pérylène	B[ghi]P			
	Indéno(123-cd)pyrène	I[cd]P			
	Somme des HAP	Σ HAP			
	Somme des 4 HAP	Σ 4HAP			
	Somme des 6 HAP	Σ 6HAP			
Granulométrie	Sables grossiers	G-sg			
	Sables fins	G-sf			
	Limons grossiers	G-lg			
	Limons fins	G-lf			
	Argile	G-a			

Légende des milieux concernés : bleu = eaux; marron = sols, sédiments et résidus ; vert = végétaux.

Tableau 5 : Paramètres physiques, chimiques et biologiques mesurés pour chaque matrice (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

4.7 RESULTATS DES ANALYSES

Pour chaque milieu, les résultats des analyses sont indiqués dans des tableaux de synthèse (classant les différents types d'échantillon par zones étudiées, spécifiant pour certains les environnements locaux témoins associés), mentionnant les concentrations minimales et maximales pour certains (annexe 5).

Les incertitudes analytiques sont reprises également dans ces tableaux de résultats et seront intégrées dans le cadre de l'évaluation des incertitudes déroulée dans la démarche IEM[16].

En ce qui concerne la campagne de mesure réalisée par le BRGM avec un appareil de fluorescence X portable de type NITON ® (FPXRF) permettant une évaluation semi-quantitative des concentrations en éléments traces sur site, le lecteur se reportera au rapport du BRGM.

Les concentrations sont commentées ultérieurement dans la section 5 « Interprétation de l'état des milieux en termes sanitaires ».

4.7.1 SOLS

L'annexe 4 reprend les lieux de prélèvement.

Les résultats des analyses sont donnés dans les tableaux de l'annexe 5.

4.7.2 EAU DE SURFACE

L'annexe 4 reprend les lieux de prélèvement.

Les résultats des analyses sont donnés dans les tableaux de l'annexe 5, avec le signalement des lieux de prélèvement représentatifs de l'environnement local témoin et les autres au regard notamment des usages.

Il est à souligner que la première campagne d'investigation a été réalisée en juillet 2012 alors qu'aucune précipitation n'avant été enregistrée durant la campagne de prélèvement, ni précédemment. Les conditions hydrauliques sont susceptibles de varier fortement en périodes de fortes pluies et crues. Ces variations sont susceptibles d'influencer les paramètres physicochimiques des eaux de surface et des équilibres chimiques des formes dissoutes et précipitées de certains composés.

[16] Wessling n'a pas transmis les incertitudes associées à chacun des résultats analytiques, mais des bornes basses et hautes d'incertitudes par substances et matrice calculées avec la méthode GUN, et pour les Level1, -2, -3, -4, -5. La valeur indiquée dans les tableaux de résultats correspond à la valeur maximale.

Il est porté à l'attention du lecteur le résultat observé en chrome pour l'échantillon VEY_e1 (filtré) avec une valeur de 360 µg/l alors que l'échantillon non filtré indique une concentration inférieure à la limite de quantification de 5 µg/l. En effet, la majorité des échantillons indiquent des concentrations inférieures à la limite de quantification de 5 µg/l à l'exception de l'échantillon VEY_e2 avec une concentration de 18 µg/l pour l'échantillon non filtré et une concentration de 9,2 µg/l pour le point St_e1 (non filtré).

4.7.3 SÉDIMENTS

L'annexe 4 reprend les lieux de prélèvement.

Les résultats des analyses sont donnés dans les tableaux de l'annexe 5, avec le signalement des lieux de prélèvement représentatifs de l'environnement local témoin et les autres au regard notamment des usages.

Concernant cette matrice, le lecteur se reportera plus particulièrement au rapport de GEODERIS.

4.7.4 ESPÈCES VÉGÉTALES (VÉGÉTAUX POTAGERS ET HERBES DE PRAIRIE)

En préambule, il est rappelé que l'objectif de prélèvements d'espèces végétales est d'estimer une éventuelle contamination et exposition des populations :

– par dépôts particulaires sur les feuilles via des émissions de particules issues des sols, notamment des dépôts de résidus, et via l'eau d'arrosage ;

– par transfert racinaire via une contamination des sols et/ou de l'eau d'arrosage ;

– par transfert foliaire via une contamination de l'eau d'arrosage.

Il est à souligner que la démarche de l'IEM est une approche itérative et progressive ne conduisant pas systématiquement à la caractérisation des végétaux potagers (celle-ci n'ayant lieu que lorsque la qualité des sols de surface l'impose, ou dans le cas de prédominance de la voie de transfert par envol de particules). Cependant, dans le cadre de cette étude ont été réalisés d'emblée les prélèvements des différents milieux d'exposition potentielle dont les végétaux autoproduits.

Végétaux potagers

Au regard de l'utilisation de l'eau de certains cours d'eau, dont le Lagau et le Vendèze pour l'arrosage des jardins potagers, des prélèvements de végétaux ont été réalisés tenant compte de la disponibilité et de la variabilité de ces derniers et l'autorisation d'accès des propriétaires.

Les figures de l'annexe 4 indiquent la localisation des lieux ayant fait l'objet de prélèvements.

Des prélèvements ont été réalisés dans un jardin privé à Chaliac (CHA_VE_J_2), avec les différents types de végétaux dont des légumes de type racines (carottes), des légumes tubercules (pomme de terre), des légumes feuilles (feuilles de blettes), légumes tiges (tiges de blettes) ont été prélevés. En rappel, ce jardin est arrosé par de l'eau pompée dans le Lagau.

Deux autres jardins de Chaliac ont uniquement fait l'objet de prélèvements de sol et d'eau utilisée pour l'arrosage en l'absence de suffisamment de végétaux pour la réalisation d'analyses : une autre parcelle à l'est, le long du Lagau (CHA-SO-J-1-0-30 avec le prélèvement d'eau CHA-E51) et une parcelle au nord du tas de résidus majeur (OUV_CHA_SO_J_54 avec le prélèvement d'eau et CHA–E-52).

A Saint-Julien-en-Saint-Alban, un jardin comportant plusieurs terrasses de culture, dont l'inférieure en bordure du Vendèze, a été le siège de prélèvements de végétaux (ST_J_VE_J_1_B, ST_J_VE_J_1_M, ST_J_VE_J_1_H). Des légumes tubercules (pomme de terre) (ST_J_VE_J_1_M), des légumes feuilles (laitue, ST_J_VE_J_1_H ; feuilles de blettes, ST_J_VE_J_1_B ; choux vert, ST_J_VE_J_1_B), des légumes racines (carottes ST_J_VE_J_1_B), des légumes tiges (tiges de blettes, ST_J_VE_J_1_B), des légumes fruits (aubergine blanche, ST_J_VE_J_1_B) et herbes aromatiques (persil ST_J_VE_J_1_B) ont été échantillonnées. En rappel, ce jardin est arrosé par de l'eau pompée dans le cours d'eau.

Un autre jardin à proximité, le long du Vendèze a uniquement fait l'objet de prélèvement de sol (ST-J-SO-J-2).

Sur le site de Flaviac, la Chamée, de même, seul un prélèvement de sol a été réalisé dans un jardin (FLA-SO-J-1) situé dans une parcelle en contrebas de la maison avec la galerie, et, cela en l'absence de quantité suffisante de végétaux pour la réalisation des analyses. Un prélèvement d'eau servant à l'arrosage y a également été réalisé (FLA-E-1).

Des mirabelles sauvages ont également été prélevées sur plusieurs arbres de la prairie située en contrebas du dépôt de résidus majeur de Chaliac (CHA_VE_P_3)

L'ensemble des prélèvements réalisés dans les jardins avec les différents types de végétaux ainsi que les prélèvements de sols et d'eau d'arrosage associés sont synthétisés dans le Tableau 6.

Type de végétaux	Végétaux et fruits	Jardin de Chaliac (J-2)	Jardin de Saint-Julien-en-Saint-Alban (J-1)
tubercule	pommes de terre	x	x
légume racine	carottes	x	x
légume feuille	laitue		x
légume feuille	feuilles de blettes	x	x
légume feuille	choux vert		x
légume tige	tige/blanc de blettes	x	x
légume fruit	aubergines blanches		x
plantes aromatiques			x
Remarque en termes d'arrosage			
		arrosage avec des eaux de surface du Lagau	*arrosage avec des eaux de surface du Vendèze*

Tableau 6 : Végétaux prélevés dans les jardins potagers

Les tableaux de l'annexe 5 reprennent l'ensemble des résultats des analyses.

Les concentrations sont commentées ultérieurement.

Herbes de prairies

Concernant les herbes de pâturages, ce milieu ne correspond pas à un milieu d'exposition directe pour les populations humaines, mais il est à souligner la possibilité de consommer le lait ou le fromage de chèvre, des cheptels fréquentant la zone d'étude.

Ces prélèvements avaient pour objet d'évaluer le transfert de métaux présents dans les sols vers les végétaux pouvant être consommés par des animaux d'élevages, ou du gibier.

L'annexe 4 rappelle la localisation des lieux ayant fait l'objet de prélèvements.

Quatre échantillons d'herbes de prairie ont également été prélevés au droit de deux prairies situées en contrebas du Terril de Pansier (CHA_VE_P_1 et CHA_VE_P_2). Un prélèvement a également été réalisé dans la prairie située au nord du Terril de Pansier (CHA_VE_P_5). Comme représentant de l'environnement local témoin, un échantillon d'herbes dans la prairie située au nord ouest du Terril de Pansier (CHA_S40_VE-herbe) a également été prélevé.

5 INTERPRETATION DES RESULTATS DE CARACTERISATION DES MILIEUX

5.1 PREAMBULE

Les sections suivantes reprennent les éléments spécifiques nécessaires à l'interprétation des résultats de caractérisation de l'état de chaque milieu étudié, tenant compte d'un « état non perturbé » des milieux, l'environnement local témoin dans le cadre de l'étude sanitaire.

En rappel, le rapport de GEODERIS (version projet de juillet 2013) présente également une section relative à l'interprétation des résultats en termes environnementaux.

5.2 RAPPELS METHODOLOGIQUES

En terme sanitaire, sur la base des résultats bruts présentés dans les sections précédentes, une IEM a été conduite afin de statuer sur la compatibilité des milieux avec leurs usages constatés. Elle permet de distinguer :

– les milieux ne nécessitant pas d'action particulière et permettant une libre jouissance des usages constatés sans risque ;

– les milieux pouvant faire l'objet d'actions simples pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés (« zone d'interprétation ») ;

– les milieux nécessitant la mise en œuvre d'un plan de gestion.

Lorsque les milieux ne permettent pas la jouissance des usages constatés sans exposer les populations à des niveaux de risques excessifs, il est nécessaire :

– d'élaborer des propositions d'actions simples de gestion ;

– le cas échéant, d'identifier des premières mesures de protection sanitaires ;

– de recourir aux outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage.

Lorsqu'il est acquis que les milieux nécessitent un plan de gestion, sont à conduire le plus rapidement possible l'identification des premières mesures de protection sanitaires et le recours aux outils de restriction d'usage, en attendant la mise en œuvre du plan de gestion.

Comme le montre la Figure 19, l'une des premières étapes de la démarche d'IEM conduit à comparer l'état des milieux à l'état des milieux naturels voisins de la zone d'investigation c'est-à-dire à l'environnement local témoin

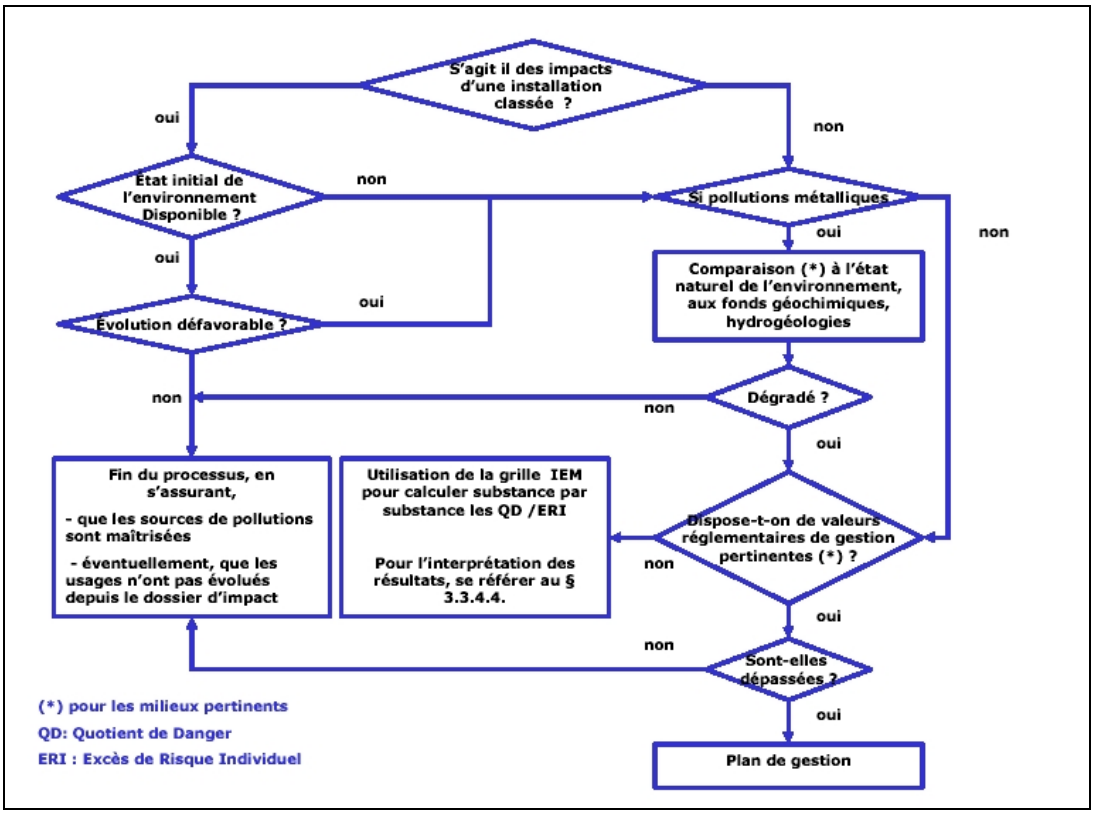


Figure 19 : Critères de gestion du risque de l'IEM (source : MEDD, 2007)

Suivant la démarche d'interprétation de l'état des milieux (MEDD, 2007), les concentrations mesurées dans les milieux d'exposition sont comparées notamment :

– aux concentrations de l'environnement local témoin, mises en perspective avec des gammes de concentrations communément observées dans la littérature française pour des situations similaires ;

– aux valeurs réglementant en France la qualité des milieux environnementaux (valeurs de gestion réglementaires et les objectifs de qualité des milieux en vigueur) ; et cela en cohérence pour les voies et les scénarios d'exposition pertinents identifiés dans le schéma conceptuel (usages effectivement constatés). Ces valeurs de gestion réglementaires mises en place par les pouvoirs publics correspondent au niveau du risque accepté par les pouvoirs publics pour l'ensemble de la population française. Les valeurs de gestion sont notamment, au regard de la présente étude, les suivantes :

- les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux conditionnées, reprises dans l'article R1321-2 du Code de la Santé Publique (CSP) modifié par l'article 1e du décret n°2007-49, repris dans l'annexe I de l'arrêté du 11-01-2007. Par défaut, elles seront utilisées pour tout usage de ces eaux : une eau potable est réputée saine pour la consommation humaine et pour tous les autres usages domestiques ou assimilés[17] ;
- le règlement CE précité règlement européen (CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié pour l'année 2011 par le règlement CE n°835/2011 du 19 août 2011 et le règlement CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011) relatif aux denrées alimentaires.

Lorsque la comparaison à l'état des milieux naturels du site montre une dégradation des milieux et que des valeurs de gestion ne sont pas disponibles, une Evaluation des Risques Sanitaires (EQRS) est réalisée en dernier recours. Elle est basée sur les scénarios et les voies d'exposition identifiés dans le schéma conceptuel, et apporte alors des éléments de jugement. Une grille de calculs des risques, à laquelle est associée des intervalles de gestion des risques, est adossée à la méthodologie d'IEM et permet la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires pour chacune des substances et voies d'exposition étudiées prises indépendamment, en cohérence avec la démarche de gestion des pouvoirs publics.

Ainsi, plus particulièrement dans la présente étude, lorsque la comparaison à l'environnement local témoin montre une dégradation des milieux pour certaines substances et que des valeurs de gestion ne sont pas disponibles, ce qui est le cas pour les sols en France, ou pour certaines substances dans les végétaux, il est alors nécessaire de vérifier si l'état de ces milieux est compatible avec l'usage qui en est fait par le biais d'une EQRS.

Les intervalles de gestion présentés dans la Figure 20 ont été définis par le MEDD pour interpréter les résultats de l'EQRS menée pour chacune des substances et voies d'exposition étudiées prises indépendamment. Les intervalles de gestion sont précisés ci-après pour les risques associés aux effets à seuil (quotient de danger – QD) et aux effets sans seuil (Excès de risques individuel – ERI) :

– QD < 0,2 et ERI < 10^{-6} : l'état des milieux est compatible avec les usages constatés ;

– 0,2 < QD < 5 ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4} : zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion ;

– QD > 5 ou ERI > 10^{-4} : l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages, un plan de gestion est requis.

[17] La directive Cadre Eau (DCE) au regard du bon état des milieux aquatiques (cours d'eau, plans d'eau, eaux souterraines, etc.) sera également en cas de besoin à intégrer à la démarche.

Intervalle de gestion des risques		L'interprétation des résultats	Les actions à engager **Dans tous les cas, il convient de s'assurer que** **la source de pollution est maîtrisée**	
Substances à Effet de Seuil	Substances Sans Effets de Seuil		Sur les milieux	Sur les usages
Inférieur à 0,2	Inférieur à 10^{-6}	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés	❑ S'assurer que la source de pollution est maîtrisée	❑ La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
Compris entre 0,2 et 5	Compris entre 10^{-4} et 10^{-6}	Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion	❑ Le recours à une argumentation appropriée, au retour d'expérience ❑ La mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens ❑ La réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie ❑ La mise en œuvre de restriction d'usage accompagnée d'une surveillance des milieux ❑ La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels	
Supérieur à 5	Supérieur à 10^{-4}	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages	❑ La définition et la mise en œuvre d'un plan de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages	

Figure 20 : Intervalles de gestion donnés par la grille de calculs de l'IEM (source : MEDD, 2007)

Lorsque les résultats des calculs de risques pour les substances à effet de seuil et sans effet de seuil, sont compris respectivement comme suit $0,2 < QD < 5$ ou $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, comme indiqué dans la figure ci-dessus, parmi les actions à engager est citée la réalisation d'une EQRS réfléchie, avec dans ce cas :

– les niveaux de risque de référence suivants :

- Quotient de Danger :

  Pour les effets à seuil, le Quotient de Danger (QD) théorique doit être inférieur à 1 ; lorsqu'il est supérieur à 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue ;

- Excès de Risque Individuel :

  Pour les effets sans seuil, l'Excès de Risques Individuel théorique (ERI) doit être inférieur à 10^{-5} (probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées) ;

– et les règles d'additivité suivantes :

  - pour les effets à seuil, les calculs sont réalisés en première approche avec une approche conservatoire, l'additivité des risques est prise en compte systématiquement via la sommation des QD de toutes les substances étudiées. En effet, a minima, il est nécessaire de réaliser la sommation des QD liés à des substances avec les mêmes effets sur le même organe cible induit par un même mécanisme d'action ;
  - pour les effets sans seuil, les calculs ont été réalisés en sommant les ERI de toutes les substances étudiées.

5.3 SCHEMA CONCEPTUEL

En rappel, le schéma conceptuel est, selon les textes du MEDD (2007), une véritable représentation de l'état des lieux du site considéré. Le schéma conceptuel doit permettre de mettre en évidence les relations entre :

– les sources de pollutions identifiées,

– les milieux de transferts,

– les enjeux qui sont ici les populations et plus particulièrement les enfants.

5.3.1 SOURCES DE POLLUTION

La « source » désigne le milieu à partir duquel les substances « non désirables » s'accumulent ou initient le transfert vers d'autres milieux.

Sur les zones investiguées, en termes sanitaires, les sources « primaires » principales sont les sols.

Les résultats des campagnes de terrain ont mis principalement en évidence, au regard des concentrations de l'environnement local témoin, la présence de sources de pollution pour les sols.

Il est à souligner en termes d'interprétations environnementales des concentrations des eaux, que ces points sont traités plus particulièrement dans le rapport de GEODERIS (2013).

Sols

La comparaison des concentrations observées dans différentes zones étudiées (cf. dans les tableaux en annexe 5), dans les lieux de prélèvement spécifiques ou usages et ceux caractérisant l'environnement local témoin[18]), indiquent pour plusieurs lieux de prélèvement, des dépassements.

[18] La consultation de bases de données pour une mise en perspective de ces données est également réalisée. Cependant, dans le cas présent, le site d'étude est situé dans une zone présentant une minéralogie particulière. Ainsi, aucun des référentiels ou bases de données nationale usuellement utilisés pour interpréter les concentrations de l'environnement local témoin n'est apparu être pertinent.

Les paragraphes suivants ci-après sont principalement ceux en lien avec la gîtologie des concessions étudiées, le plomb, l'arsenic, l'antimoine, le cadmium, le cuivre et le zinc.

Zone de Chaliac

Les points de prélèvements situés principalement au nord du Terril de Pansier ont été considérés comme des points de l'environnement local témoin pour l'horizon de surface (de 0 à 2 cm ou 10 cm) (points de prélèvement OUV_CHA_SO_P55, 56). Les concentrations en plomb sont comprises entre 93 et 130 mg/kg, celles en arsenic entre 15 et 88 mg/kg, celles en antimoine sont soit inférieures à la limite de quantification de 5 mg/kg ou au maximum de 19 mg/kg, pour le cadmium entre 0,4 et 1,8 mg/kg, pour le zinc entre 58 et 330 mg/kg, et pour le cuivre entre 26 et 47 mg/kg.

Ainsi, de nombreux points de prélèvement indiquent des concentrations significativement supérieures et notamment au droit et abord immédiat des dépôts de résidus, mais également à l'entrée de la parcelle de la grande laverie, ou le long de la route bordant les bassins et les deux autres tas de résidus.

En bordure nord ouest du dépôt de résidus majeur, notamment au point de prélèvement OUV_CHA_SO1_0-2, les concentrations sont de 37 000 mg/kg en plomb, de 1 100 mg/kg en arsenic, de 3 000 mg/kg en antimoine, de 22 mg/kg en cadmium, de 760 mg/kg en cuivre et de 4 700 mg/kg en zinc.

En bordure du flanc sud est de ce dépôt de résidus majeur, le long d'un chemin, les concentrations sont également significatives, par exemple au point de prélèvement OUV_CHA_SO7_0-2, de 38 000 mg/kg en plomb, de 240 mg/kg en, arsenic, de 860 mg/kg en antimoine, de 29 mg/kg en cadmium, de 260 mg/kg en cuivre et de 6 300 mg/kg en zinc.

A l'entrée de la parcelle de la grande laverie, des concentrations également très importantes ont été observées, notamment au point de prélèvement OUV_CHA_SO16_0-2, avec 37 000 mg/kg en plomb, 360 mg/kg en arsenic, 630 mg/kg en antimoine, 7,3 mg/kg en cadmium, 470 mg/kg en cuivre et 3 100 mg/kg en zinc.

Au droit du dépôt de résidus situé le plus à l'est, le long de la route avec notamment la présence d'un banc pour les promeneurs (point de prélèvement OUV_CHA_SO21_0-2), les concentrations sont également dans les mêmes gammes de valeurs, avec 44 000 mg/kg en plomb, 150 mg/kg en arsenic, 590 mg/kg en antimoine, 20 mg/kg en cadmium, 650 mg/kg en cuivre et 3 300 mg/kg en zinc.

Au droit du dépôt de résidus situé à l'ouest, dans le virage, comportant notamment des traces de passages de vélos, motos (point de prélèvement OUV_CHA_SO52_0-2), des gammes similaires de concentrations y sont également observées, avec 40 000 mg/kg en plomb, 680 mg/kg en arsenic, 2 400 mg/kg en antimoine, 5,1 mg/kg en cadmium, 600 mg/kg en cuivre et 1 700 mg/kg en zinc.

Un autre point de prélèvement le long de la route au droit d'un muret face aux dernier bassin de la laverie, avec notamment la présence observée lors des investigations d'un promeneur avec son petit fils (point OUV_CHA_SO57_0-2), indique également des concentrations significatives, avec 5 400 mg/kg en plomb, 90 mg/kg en arsenic, 190 mg/kg en antimoine, 11 mg/kg en cadmium, 140 mg/kg en cuivre et 21 00 mg/kg en zinc.

Concernant l'horizon de sol remanié, dans les parcelles de jardin potager, le point OUV_CHA_SO_J54_0-30 est considéré comme le point de l'environnement local témoin, avec une concentration en plomb de 270 mg/kg, en arsenic de 99 mg/kg, en antimoine de 18 mg/kg, en cadmium de 2,3 mg/kg, en zinc de 450 mg/kg, et en cuivre de 75 mg/kg.

Ainsi, les concentrations observées dans le jardin OUV_CHA_SO_J_2, dans lequel ont été prélevés des végétaux (végétaux arrosés avec de l'eau du Lagau) n'apparaissent pas significativement différentes de celles de ce jardin témoin, avec 300 mg/kg en plomb, 20 mg/kg en arsenic, 11 mg/kg en antimoine, 2,2 mg/kg en cadmium, 140 mg/kg en cuivre et 460 mg/kg en zinc. De même, le jardin OUV_CHA_SO_J_1_0-30, situé plus à l'est le long du Lagau également arrosé avec de l'eau du Lagau, montre des concentrations dans les mêmes gammes, avec 310 mg/kg en plomb, 41 mg/kg en arsenic, 9,5 mg/kg en antimoine, 6,1 mg/kg en cadmium, 61 mg/kg en cuivre et 1 500 mg/kg en zinc (dans ce cas plus significatif).

En ce qui concerne les composés organiques, en rappel, au regard des éléments du contexte historique actuellement disponible, aucune substance organique n'a a priori été utilisée lors des activités des différentes concessions. Cependant au regard de certains indices visuels et olfactifs, dont des odeurs de type hydrocarbures lors du prélèvement de certains échantillons de sols au droit du dépôt de résidus majeur et des deux autres tas de résidus (cf. annexe 2 avec des éléments descriptifs généraux des prélèvements), des analyses d'hydrocarbures (fractions d'hydrocarbures) et hydrocarbures aromatiques polycycliques ont été réalisées sur certains échantillons.

Ces analyses ont notamment mis en évidence la présence de certains hydrocarbures aromatiques polycycliques et fractions d'hydrocarbures et plus particulièrement la fraction C21-C35, notamment au droit du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (OUV_CHA_SO_20_5_10).

Zone de Flaviac, Chamée

Le point situé au nord (OUV_FLA_SO10-0-2) est considéré comme point de l'environnement local témoin, avec les concentrations suivantes, en plomb de 160 mg/kg, en arsenic de 66 mg/kg, en antimoine de 24 mg/kg et en cadmium de 0,93 mg/kg. La parcelle située en contrebas de la maison avec la galerie est également considérée comme environnement local témoin (point OUV_FLA_SO12_0-2) avec des concentrations très similaires, en plomb de

240 mg/kg, en arsenic de 37 mg/kg, en antimoine de 13 mg/kg et en cadmium inférieure à la limite de quantification de 0,4 mg/kg,

Ainsi, il apparaît que les prélèvements réalisés au droit de la parcelle de la maison avec la galerie, présentent des concentrations significativement supérieures pour plusieurs substances, et notamment au point de prélèvement OUV_FLA_SO2_0-2, avec 480 mg/kg en plomb, 860 mg/kg en arsenic, 30 mg/kg en antimoine, mais plus faible en cadmium, inférieure à la limite de quantification de 0,6 mg/kg.

Le point de prélèvement situé dans le jardin potager OUV_FLA_SO_J1_0-30 de la parcelle comportant également le point OUV_FLA_SO12_0-2, dans lequel n'ont pas été prélevés de légumes indique également des concentrations assez faibles, de 48 mg/kg en plomb, de 44 mg/kg en arsenic, de 9 mg/kg en antimoine, de 0,45 mg/kg en cadmium.

Zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban

Les concentrations observées dans les différentes parcelles du jardin dans lesquelles ont été prélevés des végétaux (St_J_SO_J_1_B, M, H) ne sont pas significatives et sont pour les valeurs maximales parmi les 2 parcelles du jardin (parcelle basse (B) et parcelle moyenne (M), la parcelle haute (H) comportant également des fleurs et donc potentiellement des apports autres n'est pas commentée), de 65 mg/kg en plomb, 16 mg/kg en arsenic, inférieure à la limite de quantification de 5 mg/kg en antimoine, inférieure à la limite de quantification de 0,4 mg/kg en cadmium, de 77 mg/kg en cuivre et de 79 mg/kg en zinc. L'autre jardin situé également le long du Vendèze (St_J_SO_J_2) et n'ayant pas fait l'objet de prélèvement de végétaux présente également des concentrations très similaires (de 29 mg/kg en plomb, de 21 mg/kg en arsenic, inférieure à la limite de quantification de 5 mg/kg en antimoine, inférieure à la limite de quantification de 0,4 mg/kg en cadmium, de 17 mg/kg en cuivre et de 99 mg/kg en zinc).

Synthèse

Les valeurs supérieures à la gamme de concentrations rencontrées sur les lieux caractérisant l'environnement local témoin sont récapitulées dans le Tableau 7, reprenant parmi la zone étudiée uniquement la concentration maximale qui sera prise en compte ultérieurement dans la démarche d'EQRS.

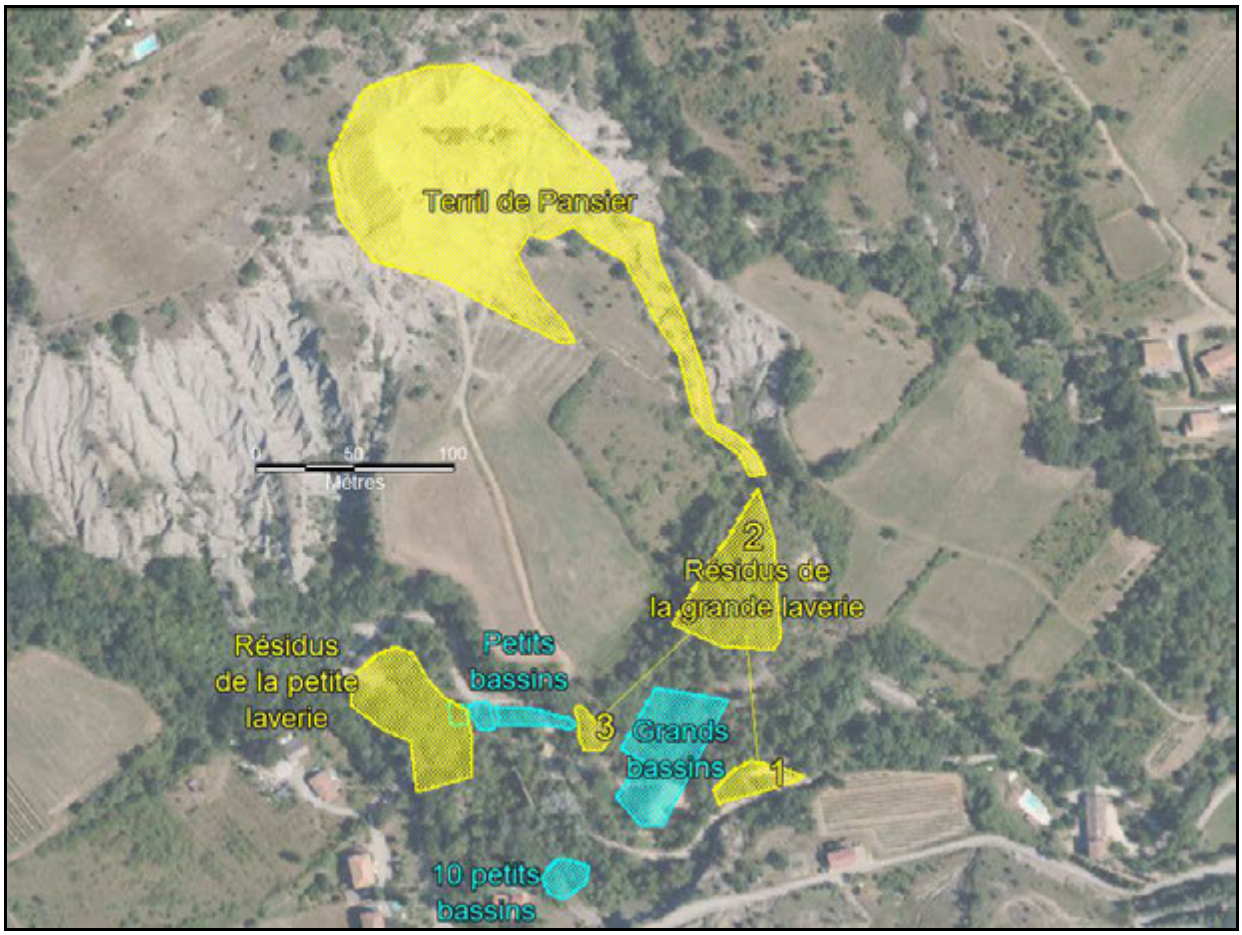


Figure 21 : Localisation des résidus et bassins de décantation sur la zone de Chaliac (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Ces différentes zones étudiées sont par ailleurs illustrées sur les photographies présentées précédemment (section 4.4.1) et rappelées sur la Figure 22

Substances Zone	arsenic	antimoine	cadmium	cuivre	plomb	zinc
	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)	(mg/kg MS)
Zone de Chaliac						
Environnement local témoin (concentration minimale et maximale)	*36*	*25*	*15*	*60*	*390*	*590*
Zone du dépôt du Terril de Pansier, en périphérie nord ouest –A (OUV_CHA_SO1)	1 100	3 000	22	760	37 000	4 700
Zone du dépôt du Terril de Pansier, en périphérie sud est (OUV_CHA_SO7) - B	240	860	29	260	38 000	6 300
Zone à l'entrée de la parcelle de la laverie (OUV_CHA_SO16) – C (résidus de la petite laverie)	360	630	*n.c.*	470	37 000	3 100
Zone du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc (OUV_CHA_SO21) – D (résidus de la grande laverie)	150	590	20	650	44 000	3 300
Zone du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (OUV_CHA_SO52) – E (grands bassins de décantation)	680	240	*n.c.*	600	40 000	1700
Zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret (OUV_CHA_SO57) – F (dizaine petits bassins de décantation)	90	190	11 (*)	140	5 400	2100
Zone de Flaviac - La Chamée						
Environnement local témoin (concentration minimale et maximale)	210	63	0,9	51	240	340
Zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie(OUV_FLA_SO2) – G (proximité usine de couperose)	860	*n.c.*	*n.c.*	*n.c.*	480	*n.c.*

Légende :

(*) : concentration retenue au regard des incertitudes analytiques, dans le cadre d'une approche conservatoire, mais dans la gamme de celle de l'environnement local témoin

n.c. : substance non concernée, car concentration inférieure à celle de l'environnement local témoin

Tableau 7 : Concentrations (mg/kg MS) dans les sols retenues pour l'IEM pour les zones étudiées pour le scénario ingestion de sol, avec rappel des concentrations de l'environnement local témoin

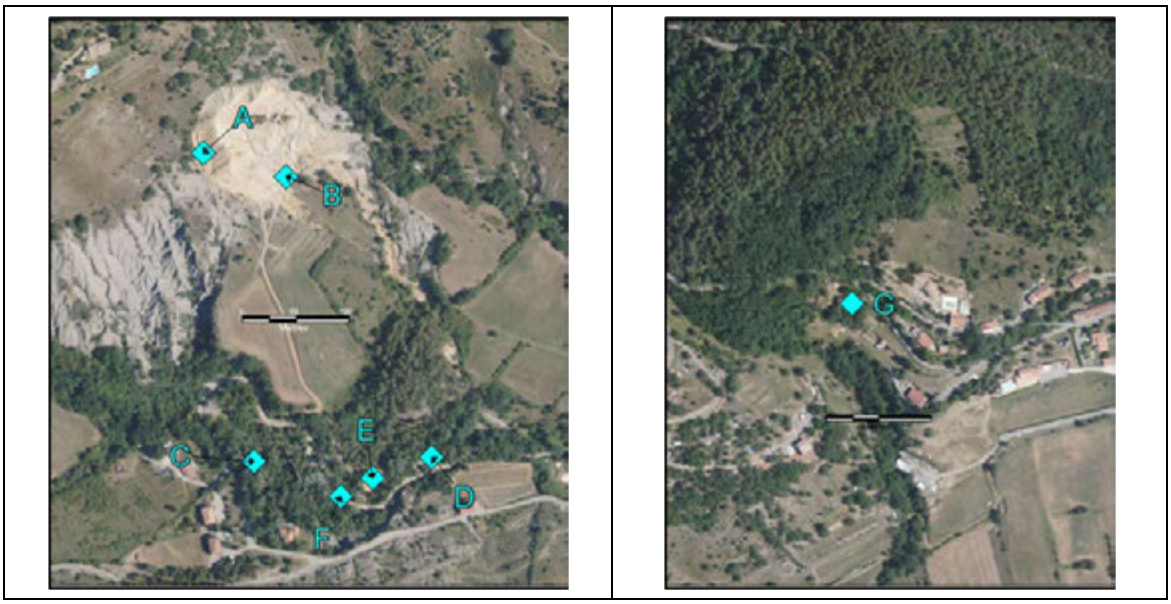


Figure 22 : Localisation des zones étudiées dans l'IEM

Végétaux potagers

En rappel, pour les jardins potagers, aucun jardin témoin n'a été caractérisé.

Par ailleurs, aucun référentiel ou bases de données au regard du contexte de l'étude n'a pu être mis en perspective.

L'analyse du tableau de l'annexe 5 met en évidence les éléments suivants.

Concernant les végétaux potagers, un milieu d'exposition potentielle pour les populations, globalement les concentrations observées dans les végétaux potagers cultivés dans les jardins pour les métaux et métalloïdes en lien avec l'activité minière et au regard des concentrations observées dans les sols et les eaux d'arrosage tenant compte de ces de leur environnement local témoin, sont faibles, souvent inférieures aux limites de quantification, ou du même ordre de grandeur, à l'exception plus particulièrement du plomb et du cadmium.

Des éléments de détails en termes de types de végétaux potagers concernés et concentrations associées sont précisés dans la section 5.6.

5.3.2 VECTEURS ET MILIEUX DE TRANSFERTS, MILIEUX D'EXPOSITION ET ENJEUX

En termes sanitaires, au regard d'éléments présentés précédemment, d'une « source primaire » principale, les sols, de vecteurs et milieux de transferts (notamment les sols, les eaux), de milieux d'exposition (principalement les sols et les végétaux potagers), les enjeux considérés sont les populations (adultes

et enfants) riveraines des sites ou de passage, comme des vacanciers et des randonneurs[19].

Dans le cas des zones étudiés les voies d'exposition retenues sont les suivantes :

– l'ingestion de sol de surface pour les enfants les plus exposés au regard de leur comportement ;

– l'ingestion de végétaux potentiellement contaminés par l'arrosage du potager, en raison de l'usage des eaux de surface pour l'arrosage de végétaux potagers. Et cela malgré le fait de la mention suivante reprise du document IEM : selon la méthodologie de l'IEM, si un sol ne présente pas de risque par ingestion directe, il apparaît peu pertinent de caractériser l'état des végétaux qui y sont cultivés pour évaluer les risques liés à leur ingestion. En effet, l'Ouvèze, le Vendèze et le Lagau font tous trois l'objet de prélèvement pour l'irrigation des jardins potagers ;

– l'ingestion non intentionnelle d'eau par les enfants liée à l'usage de loisirs des eaux de surface, fréquentées pour la baignade, comme, a été retenue[20] et cela malgré les informations suivantes indiquées dans le rapport de GEODERIS de 2013 (version projet de juillet) : « la baignade n'est pas autorisée sur l'Ouvèze mais des témoignages oraux indiquent que riverains et estivants se baignent tout le long de l'Ouvèze. Des baigneurs ont été observés dans le Vendèze mais aucun indice n'a été relevé dans le Lagau, mais cet usage n'est pas exclu ».

En termes de voies d'exposition non retenues sont à souligner les suivantes.

L'exposition par inhalation de poussière n'avait pas été retenue dans le schéma conceptuel préliminaire, ni l'ingestion de poussière à l'intérieur des habitations, et aucune caractérisation de la qualité de l'air (particulaire) n'avait été conduite dans le cadre de la campagne de terrain. Cependant des mesures de granulométrie ont toutefois été intégrées. En première approche, au regard des résultats granulométriques des prélèvements issus du dépôt de résidus, des bassins de décantation, de la configuration des sites et des habitations, et tenant compte de la typologie des sites, et des directions des vents cela apparaît proportionné.

19 En rappel, les enjeux pour la ressource en eau et pour les ressources environnementales sont plus particulièrement traitées dans le rapport de GEODERIS (2013)

20 Au regard de la granulométrie des « sédiments » prélevés avec des fractions grossières significatives, l'exposition à ces derniers n'a pas été prise en compte, comme par exemple via l'ingestion accidentelle.

L'ingestion de sédiments lors d'activités de loisirs par des enfants, au regard des observations de terrains, de la typologie des sites et de leurs fréquentations et des résultats des analyses, n'a pas été retenue[21].

L'ingestion de poisson suite aux activités de pêche, au regard des informations mentionnées dans le rapport de GEODERIS de 2013 (version projet de juillet) : *« l'étude réalisée par Iris consultants en 2010 indique que deux fédérations de pêche assurent la gestion piscicole du bassin. L'Ouvèze à l'amont de Privas et ses affluents sont en première catégorie piscicole mais, durant les visites de terrain, aucun indice de pêche n'a été relevé dans les affluents visités. Le guide 2013 de la pêche indique, par ailleurs, que l'Ouvèze est un parcours « no kill » mouche, signifiant que le poisson pêché n'est pas consommé ».*

L'ingestion de produits dérivés comme le fromage de chèvre n'a pas été considérée ou viande de bovins (cf. de nombreux points le long de l'Ouvèze, avec des tuyaux ont été observés, permettant le pompage de l'eau pour l'abreuvage de bovins et l'irrigation de cultures). Pour information, pour évaluer le transfert dans le bétail différentes approches sont disponibles tenant compte des concentrations en substances étudiées dans les milieux d'exposition du bétail (sols, herbes de pâturages, eau principalement). Dans le cadre de la présente étude, dans l'étape d'évaluation des incertitudes (cf. l'IEM est uniquement basée sur des mesures dans les milieux d'exposition), aucune modélisation du transfert vers la viande n'a été réalisée. En effet, pour se faire, il aurait été nécessaire d'utiliser des modèles entachés de nombreuses incertitudes ou des facteurs de transfert (BAF)[22], pour ces derniers, la littérature dont Laurent et *al.* (2003), n'en mentionne aucun pour l'arsenic, l'une des substances présente également avec des concentrations significatives, des valeurs étant mentionnées pour d'autres métaux comme le cuivre, zinc, plomb, ce dernier présentant les concentrations les plus élevées. En outre, il est à souligner que seules certaines zones avec des herbes de pâturage ont été caractérisées, sans toutefois en connaître avec précision leur usage (celles situées au nord et au sud du terril de Pansier étant utilisées pour les lamas élevés par le propriétaire, des zones d'abreuvage (eau de surface) et les sols ont été par ailleurs caractérisés.

[21] En termes environnemental, une analyse des résultats des sédiments plus approfondie est mentionnée dans le rapport GEODERIS.

[22] Le facteur de bioaccumulation (BAF) qui donne le rapport de la concentration en une substance dans l'animal (si possible dans le muscle puisqu'il s'agit de la partie la plus consommée) sur la concentration en cette même substance dans une matrice initiale (aliment, sol, …).

5.3.3 BILAN DU SCHÉMA CONCEPTUEL

La Figure 23 rappelle la localisation des zones étudiées.

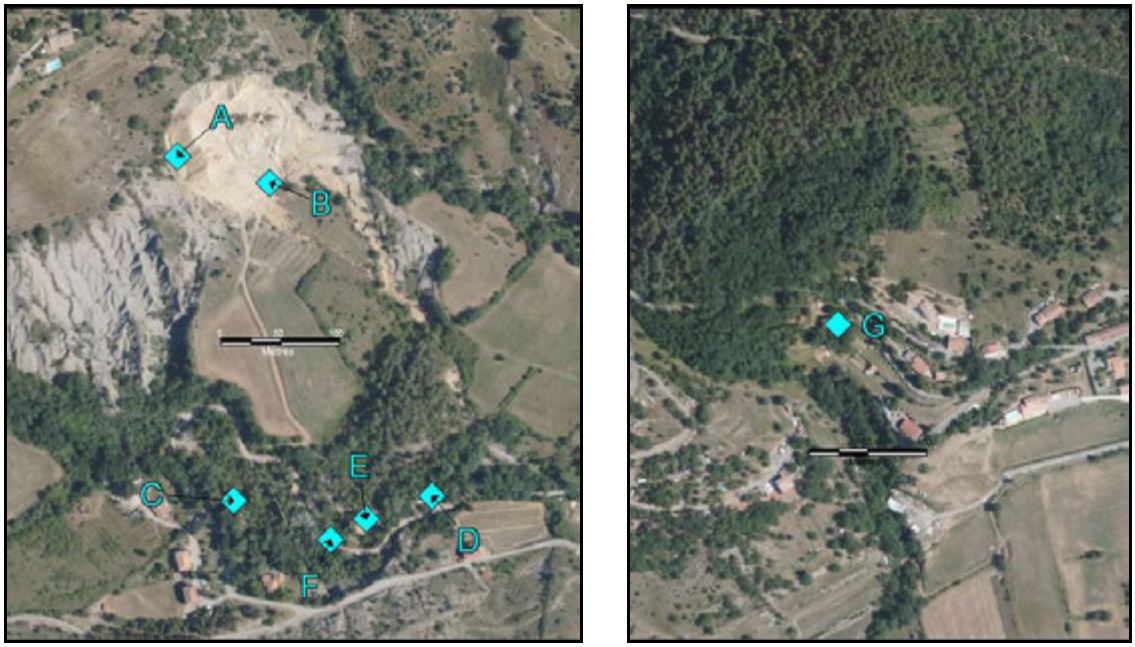
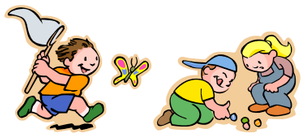
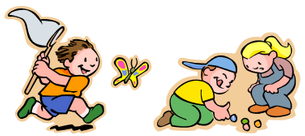
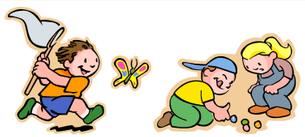
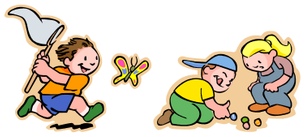


Figure 23 : Localisation des zones étudiées (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Le Tableau 8 avec des illustrations photographiques récapitule le schéma conceptuel d'exposition et résume les voies d'exposition et les populations considérées, pour les principales zones étudiées au regard d'informations observées lors des visites, des campagnes de terrain et communiquées par la population[23]. Les différents usages ont été présentés précédemment.

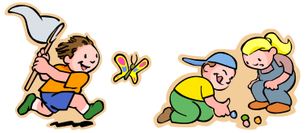
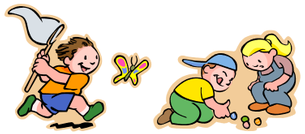
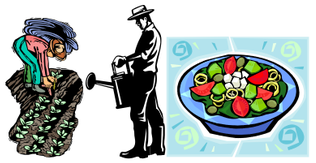
[23] Certains scénarios d'exposition, traités plus particulièrement dans le cadre de l'étape d'évaluation des incertitudes, comme l'exposition par ingestion de sol pour le jardinier ne sont pas repris ni illustrés dans cette figure.

Tableau 8 : Récapitulatif du schéma conceptuel d'exposition en fonction des zones étudiées

Zones	Milieux d'exposition	Voies d'exposition	Populations concernées	Illustrations	
Zones de Chaliac					
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest (zone A de la Figure 23**)**	Sols de surface (série OUV_CHA_SO1)	Ingestion de terre	Enfant **(**)**		
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie sud est (zone B de la Figure 23**)**	Sols de surface (série OUV_CHA_SO7)	Ingestion de terre	Enfant **(**)**		
Zone de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) (zone C (résidus de la petite laverie) **de la** Figure 23**)**	Sols de surface (série OUV_CHA_SO16)	Ingestion de terre	Enfant **(**)**		
Zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc (zone D (résidus de la grande laverie) **de la** Figure 23**)**	Sols de surface (série OUV_CHA_21)	Ingestion de terre	Enfant **(**)**		

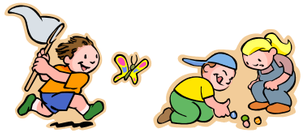
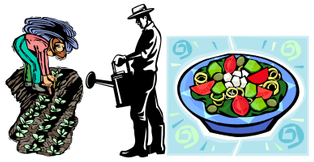
Légende :
(*) : en rappel, ces zones sont potentiellement contaminées suite à l'usage des eaux de surface pour l'arrosage des végétaux potagers
(**) : concernant la voie d'exposition ingestion de sol, l'enfant est principalement mentionné au regard de son comportement particulier de « portée main-bouche »

Suite du Tableau 8 : Récapitulatif du schéma conceptuel d'exposition en fonction des zones étudiées

Zones	Milieux d'exposition	Voies d'exposition	Populations concernées	Illustrations	
<u>Zones de Chaliac</u>					
Zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (zone E (grands bassins de décantation) **de la** Figure 23**)**	Sols de surface (série OUV_CHA_52)	Ingestion de terre	Enfant **(**)**		
Zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret (zone F (dizaine de petits bassins de décantation) **de la** Figure 23**)**	Sols de surface (série OUV_CHA_SO57)	Ingestion de terre	Enfant **(**)**		
Jardin J 2	Végétaux potagers autoproduits (*) (série CH-VEG-J2- pour les végétaux et pour l'eau d'arrosage)	Ingestion de végétaux potagers	Enfant et adulte		
Eau de surface	Eau de surface	Ingestion d'eau	Enfant		

<u>Légende :</u>
(*) : en rappel, les végétaux potagers sont potentiellement contaminées suite à l'usage des eaux de surface pour l'arrosage des végétaux potagers.
(**) : concernant la voie d'exposition ingestion de sol, l'enfant est principalement mentionné au regard de son comportement particulier de « portée main-bouche »

Suite du Tableau 8 : Récapitulatif du schéma conceptuel d'exposition en fonction des zones étudiées

Zones	**Milieux d'exposition**	**Voies d'exposition**	**Populations concernées**	**Illustrations**	
Zone de Flaviac, Chamée					
Zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie (zone G (proximité usine de couperose) **de la** Figure 23**)**	Sols de surface (série OUV_FLA_SO2)	Ingestion de terre	Enfant **(**)**		
Zone de St-Julien-en-St-Alban					
Jardin J 1	Végétaux potagers autoproduits (*) (série ST-J-VE-J-1 pour les végétaux et pour l'eau d'arrosage)	Ingestion de végétaux potagers	Enfant et adulte		
Eau de surface	Eau de surface	Ingestion d'eau	Enfant		

Légende :
(*) : en rappel, les végétaux potagers sont potentiellement contaminées suite à l'usage des eaux de surface pour l'arrosage.
(**) : concernant la voie d'exposition ingestion de sol, l'enfant est principalement mentionné au regard de son comportement particulier de « portée main-bouche »

5.4 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES POUR LES SOLS

Dans un premier temps, les concentrations ont été comparées aux concentrations des échantillons des environnements locaux témoins, ayant mis en évidence que la qualité des sols en certains lieux est dégradée.

Aussi, en l'absence de valeur de gestion pour les sols, la démarche IEM se poursuit par des calculs de risques sanitaires réalisés dans un premier temps pour chacune des substances et voies d'exposition tenant compte des scénarios d'exposition retenus. Cette étape est traitée ultérieurement en section 5.6.3.2. en prenant en compte, en première approche, les concentrations maximales (cf. Tableau 17).

5.5 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES POUR LES EAUX DE SURFACE

Dans un premier temps, les concentrations ont été comparées aux concentrations des échantillons des environnements locaux témoins, ayant mis en évidence que la qualité des eaux de surface en certains lieux est dégradée.

Ainsi au regard des usages constatés, les concentrations sont comparées aux valeurs réglementaires de gestion. Il est à souligner qu'en l'absence de valeurs de gestion pour une substance étudiée, l'étape suivante est la mise en œuvre d'un plan de gestion.

Dans la présente étude, au regard du schéma conceptuel et des usages constatés, dont pour les eaux de surface, des activités d'arrosage de certains jardins potagers, de baignade, les concentrations (issues de prélèvement non filtrés) sont comparés aux valeurs réglementaires de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté Ministériel du 11 janvier 2007) présentées dans le Tableau 9 uniquement pour les substances étudiées (l'annexe 6 reprend l'ensemble de l'arrêté précité).

Tableau 9 : Limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les substances étudiées (extrait de Annexe I de l'arrêté du 11-01-2007)

Paramètres chimiques	Limites de qualité (µg/L)	Notes
Antimoine	5	
Arsenic	10	
Chrome	50	
Cuivre	2 000	
Nickel	20	
Plomb	10	La limite de qualité est fixée à 25 µg/L jusqu'au 25 décembre 2013. Les mesures appropriées pour réduire progressivement la concentration en plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine au cours de la période nécessaire pour se conformer à la limite de qualité de 10 µg/L sont précisées aux articles R1321-55 et R1321-49 (arrêté d'application). Lors de la mise en œuvre des mesures destinées à atteindre cette valeur, la priorité est donnée aux cas où les concentrations en plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine sont les plus élevées.

L'analyse des tableaux de l'annexe 5 avec les résultats bruts des eaux de surface indique les éléments suivants.

Zone de Chaliac

Dans le cas des eaux du Lagau (CHA-E51) utilisées pour l'arrosage du jardin OUV-CHA-SO-J-1, plusieurs dépassements des valeurs de gestion précitées sont à mentionner pour :

– le plomb, 95 µg/l pour une valeur de gestion de 10 µg/l,

– le cadmium, 8,3 µg/l pour une valeur de gestion de 5 µg/l,

– l'antimoine, 6,1 µg/l pour une valeur de gestion de 5 µg/l.

L'échantillon CHA-E-3 situé à proximité indique également un dépassement des valeurs précitées notamment pour le plomb avec 64 µg/l (pour une valeur de gestion de 10 µg/l), 7 µg/l pour le cadmium (pour une valeur de gestion de 5 µg/l).

Le prélèvement d'eau CHAS40-E6 en lien avec le jardin CHA-VE-J-2, indique également un dépassement des valeurs précitées, notamment pour le plomb avec 26 µg/l (pour une valeur de gestion de 10 µg/l du tableau ci-dessus).

Zone de Flaviac, Chamée

Concernant l'eau utilisée pour l'arrosage du jardin de Flaviac, Chamée (FLA-E1), les concentrations sont inférieures aux valeurs réglementaires précitées.

Concernant la zone de Saint-Julien-en-Saint-Alban et l'eau de surface (point STJ-E1), les valeurs précitées ne sont pas dépassées (concentrations en plomb inférieure à 5 µg/l, la limite de quantification), en arsenic de 6,5 µg/l et en cadmium de 0,55 µg/l).

Par ailleurs, les concentrations les plus significatives en plomb sont observées au nord de Saint-Julien-en-Saint-Alban, avec une concentration maximale atteignant 230 µg/l au point CHA_S39_e10, l'échantillon non filtré (dans le cas de l'échantillon filtré, la concentration en plomb est de 160 µg/l). Ce prélèvement d'eau indique également un pH particulier de 3 et une conductivité de 920 µS/cm.

Zone du Filon Juliette

En rappel, dans l'Erries s'écoulent des eaux provenant d'une paroi située à quelques mètres au-dessus d'une galerie. Ces eaux ont été analysées, de même que celles de l'Erries et du Vendèze.

Il est à souligner principalement que l'écoulement de la paroi et les eaux de l'Erries présentent un pH acide (pH=3) et une conductivité élevée en comparaison à celle de l'environnement local témoin (15 fois plus élevée). Les concentrations en sulfates et nitrates dépassent les valeurs réglementaires précitées. Plusieurs concentrations en métaux et métalloïdes les dépassent également de manière significative (plus d'un ordre de grandeur), comme pour le plomb et l'arsenic.

5.6 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES POUR LES VEGETAUX POTAGERS

Comme pour les autres milieux d'exposition, l'interprétation des concentrations observées sur les végétaux potagers suit la démarche suivante : une comparaison à ceux associés à l'environnement local témoin, et également aux valeurs de gestion réglementaires disponibles. En l'absence de ces dernières et en cas de dégradation de la qualité du milieu, un calcul de risques sanitaires est réalisé pour chacune des substances et des végétaux, à l'aide de la grille IEM.

Concernant les végétaux potagers, le règlement européen issu du règlement CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006, modifié pour l'année 2011 par le règlement CE n°835/2011 du 19 août 2011 et le règlement CE n°1259/2011 du 2 décembre 2011, portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires fixe des teneurs maximales en mg/kg de poids à l'état frais.

Le Tableau 10 reprend les concentrations maximales fixées réglementairement pour les denrées alimentaires issues du règlement européen précité.

Tableau 10 : Concentrations maximales fixées réglementairement dans les denrées alimentaires pour les substances étudiées

Denrée alimentaire	Teneurs maximales (mg/kg de poids à l'état frais)
3.1. PLOMB (Pb)	
3.1.9. Céréales, légumineuses et légumes à cosse	0,2
3.1.10. Légumes, à l'exclusion des brassicées, des légumes-feuilles, des fines herbes et de tous les champignons ([7]). Dans le cas des pommes de terre, la teneur maximale s'applique aux produits pelés.	0,1
3.1.11. Brassicées, légumes-feuilles et champignons suivants ([7]) : Agaricus bisporus (champignon de Paris), Pleurotus ostreatus (pleurote en forme d'huître), Lentinula edodes (Shiitake)	0,3
3.1.12. Fruits à l'exclusion des baies et des petits fruits ([7])	0,1
3.1.13. Baies et petits fruits ([7])	0,2
3.2 CADMIUM (Cd)	
3.2.12. Céréales, à l'exclusion du son, du germe, du blé et du riz	0,1
3.2.13. Son, germe, blé et riz	0,2
3.2.14. Graines de soja	0,2
3.2.15. Légumes et fruits, à l'exclusion des légumes-feuilles, des fines herbes, des champignons, des légumes-tiges, des légumes-racines et des pommes de terre ([7])	0,05
3.2.16. Légumes-tiges, légumes-racines et pommes de terre, à l'exclusion du céleri-rave ([7]). Dans le cas des pommes de terre, la teneur maximale s'applique aux produits pelés	0,1
3.2.17. Légumes-feuilles, fines herbes, céleri-rave et champignons suivants (7) : Agaricus bisporus (champignon de Paris), Pleurotus ostreatus (pleurote en forme d'huître), Lentinula edodes (Shiitake)	0,2
3.2.18. Champignons, à l'exclusion de ceux énumérés au point 3.2.17 ([7])	1,0

(7) La teneur maximale s'applique une fois le fruit ou les légumes lavés et la partie comestible séparée.

Le Tableau 11 synthétise les concentrations (mg/kg en poids frais – PF ou en matière brute - MB) en métaux et métalloïdes par type de végétaux pour les jardins potagers en les comparant aux valeurs du règlement CE précité.

Tableau 11 : concentrations en métaux et métalloïdes dans les végétaux prélevés dans les jardins potagers et les prairies

références du point	zone	"type" de légumes	légumes	métaux et métalloïdes													Masse sèche	Eau
				Sb	As	Pb	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Ni	Ag	W	Zn	Hg		
				mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	mg/kg MB	g/100g MB	g/100g MB
			limite de quantification	0,1	0,1	0,02	0,01	0,2	0,1	0,2	0,2	1	0,1	0,1	1	0,005	0,1	-
ST_J_VE_J_1_H	Saint Julien	légumefeuilles	Laitue	<0,1	<0,1	0,06	0,02	<0,2	<0,1	4,3	0,47	<1	<0,1	<0,1	1,7	<0,005	6	94
ST_J_VE_J_1_M		tubercules	Pommes de terre	<0,1	<0,1	0,03	0,01	<0,2	<0,1	4,5	1,8	<1	<0,1	<0,1	2,7	<0,005	19	81
ST_J_VE_J_1_B		légume feuilles	Branches/feuilles vertes blettes	<0,1	<0,1	0,15	0,03	<0,2	<0,1	14	0,96	<1	<0,1	<0,1	2	<0,005	9,8	90
		légume racines	Carottes	<0,1	<0,1	0,05	0,02	<0,2	<0,1	5,3	0,72	<1	<0,1	<0,1	2,5	<0,005	13	87
		légume tiges	Tiges de blettes	<0,1	<0,1	0,16	<0,01	<0,2	<0,1	3,3	0,36	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	5,2	95
		légume feuilles	Choux vert	<0,1	<0,1	<0,02	<0,01	<0,2	<0,1	2,9	0,17	<1	<0,1	<0,1	1,4	<0,005	7,9	92
		légume fruits	Aubergine blanche	<0,1	<0,1	<0,02	<0,01	<0,2	<0,1	1,4	0,52	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	6,9	93
		fines herbes	Persil	<0,1	<0,1	0,26	<0,01	<0,2	<0,1	12	1,3	<1	<0,1	<0,1	6,1	0,006	13	87
CHA_VE_J_2	Chaliac	légume racines	Carottes	<0,1	<0,1	0,41	0,01	<0,2	<0,1	5,2	0,46	<1	<0,1	<0,1	1,7	<0,005	11	89
		légume feuilles	Feuilles de blettes	<0,1	<0,1	0,31	0,04	<0,2	<0,1	22	1,1	<1	<0,1	<0,1	6,3	<0,005	8,5	92
		tiges	Tiges de blettes	<0,1	<0,1	0,04	<0,1	<0,2	<0,1	1,8	0,32	<1	<0,1	<0,1	13	<0,005	6	94
		tubercules	Pommes de terre	<0,1	<0,1	0,06	0,02	<0,2	<0,1	6,7	2,8	<1	<0,1	<0,1	4,4	<0,005	23	77
CHA_VE_P_1			Herbe	0,11	0,25	14	0,33	<0,2	<0,1	54	3,3	1,6	<0,1	<0,1	57	<0,01	33	67
CHA_VE_P_2			Herbe	<0,1	0,45	3,5	0,06	0,69	<0,1	130	2,3	<1	<0,1	0,35	8	0,02	42	58
CHA_VE_P_3		fruits	Mirabelles	<0,1	<0,1	0,02	<0,01	<0,2	<0,1	1,7	0,52	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	18	82
			Herbe	<0,1	<0,1	0,34	0,01	<0,2	<0,1	24	2,3	<1	<0,1	0,63	6	<0,01	36	64
CHA_VE_P_5			Herbe	<0,2	<0,1	1,6	0,033	<0,2	<0,2	36	2,9	0,59	<0,2	<0,2	7,9	<0,005	50	50
CHA_S40_VE1			Herbe (témoin)	<0,2	<0,1	4,5	0,036	<0,2	<0,2	55	3,3	0,41	<0,2	<0,2	8	0,00994	26	74

(Légende : cellule en couleur : concentrations dépassant les critères du règlement CE)

Le jardin de Chaliac (CHA_VE_J_2), présente pour le plomb, un léger dépassement de la valeur du règlement pour un légume de type feuille, les feuilles de blettes, avec une concentration de 0,31 mg/kg MB contre une valeur de 0,30 mg/kg MB. Par contre, dans le cas d'un légume de type racine, la carotte, la concentration mesurée est de 0,41 mg/kg MB, valeur significativement supérieure à la valeur du règlement de 0,1 mg/kg MB.

En rappel des sections précédentes, le jardin n°2 de Chaliac est arrosé avec les eaux du Lagau, qui présentent une concentration en plomb de 26 µg/l. Les concentrations en plomb dans les sols sont de 300 mg/kg M.S dans ce jardin (du même ordre que la concentration dans le jardin 1 (J-1) dans lequel aucun végétal n'avait été prélevé (peu de légumes disponibles), les concentrations dans les sols étant cependant légèrement plus élevées que celles observées dans les alentours, de l'ordre d'une centaine de mg/kg M.S.

En rappel, les deux jardins sont arrosés par de l'eau issue du Lagau (CHA-e3 et CHA-e51) avec des concentrations dépassant notamment les critères Eau potable pour le plomb avec des valeurs respectivement de 64 µg/l et 95 µg/l, et pour le cadmium de 7 µg/l et 8,3 µg/l (les critères étant de 10 µg/l pour le plomb et de 5 µg/l pour le cadmium).

Pour le cadmium, toutes les concentrations observées dans végétaux des jardins sont inférieures à celles du règlement européen CE précité.

De même, dans le cas des mirabelles sauvages, les concentrations ne dépassent aucune des valeurs du règlement européen CE précité.

Malgré ces dépassement, au regard d'un ajustement des quantités ingérées de végétaux autoproduits, un calcul de risques sanitaires est réalisé pour le plomb et les végétaux concernés, à l'aide de la grille IEM en section 5.6.3.

Quant au jardin 1 de Saint-Julien-en-Saint-Alban, aucune des valeurs de gestion n'est dépassée.

5.6.1 EVALUATION DE LA TOXICITÉ ET VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

5.6.1.1 GÉNÉRALITÉS

L'évaluation de la toxicité regroupe les deux étapes suivantes détaillées ci-après :

- l'identification du potentiel dangereux des substances, c'est-à-dire les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Ces effets pour des expositions aiguës ou chroniques peuvent être de différents types : effets locaux, systémiques, non cancérigènes, cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques. La connaissance d'informations sur les effets toxiques identiques sur un même organe peut s'avérer nécessaire lors de la quantification du risque pour décider du cumul ou non des risques liés aux substances à seuil. Cette étape comporte également la recherche de la classification des substances pour leurs effets cancérigène et génotoxique, qui provient

principalement des banques de données suivantes : Union Européenne avec l'inventaire EINECS (European Inventory of Existing Commercial Substances) ; site web : http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/ ; IARC / CIRC (International Agency for Research on Cancer / Centre International de Recherche sur le Cancer) ; site web : http://www.monographs.iarc.fr/FR/classification/index.php ; US EPA (United States Environmental Protection Agency) et son programme IRIS (Integrated Risk Information System) ; site web : http://www.epa.gov/iris/ ;.

- la définition des relations dose-effets et dose-réponse, c'est-à-dire définir une relation quantitative entre la dose ingérée ou la concentration inhalée et l'incidence de l'effet délétère. Cette relation est traduite par la valeur toxicologique de référence (VTR), dont la dénomination dépend de l'organisme élaborateur. Les VTR « à seuil de dose » sont construites dans le cas de substances provoquant au-delà d'une certaine dose, des dommages dont la gravité augmente avec la dose absorbée. Les VTR « sans seuil de dose » sont construites dans le cas de substances pour lesquelles l'effet apparaît quelle que soit la dose reçue et où la probabilité de survenue augmente avec la dose.

La VTR d'une substance est établie à partir des données disponibles sur l'effet de la substance (http://www.sante-environnement-travail.fr ; 2008). Elle est spécifique d'un effet, d'une voie et d'une durée d'exposition. Ainsi, une substance chimique pourra disposer de plusieurs VTR : une pour l'inhalation et une pour l'ingestion par exemple. La VTR s'appuie sur des données animales issues d'études expérimentales ou, lorsqu'elles existent, sur des données humaines issues d'études épidémiologiques. Les VTR sont établies par des organismes sanitaires nationaux ou internationaux. Les étapes et les hypothèses nécessaires à leur élaboration à partir de résultats de tests toxicologiques sont différentes pour les effets considérés comme à seuil de dose et pour ceux sans seuil de dose.

Les VTR se définissent comme suit :

- Effets à seuil et VTR associée (voir le glossaire pour les abréviations et acronymes)

  Pour les effets à seuil, il est supposé l'existence d'un seuil de dose en deçà duquel la probabilité d'occurrence de l'effet néfaste chez l'homme est considérée comme nulle. Il est fait l'hypothèse que les mécanismes d'action toxique conduisant à ces effets néfastes surviennent eux-mêmes avec un seuil. Les effets cancérogènes résultant d'un mécanisme non génotoxique appartiennent à cette catégorie.

  Les effets cancérogènes ont longtemps été considérés comme des effets sans seuil. Depuis quelques années, seuls les effets cancérogènes génotoxiques suivent cette hypothèse d'absence de seuil. Il peut ainsi exister pour un composé des VTR à seuil pour les effets cancérogènes, coexistantes avec d'autres VTR à seuil (effets non cancérogènes) et des VTR cancérogènes sans seuil.

Pour les substances à effets à seuil, les VTR ont comme démarche d'élaboration, la détermination de l'effet critique, la détermination d'une dose ou d'une concentration critique (No Observed Adverse Effect Level - NOAEL, LOAEL, BMD) et l'utilisation de facteurs d'incertitude. Cette démarche est majoritairement issue d'études sur des animaux. Pour l'obtenir, la valeur de la dose seuil estimée sans effet sur l'animal est divisée par un certain nombre de ces facteurs, dits d'incertitude, Uncertainty Factor, UF. Ces derniers ont généralement des valeurs comprises entre 1 et 10000, par exemple, pour la variation inter-espèces (la transposition à l'homme d'un seuil obtenu sur l'animal (sachant que les effets qualitatifs observés chez l'animal seront considérés identiques pour l'homme)) (3 à 10), pour la variation de sensibilité inter-individus au sein d'une même espèce (3 à 10), pour l'utilisation d'un LOAEL (3 à 10), pour l'utilisation d'une BMD/BMC (benchmark dose ou concentration) : rapprochement d'une dose sans effet (3), pour l'extrapolation temporelle souvent nécessaire pour passer d'un résultat issu d'une expérience réalisée sur une durée moyenne à une valeur protectrice sur le long terme, pour la prise en compte de la durée de l'étude (subchronique - chronique : 3 à 10), de la sévérité de l'effet (3 à 10), de la fiabilité des données (3 à 10).

Les noms attribués aux VTR et leurs définitions varient en fonction de l'organisme qui les ont établies, dont les principales sont : DJA, DJT / Tolerable Concentration in Air (TCA) pour l'OMS, Oral Reference dosis (RfD) / Reference concentration (RfC) pour l'US EPA, MRL pour l'ATSDR, DJA / CA pour Health Canada, Tolerable Daily Intake (TDI) / TCA pour le RIVM définies dans le glossaire. Ces VTR sont exprimées respectivement pour la voie orale et la voie inhalation en en (mg/kg/j) ou en (mg/m^3).

- Effets sans seuil et VTR associée (voir le glossaire pour les abréviations et acronymes)

  Pour les effets sans seuil, l'hypothèse est qu'il n'y a pas de seuil de toxicité : toute dose peut produire l'effet toxique avec une probabilité donnée. Aussi l'objectif est de disposer d'informations quantitatives permettant de déterminer une dose pour laquelle il est estimé que cette probabilité de survenue de l'effet est « acceptable ». Les effets cancérogènes résultant d'un mécanisme génotoxique appartiennent à cette catégorie.

  La VTR associée à des effets sans seuil est la probabilité d'observer un effet néfaste lié à une substance par unité de dose.

  La VTR est obtenue à partir d'une extrapolation de la relation dose-réponse observée lors d'une expérimentation sur des animaux ou pour de fortes expositions humaines (le plus souvent professionnelles) vers les faibles ou très faibles valeurs de risque correspondant aux doses des expositions environnementales

  Pour l'US EPA, cette probabilité est souvent exprimée par un excès de risque unitaire. Pour Health Canada, il s'agit de DT0,05 et CT0,05, la dose totale ou concentration générale dans l'air qui induit une

augmentation de 5 % de l'indice des tumeurs ou de la mortalité attribuable à des tumeurs. Les VTR s'expriment en mg/kg/j ou en mg/m^3. Health Canada propose de diviser ces valeurs par 5 000 et 50 000 pour assurer une protection similaire à celle donnée par l'ERU, ces particularités techniques rendent son utilisation moins immédiate, cas nécessitant la connaissance de la valeur spécifique à la chaque substance étudiée. En effet elles ne sont pas assimilées par Health Canada à des ERU directement utilisables dans une EQRS. Pour le CR du RIVM, la VTR s'exprime comme la quantité ou la concentration de substance induisant un excès de risque cancérogène (souvent de l'ordre de 10^{-4}, soit 1 cas de cancer additionnel pour 10 000 individus) ; le CRo est exprimé en mg/kg/j et le CRi en mg/m^3.

A la VTR associée, les noms attribués aux VTR et leurs définitions varient en fonction de l'organisme qui les ont établies : ERU / Slope Factor - Sf (US EPA (IRIS) / OMS) / URF, CPF (OEHHA), qui correspondent à la probabilité par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu développe un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose ou de concentration de la substance cancérogène. Ces VTR sont exprimées en $(mg/kg/j)^{-1}$ ou en $(mg/m^3)^{-1}$.

5.6.1.2 DÉMARCHE GÉNÉRALE D'ANALYSE ET DE SELECTION DES VTR

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) ont été sélectionnées conformément aux instructions du ministère en charge de la santé (cf. circulaire DGS/SD n°2006-234 de mai 2006 [24]), relative entre autres aux modalités de sélection des VTR, comme repris dans la lettre de la Ministre aux Préfets du 8 février 2007 et ses annexes (MEDD, 2007).

Les valeurs toxicologiques de référence retenues sont issues d'un choix parmi celles proposées par les organismes et agences reconnues, et classiquement consultées, que sont :

- ANSES - Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
- ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. htpp://www.atsdr.cdc.gov/ toxpro2.html
- OEHHA - Office of Environmental Health Hazard Assessment, Agency Oakland California. http://www.oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp
- RIVM - Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu (national institute of public health and environment) (2001) - Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels, report 711701 025, March 2001 - http:/www.rivm.nl
- Santé Canada - VTR Substances. http://www.hc-sc.gc.ca/francais/

24 La démarche de choix des VTR indiquée n'empêche pas une démarche approfondie conduite par des toxicologues.

- US EPA : IRIS - Integrated Risk Information System - U.S. Environmental Protection Agency. http://www.epa.gov/ngispgm3/iris/

Dans le cadre de la présente étude, ont également été consultés les organismes suivants :

- NSF NSF (the Public Health And Safety Company) - http://www.nsf.org/
- FoBiG - Forschungs und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (Institut de Recherche allemand sur les dangers des substances chimiques)
- TPHCWG (1997) - Total Petroleum Hydrocarbons Citeria Working Group. Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). Amherst Scientific Publishers. 1997. http://www.aehs.com/publications/catalog/tph.htm. (march 2003)

En outre, la position de l'INERIS est de proposer la meilleure approche au vu des connaissances disponibles ; le niveau d'approfondissement vers la meilleure connaissance disponible, comme tout aspect des études, sera proportionné aux enjeux.

Ainsi, ont été pris en compte les avis d'experts toxicologiques lorsqu'ils étaient disponibles pour les substances étudiées, notamment ceux de l'INERIS.

Les VTR retenues sont issues d'une démarche de sélection approfondie de la part de l'INERIS. La méthodologie de réalisation du choix approfondi de VTR est basée sur celle décrite par Doornaert (2006) et INERIS (2005).

Un choix parmi les différentes valeurs disponibles est réalisé pour chacune des voies d'exposition, pour des durées d'exposition chroniques pour les effets avec et sans seuil. La justification scientifique des valeurs retenues est basée sur les VTR disponibles. Selon les substances, le niveau de détail apporté dans la justification dépend du volume des données disponibles et de leur qualité.

De manière générale, les VTR élaborées à partir d'études épidémiologiques sont privilégiées. Une analyse de la qualité de chaque étude clef est pratiquée ainsi que celle des différents paramètres servant à l'élaboration de chaque VTR : effet critique, dose ou concentration critique, méthode de calcul et choix des facteurs d'incertitude. Seule la VTR la plus pertinente est alors retenue.

Les extrapolations voie à voie ne sont pas conseillées pour des effets à seuil et seront donc rarement retenues pour les VTR élaborées pour ce type d'effet. En revanche, l'extrapolation voie à voie peut être retenue pour les VTR élaborées pour des effets sans seuil, dans la mesure où le nombre d'études disponibles permettant l'établissement d'une VTR est très souvent très limité. Cette extrapolation n'est alors envisageable que sous réserve qu'il soit clairement démontré que des effets cancérigènes sont observés pour les deux voies d'exposition considérées.

Les valeurs proposées par les organismes précités dans des documents non finalisés, en version projet (DRAFT) ne sont pas retenues dans les choix.

Les valeurs provisoires sont analysées au même titre que les autres VTR, la notion de « provisoire » étant alors considérée comme une limite de confiance émise par l'organisme qui l'élabore. De ce fait, ces valeurs provisoires sont rarement préférées lorsque d'autres valeurs sont disponibles. Les valeurs identifiées dans des tableaux récapitulatifs et non justifiées par les organismes qui les proposent, ne sont pas prises en considération dans le présent choix.

Les valeurs guides long terme de l'OMS et l'ANSES ne sont retenues que dans la mesure où elles sont construites selon le même principe que les VTR.

Si une seule valeur est disponible, l'analyse critique de sa validité est réalisée.

Si la ou les valeurs disponibles sont jugées de faible qualité mais qu'au regard des risques pour les populations exposées, il est indispensable de disposer d'une valeur, celle-ci est malgré tout retenue mais la mention « par défaut » permettra d'alerter sur les limites de sa qualité.

En l'absence de valeur disponible, il n'est pas proposé de valeur.

Cette approche ne déroge pas à la circulaire de la DGS (circulaire DGS/SD n°2006-234 de mai 2006), tenant compte de la meilleure approche au vu des connaissances disponibles.

5.6.1.3 CLASSIFICATIONS DISPONIBLES POUR LES SUBSTANCES ÉTUDIÉES

L'annexe 7 reprend les différentes classifications de cancérogénicité proposées par les trois organismes suivants, l'Union Européenne, le CIRC-IARC et l'US EPA), les informations sont extraites des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS disponibles pour les substances étudiées.

5.6.1.4 VTR RETENUES POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE ET LA VOIE INGESTION

En termes de choix des VTR pour une exposition chronique et pour la voie orale, l'INERIS a retenu les VTR synthétisées dans le Tableau 12 tenant compte de la démarche de choix approfondis présentée ci-dessus, dans les autres cas, la VTR la plus conservatoire a été retenue. L'annexe 7 reprend les éléments de détails, issus pour certains des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS mises à dispositions sur le site Internet de l'INERIS.

Substance	VTR à seuil mg/kg.j	Organisme élaborateur	VTR sans seuil $(mg/kg.j)^{-1}$	Organisme élaborateur
Arsenic	0,00045	Fobig (2009)	1,5	US EPA (1998), OEHHA (2009)
Antimoine	0,0004	US EPA	*n.c.*	
Cadmium	0,00036	EFSA (2011)	*n.c.*	
Cuivre	0,14	RIVM (2001)	*n.c.*	
Plomb	0,00063	ANSES (2013)	0,0085	OEHHA (2009)
Zinc	0,3	US EPA (2005)	*n.c.*	
Hydrocarbures aromatiques > C10-C12	0,04	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Hydrocarbures aromatiques > C12-C16	0,04	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Hydrocarbures aromatiques > C16-C21	0,03	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Hydrocarbures aromatiques > C21-C35	0,03	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Hydrocarbures aliphatiques > C10-C12	0,1	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Hydrocarbures aliphatiques > C12-C16	0,1	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Hydrocarbures aliphatiques > C16-C21	2	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Hydrocarbures aliphatiques > C21-C35	2	TPHCWG (1997)	*n.c.*	
Naphtalène	0,02	US EPA (1998)	0,12	OEHHA (2009)
Benzo(a)pyrène	*n.c.*		0,2	RIVM (2001) conformément à l'avis de l'AFSSA (2003)
Acénaphthène	0,06	US EPA (1994)	0,0002	FET-Facteur d'équivalence toxique (INERIS, 2003) et VTR du benzo(a)pyrène sur la base de la valeur proposée par le RIVM (2001) conformément à l'avis de l'AFSSA (2003)
Fluorène	0,04	US EPA (1990)	0,0002	
Phénanthrène	0,04	RIVM (2001)	0,0002	
Anthracène	0,3	US EPA (1993)	0,002	
Fluoranthène	0,04	US EPA (1993)	0,0002	
Pyrène	0,03	US EPA (1993)	0,0002	
Benzo(a)anthracène	*n.c.*		0,02	
Chrysène	*n.c.*		0,002	
Benzo(b)fluoranthène	*n.c.*		0,02	
Benzo(k)fluoranthène	*n.c.*		0,02	
Dibenzo(ah)anthracène	*n.c.*		0,2	
Benzo(ghi)pérylène	0,03	RIVM (2001)	0,002	
Indéno(123-cd)pyrène	*n.c.*		0,02	
Acénaphtylène	*n.c.*		0,0002	

Légende :
n.c. : non concerné

Tableau 12 : Synthèse des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sélectionnées

5.6.2 EVALUATION DES EXPOSITIONS

5.6.2.1 GÉNÉRALITÉS ET RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES

L'exposition est le contact entre un organisme vivant et une situation ou un agent dangereux, présent dans un ou des milieux potentiellement contaminés. La dose d'exposition est la quantité de cette substance présentée à la barrière biologique de l'individu exposé (dose externe) ou l'ayant traversé (dose interne), par unité de poids corporel et par unité de temps, par exemple dans le cas de la voie d'exposition par ingestion.

L'évaluation de l'exposition consiste, d'un côté, à identifier les personnes exposées (âge, sexe, caractéristiques physiologiques, budgets espace temps, etc.) et les voies d'exposition / de pénétration des substances. De l'autre, elle doit quantifier la fréquence, la durée et l'intensité de l'exposition à ces substances et est exprimée par une dose moyenne journalière ou, pour l'inhalation, par une concentration moyenne dans l'air - pour chaque voie pertinente.

L'exposition à une substance chimique dépend :

– de sa concentration dans les milieux,

– de son comportement physico-chimique,

– des voies et des niveaux d'exposition des populations avec les milieux concernés.

L'étape d'évaluation de l'exposition consiste à quantifier l'exposition des populations sur la base du schéma conceptuel correspondant à l'étude.

Le paragraphe suivant rappelle l'expression du calcul d'une dose journalière d'exposition (DJE), avec les paramètres d'exposition associés.

Les expositions potentielles aux substances étudiées sont directement proportionnelles à la concentration de ces substances dans les milieux considérés (les sols de surface) et caractéristiques de l'exposition (durée, fréquence).

L'équation permettant de calculer une DJE) pour la voie d'exposition par ingestion est donnée ci-après, ainsi que les paramètres associés.

$$DJE_{ij} = \frac{C_i \times Q_{ij} \times F \times T}{P \times Tm}$$

avec

Symbole	Paramètres	Dimensions
DJE_{ij}	dose journalière d'exposition moyenne sur la période d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j	$M\ M^{-1}T^{-1}$
C_i	concentration d'exposition relative au milieu i (sol, aliments, eau...)	$M\ M^{-1}$
Q_{ij}	quantité de milieu i, c'est-à-dire de sol, d'eau… administrée par la voie j par unité de temps d'exposition (exprimée par rapport à la concentration dans le sol)	$M\ T^{-1}$
F	fréquence d'exposition : fraction du nombre annuel d'unités de temps d'exposition (heures ou jours) sur le nombre d'unités de temps de l'année	
P	poids corporel de la personne	M
T	durée d'exposition	T
Tm	période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée ; pour une substance à effet à seuil T = Tm et pour une substance à effet sans seuil, Tm est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)[25]	T

5.6.2.2 PARAMÈTRES D'EXPOSITION RELATIFS AUX ENFANTS ET AUX ADULTES

Les choix des valeurs des paramètres d'exposition ont été réalisés de façon raisonnablement conservatoire en première approche au regard de certaines incertitudes notamment en termes de fréquentation des lieux, et absence de connaissance précise, ou de données de la littérature pour une situation similaire. Le Tableau 15 et le Tableau 16 reprennent l'ensemble des valeurs retenues.

Les valeurs des paramètres d'exposition pourront être affinées si besoin au regard des résultats des calculs de risques réalisés pour chacune des substances et des voies d'exposition et des intervalles de gestion des risques de l'IEM, et plus particulièrement lorsque les résultats seront dans la gamme $0{,}2 < QD < 5$ et $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, indiquant que les résultats des risques se situent dans la zone d'interprétation et nécessitent une réflexion plus approfondie.

[25] Cette distinction repose sur l'hypothèse d'un mécanisme d'action différent dans chacun des deux cas. Pour les effets à seuil, le risque est associé au dépassement d'une dose donnée pendant la période d'exposition. Pour les effets sans seuil, il est considéré que l'effet de chaque dose reçue isolément s'ajoute sans aucune perte et que la survenue de la réponse cancéreuse est fonction de la somme totale des doses reçues ; une forte dose sur une courte période produit le même effet qu'une plus faible dose reçue sur une période plus longue. Dans ce cas, le risque s'exprime sous la forme d'une probabilité d'occurrence qui augmente avec la dose reçue tout au long de la vie.

Poids corporel

La base de données CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) a été consultée.

Enfant

En fonction des scénarios et des tranches d'âge considérées, les valeurs de poids corporels retenues sont les suivantes :

– 20 kg pour la période enfant de 3 à 6 ans. Elle correspond à un choix conservatoire, dans la gamme de valeurs usuellement considérées (ADEME, IRSN, 2004 ; US EPA, 2011) ;

– 15 kg pour la période de la naissance à 6 ans.

Adulte

Pour la tranche d'âge 17 ans et plus, au regard de la valeur moyenne pour les hommes et celle de la femme, respectivement de 67,3 kg et 57,8 kg, une valeur moyenne 62,5 kg a été retenue.

Quantité ingérée de sol et de poussières issues du sol

La quantité ingérée de sol et de poussières issues du sol par un enfant est un élément largement débattu en matière d'évaluation des risques liés aux sites et sols pollués. De nombreuses études de mesure d'ingestion de particules de sol ont été menées (Hawley, 1997; Binder et *al.* 1986 ; Clausing et *al.* 1987 ; Thompson et *al.* 1991, Calabrese et *al.* 1998, 1989, 1990, 1991, 1995, 1997, 1998 ; Stanek et *al.* 2000, 2001, 2006 ; etc.), ainsi que quelques études de synthèse durant ces dernières années en Europe (Glorennec 2005, 2006 ; Van Holderbeke et *al.* 2008 ; Dor et *al.* 2009 ; etc.). Plus particulièrement pour la cible enfant, deux synthèses ont été élaborées en France (Dor et *al.* 2009, InVS et INERIS, 2012) et en Belgique (région flamande) (Van Holderbeke et *al.* 2008) sur la base des démarches citées précédemment.

La valeur du paramètre d'exposition quantité de sol ingérée retenue pour la période enfant considérée dans la présente étude (de 3 ans jusqu'à l'âge de 6 ans) est de 91 mg/j, cette valeur est le 95ème percentile présenté dans le document InVS et INERIS (2012) pour l'enfant de moins de 6 ans, et non la valeur jusqu'alors retenue de 150 mg/j. Pour information, la valeur retenue est conservatoire, notamment au regard de l'étude de l'OVAM (2007) qui indique une valeur moyenne comprise entre 40 et 80 mg/j. Quant à l'US EPA (2011), elle indique une valeur moyenne de 100 mg/j.

Le cas d'un enfant présentant un comportement particulier de type Pica n'est pas étudié, avec dans ce cas une quantité ingérée de sol plus importante (1 000 mg/j).

Dans le cas des scénarios (fréquentation de lieux de promenades, etc.) traités, cette valeur de 91 mg/j est retenue.

Quantité ingérée de fruits et légumes autoproduits

La base de données CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) a été consultée pour l'Ardèche, reprise dans la Division administrative du territoire - ZEAT Centre Est (source INCA). Le Tableau 13 reprend les quantités ingérées de végétaux disponibles selon les tranches d'âges étudiées et retenus au regard de leur concentration, des critères du règlement CE précité[26].

Parmi les fruits et légumes prélevés, il est à mentionner que les salades, les feuilles de blettes, les choux verts sont définis comme des « légumes feuilles » ; les carottes comme des « légumes racines »; les pommes de terre comme des « tubercules », les aubergines comme des « légumes fruits », le persil, comme des « fines herbes » et les mirabelles comme des fruits.

[26] Ainsi, en rappel de la section 5.6, ne sont retenues dans les cadres des expositions et des risques que les carottes et les feuilles de blettes.

Tableau 13 : Quantités ingérées de végétaux autoproduits issues de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004)

ZEAT Centre Est	Enfants									Adolescents			Adultes					
	1 à 2 ans			2 à 7 ans			7 à 12 ans			12 à 17 ans			17 à 60 ans			61 ans et plus		
type de légumes	quantité ingérée (g/j)	effectif et taux de consommation		quantité ingérée (g/j)	effectif et taux de consommation		quantité ingérée (g/j)	effectif et taux de consommation		quantité ingérée (g/j)	effectif et taux de consommation		quantité ingérée (g/j)	effectif et taux de consommation		quantité ingérée (g/j)	effectif et taux de consommation	
légume feuille	-	-	-	**25,47**	52	73,1%	**35,76**	68	77,9%	**30,35**	54	81,5%	**57,01**	116	85,3%	**59,61**	34	82,3%
légume racine	-	-	-	**14**	52	75,0%	**20,63**	68	55,9%	**28,4**	54	57,4%	**29,04**	116	63,8%	**42,54**	34	61,8%

La base de données CIBLEX n'indiquant pas de valeur d'autoconsommation pour la ZEAT Centre Est, une autre référence a été consultée, Bertrand (1993). Les données pour une population non agricole, en commune rurale ont été utilisées pour les végétaux présentant des concentrations supérieures aux limites de quantification dans la présente étude, les carottes et les poireaux[27], tant pour les enfants que les adultes (cf. Tableau 14).

Tableau 14 : Calcul de taux d'autoconsommation sur la base des données de Bertrand (1996)

Type de végétaux	Consommation annuelle par personne, pour les populations non agricoles et en communes rurales (kg/an)		Taux d'autoconsommation
	Consommation totale	Consommation hors autoconsommation	
carotte	9,41	5,84	37%
poireaux (retenu pour les feuilles de blettes en l'absence de données spécifiques)	4,13	1,24	69%

Nombre de jours et d'années d'exposition

Il s'agit du nombre de jours par an où l'enfant est présent sur la zone d'étude, nécessaire pour calculer la fréquence d'exposition.

En l'absence de connaissance précise de la fréquentation du site, ou de données de la littérature pour une situation similaire, les choix ont été conduits avec une approche raisonnablement conservatoire. Les paramètres liés à la fréquentation ont été basés sur les observations de terrain réalisées lors de la campagne de juillet 2012.

Pour les différents scénarios, il a été considéré des fréquentations spécifiées au regard des voies d'exposition et des populations.

En termes de nombre d'années d'exposition, une durée de 3 ans a été retenue, de 3 à 6 ans, tenant compte de l'apprentissage de la marche pour l'enfant au regard des zones fréquentées pour le scénario ingestion de sol. Pour l'ingestion de végétaux autoproduits, une durée de 6 ans a été prise en compte.

Le Tableau 15 et le Tableau 16 reprennent en détails les valeurs retenues pour les enfants et les adultes.

[27] Il est à signaler dans cette référence l'absence de donnée d'autoconsommation pour les blettes, ayant conduit à utiliser la même valeur que celle disponible pour les poireaux.

Tableau 15 : Valeurs des paramètres d'exposition d'un enfant

Paramètres d'exposition de l'enfant	Valeurs
Poids corporel [kg]	20 kg pour la tranche d'âges 3 à 6 ans ; 15 kg pour la tranche d'âge de la naissance à 6 ans (ADEME, IRSN, 2004)
Quantité ingérée de sol [mg/j]	91 mg/j pour les enfants jusqu'à l'âge de 6 ans (InVS, INERIS, 2012)
Quantité ingérée de fruits et légumes autoproduits [g/j]	
Légumes « feuilles »	12,5 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Feuilles de blettes	3,3 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand, 1993)
Légumes « racines »	8,5 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Carottes	7,2 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand, 1993)
T : durée d'exposition [années]	3 ans (période de 3 à 6 ans, enfant « résident ») en tenant compte de l'apprentissage de la marche pour l'enfant au regard des zones fréquentées ; 6 ans (période de la naissance à 6 ans) pour la voie ingestion de végétaux autoproduits
F : fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité]	
Pour tous les scénarios étudiés	52 jours par an (voie ingestion de sol) pour les enfants « résidents », tenant compte deux jours par semaine en période estivale, soit F = (52/365) = 0,14 ; 3 mois, 91 jours par an (voie ingestion de végétaux autoproduits) pour les enfants « résidents », soit F = (91/365) = 0,4
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]	3 ans ou 6 ans en fonction du scénario (effet à seuil : égale à la durée d'exposition) et 70 ans (effet sans seuil)[28]

[28] pour une substance à effet à seuil T = Tm et pour une substance à effet sans seuil, Tm est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)

Tableau 16 : Valeurs des paramètres d'exposition de l'adulte

Paramètres d'exposition de l'adulte	Valeurs
Poids corporel [kg]	62,5 kg (ADEME, IRSN, 2004)
Quantité ingérée de fruits et légumes autoproduits [g/j] valeur pondérée en fonction des tranches d'âge indiquée dans le tableau issu de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004)	
Légumes « feuilles »	28,2 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Feuilles de blettes	7,6 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand, 1993)
Légumes « racines »	10,6 g/j en tenant compte des valeurs de CIBLEX (ADEME, IRSN, 2004) pour les quantités consommées et du calcul de taux d'autoconsommation sur la base de Bertrand (1993)
Carottes	9,1 g/j en tenant compte de la part de ces légumes au regard de la consommation moyenne des Français (INSEE, Bertrand, 1993)
T : durée d'exposition [années]	64 ans, pour les activités de loisirs
F : fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité]	
Pour le scénario « Jardin n°2 »	3 mois, 91 jours par an (voie ingestion de végétaux autoproduits), soit F = (91/365) = 0,4
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]	64 ans en fonction du scénario (effet à seuil : égale à la durée d'exposition) et 70 ans (effet sans seuil)[29]

[29] pour une substance à effet à seuil T = Tm et pour une substance à effet sans seuil, Tm est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans)

5.6.2.3 PARAMÈTRES ENVIRONNEMENTAUX

Concentrations dans le sol

Les concentrations dans les sols retenues pour les différents scénarios sont reprises dans le tableau ci-dessous. Elles correspondent aux concentrations maximales observées, ce choix est retenu en première approche dans le cadre d'une démarche conservatoire pour chacune des zones étudiées.

Tableau 17 : Concentrations (mg/kg MS) dans les sols retenues pour l'IEM pour les zones étudiées pour le scénario ingestion de sol

Substances **Zone et point de prélèvement associé**	**arsenic**	**antimoine**	**cadmium**	**cuivre**	**plomb**	**zinc**
	Concentration (mg/kg MS)					
Zone de Chaliac						
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest (OUV_CHA_SO1) -A	1 100	3 000	22	760	37 000	4 700
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie sud est (OUV_CHA_SO7) - B	240	860	29	260	38 000	6 300
Zone de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) (OUV_CHA_SO16) – C (résidus de la petite laverie)	360	630	*n.c.*	470	37 000	3 100
Zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc (OUV_CHA_21) – D (résidus de la grande laverie)	150	590	20	650	44 000	3 300
Zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (OUV_CHA_52) – E (grands bassins de décantation)	680	240	*n.c.*	600	40 000	1 700
Zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret (OUV_CHA_SO57) – F (dizaine petits bassins de décantation)	90	190	11	140	5 400	2 100
Zone de Flaviac - La Chamée						
Zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie (OUV_FLA_SO2) – G (proximité usine de couperose)	860	*n.c.*	*n.c.*	*n.c.*	480	*n.c.*
Légende : *n.c. : substance non concernée, car concentration inférieure à celle de l'environnement local témoin*						

Concentrations dans les végétaux potagers

Les concentrations dans les végétaux retenues pour les différents jardins sont reprises dans le Tableau 11 (cellules en couleur).

5.6.3 CARACTÉRISATION DES RISQUES

5.6.3.1 GÉNÉRALITÉS ET RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES

Pour chaque substance et voie d'exposition, le risque est quantifié respectivement pour les effets à seuil, sous la forme d'un quotient de danger (QD) et pour les effets sans seuil, sous la forme d'excès de risque individuel (ERI). Les formules de calcul sont rappelées ci-après pour la voie ingestion, la seule retenue.

- Pour les effets à seuil

$$QD = \frac{DJE}{VTR\,(ingestion)}$$

Les intervalles de gestion ainsi obtenus par le calcul du quotient de danger sont explicités à la section 5.6.1.

- Pour les effets sans seuil

$$ERI = DJE \times VTR\ (ingestion)$$

avec :

QD	quotient de danger[30]	-
ERI	excès de risque individuel	-
DJE	dose journalière d'exposition orale	$M\ M^{-1}\ T^{-1}$
VTR pour les effets à seuil	valeur toxicologique de référence (correspondant à une concentration dans le cas de la voie d'inhalation et à une dose dans le cas de la voie orale)	$M\ L^{-3}$ ou $M\ M^{-1}\ T^{-1}$
VTR pour les effets sans seuil	valeur toxicologique de référence (correspondant à l'inverse d'une concentration dans le cas de la voie d'inhalation et à l'inverse d'une dose dans le cas de la voie orale)	$(M\ L^{-3})^{-1}$ ou $(M\ M^{-1}\ T^{-1})^{-1}$

[30] Egalement appelé indice de risque avant les textes du 8 février 2007 du MEDD.

5.6.3.2 RÉSULTATS DES CALCULS DE RISQUES

Les concentrations mesurées dans les sols de surface de certaines zones étant supérieures aux concentrations mesurées pour caractériser l'environnement local témoin, et des concentrations en plomb dans certains végétaux potagers ayant été mises en évidence, la démarche de la grille de calcul IEM dans sa version 0 a été utilisée. En cohérence avec les expositions envisagées sur les zones étudiées, les parties de cette grille de calculs relative à l'ingestion de sols et l'ingestion de végétaux autoproduits ont été considérées, pour cette dernière au regard de l'ajustement des paramètres d'autoconsommation.

Le Tableau 18 et le Tableau 19 ci-dessous présentent les résultats des calculs de risques réalisés pour les différentes zones étudiées. Les concentrations retenues y sont celles indiquées dans le Tableau 17, les VTR choisies sont celles mentionnées dans le Tableau 12 et les paramètres d'exposition ceux présentés dans le Tableau 15 et le Tableau 15.

Les résultats sont commentés au regard des intervalles de gestion de la grille de calcul de l'IEM (cf. Figure 20).

Tableau 18 : Synthèse des calculs de risques pour les substances aves des effets à seuil (Quotient de Danger - QD) pour les différents scénarios et zones étudiés

Scénarios	Quotient de Danger (QD)[31]					
	arsenic	**antimoine**	**cadmium**	**cuivre**	**plomb**	**zinc**
Zone de Chaliac						
Enfant						
Ingestion de sol						
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest**- A**	1,5	4,8	0,03	0,003	38,7	0,01
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie sud est **- B**	0,3	1,4	0,05	0,001	39,1	0,01
Zone de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) **– C**	0,5	1,0	*n.c.*	0,002	38,7	0,006
Zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc **- D**	0,2	0,9	0,03	0,003	45,3	0,007
Zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage **- E**	0,9	0,4	*n.c.*	0,002	41,1	0,003
Zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret**- F**	0,1	0,3	0,02	0,006	5,5	0,004
Ingestion de végétaux autoproduits						
Jardin n°2	*n.c.*	*n.c.*	*n.c.*	*n.c.*	0,05	*n.c.*
Adulte						
Ingestion de végétaux autoproduits						
Jardin n°2	*n.c.*	*n.c.*	*n.c.*	*n.c.*	0,03	*n.c.*
Zone de Flaviac, Chamée						
Enfant						
Ingestion de sol						
Zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie **- G**	1,2	*n.c.*	*n.c.*	*n.c.*	0,49	*n.c.*

Légende :

n.c. : substance non concernée (cf. concentration inférieure à celle de l'environnement local témoin pour les sols, inférieures aux valeurs du règlement CE pour les végétaux potagers…)

	QD < 0,2 – l'état des milieux est compatible avec les usages
	0,2 < QD < 5 – zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion
	QD > 5 – l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages

[31] Pour rappel, les QD sont calculés spécifiquement pour chacune des tranches d'âges étudiées, enfant et adulte.

Tableau 19 : Synthèse des calculs de risques pour les substances avec des effets sans seuil (Excès de Risques Individuel - ERI) pour les différents scénarios et zones étudiés

Scénarios	Excès de Risques Individuel (ERI)[32]	
Zone de Chaliac		
Enfant	**arsenic**	**plomb**
Ingestion de sol		
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest**- A**	4,58E-05	8,74E-06
Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie sud est**- B**	1,00E-05	8,97E-06
Zone de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) **- C**	1,50E-05	8,74E-06
Zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc **- D**	6,25E-06	1,04E-05
Zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage**- E**	2,83E-05	9,45E-06
Zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret**- F**	3,75E-06	1,28E-06
Ingestion de végétaux autoproduits		
Enfant et adulte (vie entière)		
Jardin n°2	*n.c.*	2,0E-07 *(pour information : enfant : 2,2E-08 ; adulte :1,8E-07)*
Zone de Flaviac, Chamée		
Enfant		
Ingestion de sol		
Zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie **- G**	3,58E-05	1,13E-07

Légende :

n.c. : substance non concernée (cf. concentration inférieure à celle de l'environnement local témoin pour les sols, inférieures aux valeurs du règlement CE pour les végétaux potagers…)

	ERI < 10^{-6}– l'état des milieux est compatible avec les usages
	10^{-6} < ERI < 10^{-4}– zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion
	ERI > 1.10^{-4} – l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages

[32] Pour rappel, les ERI sont calculés pour la vie entière, soit la période enfant et adulte. Cela sera le cas pour l'ingestion de végétaux autoproduits, avec à titre informatif, celui associé à l'enfant et à l'adulte. Et dans le cas présent, sont présentés des ERI uniquement pour l'enfant pour la voie ingestion de sol au regard de son comportement.

Ces résultats sont commentés ci-dessous au regard des intervalles de gestion de la grille de calcul de l'IEM.

En rappel, dans le cas où les QD et ERI sont dans la gamme $0,2 < QD < 5$ et $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, indiquant que les résultats des risques se situent dans la zone d'interprétation et nécessitent une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion (résultats sur fond jaune).

Plusieurs approches peuvent être conduites, parmi les suivantes :

- le recours à une argumentation appropriée, au retour d'expérience,
- la mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens,
- la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) réfléchie, etc.

Cette dernière approche nécessite la réalisation d'un calcul de risque global prenant en compte l'ensemble des substances et des voies d'exposition avec comme critères d'acceptabilité ceux rappelés précédemment, qui sont respectivement pour les effets à seuil, la valeur de 1 et pour les effets sans seuil, celle de 10^{-5}. Et conformément aux éléments de rappel mentionnés précédemment, pour les effets à seuil, les calculs sont réalisés en première approche selon une démarche conservatoire, l'additivité des risques a été prise en compte systématiquement via la sommation des QD de toutes les substances étudiées. En effet, a minima, il est nécessaire de réaliser la sommation des QD liés à des substances avec les mêmes effets sur le même organe cible via un même mécanisme d'action. Pour les effets sans seuil, les calculs ont été réalisés en sommant les ERI de toutes les substances étudiées.

A l'inverse, dans le cas où le QD est supérieur à 5 et/ou l'ERI est supérieur à 1.10^{-4}, l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages, la définition et la mise en œuvre d'un plan de gestion est nécessaire pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages.

L'analyse des tableaux précédents montrent les conclusions suivantes pour :

Zone de Chaliac

- **pour le scénario ingestion de sol pour les enfants**

Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest (OUV_CHA_SO1) - A

Pour l'arsenic, le quotient de danger de 1,5 et l'excès de risque individuel de $4,6.10^{-5}$, compris respectivement dans la gamme $0,2 < QD < 5$ et $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, indiquent que les résultats des risques se situent dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion**.**

Pour l'antimoine, le QD de 4,8 se situe dans la gamme $0,2 < QD < 5$, dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour le plomb, le QD de 38,7 dépasse la borne haute de l'intervalle de gestion de 5. Quant à l'ERI, sa valeur de $8{,}7.10^{-6}$ est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, se situant dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour le cadmium, le cuivre et le zinc, les QD respectivement de 0,03, 0,003 et 0,01, sont inférieurs à la borne basse des intervalles de gestion de 0,2.

Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie sud est (OUV_CHA_SO7) - B

Pour le plomb, le QD de 39,1 dépasse la borne haute de l'intervalle de gestion de 5. Quant à l'ERI, sa valeur de $8{,}9.10^{-6}$ est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, se situant dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour l'arsenic, l'antimoine, les QD se situent dans la gamme $0{,}2 < QD < 5$, indiquant que les risques se situent dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour le cadmium, le cuivre et le zinc, les QD, respectivement de 0,05, 0,001 et 0,01, sont inférieurs à la borne basse des intervalles de gestion de 0,2.

Pour l'arsenic, l'ERI de $1{,}0.10^{-5}$, est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, et indique que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Zone à l'entrée de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) (OUV_CHA_SO16) - C

Pour l'arsenic et l'antimoine, les QD, respectivement de 0,5 et 1, sont dans la gamme $0{,}2 < QD < 5$, indiquant que les risques se situent dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour le cuivre et le zinc, les QD, respectivement de 0,002 et 0,006, sont inférieurs à la borne basse des intervalles de gestion de 0,2.

Pour le plomb, le QD de 38,7 est supérieur à la borne haute des intervalles de gestion de 5. Quant à l'ERI, sa valeur de $8{,}7.10^{-6}$ est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, se situant dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour l'arsenic, l'ERI de $1{,}5.10^{-5}$, est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, et indique que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc (OUV_CHA_21) - D

Pour l'arsenic, l'antimoine, les QD respectivement de 0,2 et 0,9 sont dans la gamme 0,2 < QD < 5, indiquant que les risques se situent dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour le cadmium, le cuivre et le zinc, les QD respectivement de 0,03, 0,003 et 0,007, sont inférieurs à la borne basse des intervalles de gestion de 0,2.

Pour le plomb, le QD de 45,3 dépasse la borne haute des intervalles de gestion de 5. Quant à l'ERI, sa valeur de $1{,}04.10^{-5}$ est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, se situant dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour l'arsenic, l'ERI de $6{,}2.10^{-6}$, est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, et indique que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (OUV_CHA_52) - E

Pour l'arsenic et l'antimoine, les QD respectivement de 0,9 et 0,4 sont dans la gamme 0,2 < QD < 5, indiquant que les risques se situent dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour le cuivre et le zinc, les QD respectivement de 0,002, 0,003 sont inférieurs à la borne basse des intervalles de gestion de 0,2.

Pour le plomb, le QD de 41,1 dépasse la borne haute des intervalles de gestion de 5. Quant à l'ERI, sa valeur de $9{,}4.10^{-6}$ est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, se situant dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour l'arsenic, l'ERI de $2{,}8.10^{-5}$, est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, et indique que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret (OUV_CHA_SO57) - F

Pour le plomb, le QD de 5,5 dépasse la borne haute des intervalles de gestion de 5. Quant à l'ERI, sa valeur de $1{,}2.10^{-6}$ est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, se situant dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour l'antimoine, le QD de 0,3 est dans la gamme 0,2 < QD < 5, indiquant que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour l'arsenic, le cadmium, le cuivre et le zinc, les QD respectivement de 0,1, 0,02, 0,0006 et 0,004, sont inférieurs à la borne basse des intervalles de gestion de 0,2.

Pour l'arsenic, l'ERI de $3{,}7.10^{-6}$, est également dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, et indique que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

- **pour l'ingestion de végétaux autoproduits**

Jardin n°2

Pour le plomb, tant pour l'enfant que pour l'adulte, les QD, respectivement de 0,05 et 0,03 sont inférieurs à 0,2, la borne basse des intervalles de gestion. L'ERI pour la vie entière de $2{,}0.10^{-7}$ est également inférieur à la borne basse des intervalles de gestion de 10^{-6}. La qualité des végétaux est compatible avec l'usage de la zone étudiée.

Zone de Flaviac, Chamée

- **pour le scénario ingestion de sol pour les enfants**

Zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie (OUV_FLA_SO2) - G

Pour l'arsenic et le plomb, les QD respectifs de 1,2 et de 0,49 sont dans la gamme $0{,}2 < QD < 5$, indiquant que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Pour l'arsenic, l'ERI de $3.6.10^{-5}$, est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, et indique que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion. Quant à l'ERI du plomb, de $1{,}1.10^{-7}$, est inférieur à la borne basse des intervalles de gestion de 10^{-6}.

Conclusions

Au regard de ces résultats, pour plusieurs des zones étudiées, les risques associés à certaines substances se situent dans la zone d'interprétation, comme repris dans la figure précédente illustrant les intervalles de gestion des risques et les actions à engager. Plusieurs approches peuvent être conduites, parmi les suivantes :

- le recours à une argumentation appropriée, au retour d'expérience,
- la mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens,
- la réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie, etc.

Dans le troisième cas, la réalisation d'un calcul de risque global pour l'ensemble des substances est conduite avec comme critères d'acceptabilité ceux rappelés précédemment, qui sont respectivement pour les effets à seuil, la valeur de 1 et pour les effets sans seuil, celle de 10^{-5}. Et conformément aux éléments de rappel mentionnés précédemment, pour les effets à seuil, les calculs sont réalisés en première approche selon une démarche conservatoire, l'additivité des risques a été prise en compte systématiquement via la sommation des QD

de toutes les substances étudiées. En effet, *a minima*, il est nécessaire de réaliser la sommation des QD liés à des substances avec les mêmes effets sur le même organe cible via un même mécanisme d'action. Pour les effets sans seuil, les calculs ont été réalisés en sommant les ERI de toutes les substances étudiées.

La mise en œuvre de cette démarche n'a pas été conduite de manière approfondie. En effet, dans le cas des différentes zones étudiées, une seule substance, soit le plomb ou l'arsenic conduit déjà spécifiquement à un quotient de danger supérieur à 1 (ou de l'ordre de 1) ou à un excès de risque individuel supérieur à 10^{-5}.

Le Tableau 20 synthétise pour les différents scénarios d'exposition les résultats des calculs de risques au regard des intervalles de gestion de l'IEM.

SCENARIO	POPULATION CONCERNEE	RESULTATS DES CALCULS AU REGARD DES INTERVALLES DE GESTION DES RISQUES (QD ET ERI) DE L'IEM	COMPTABILITE OU PAS DE L'USAGE ET DES MILIEUX SELON DES CHOIX CONSERVATOIRES EN PREMIERE APPROCHE	RESULTATS DES RISQUES SE SITUANT DANS LA ZONE D'INTERPRETATION NECESSITANT UNE REFLEXION PLUS APPROFONDIE DE LA SITUATION AVANT DE S'ENGAGER DANS UN PLAN DE GESTION	DEMARCHE D'APPROFONDISSEMENT : EQRS AVEC L'ENSEMBLE DES SUBSTANCES (critères de risques respectivement de 1 et 10^{-5} pour le QD et l'ERI) ?	ADAPTATION DE CERTAINS PARAMETRES AVANT DE STATUER SUR LA NON COMPTABILITE AVEREE ?
Zone de Chaliac						
Fréquentation de la zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest **- A**, et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pour Pb : QD = 38,7 et ERI = $8,7.10^{-6}$ ⇨ QD>5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Sb : QD = 4,8 ⇨ 0,2 <QD < 5 Pour As : QD = 1,5 et ERI = $4,6.10^{-6}$ ⇨ QD> 1 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Cd, Cu, Zn : QD<0,2	au regard des concentrations en plomb, en arsenic et antimoine : NON COMPATIBLE avec son usage			Pas d'adaptation de paramètres. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
Fréquentation de la zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier » en périphérie sud est **– B** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pour Pb : QD = 39,1 et ERI = $8,9.10^{-6}$ ⇨ QD>5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Sb : QD = 1,4 ⇨ 0,2 <QD < 5 Pour As : QD = 0,3 et ERI = 1.10^{-5} ⇨ 0,2 <QD < 5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Cd, Cu, Zn : QD<0,2	au regard des concentrations en plomb et antimoine : NON COMPATIBLE avec son usage			Pas d'adaptation de paramètres. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
Fréquentation de la zone de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) **– C** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pour Pb : QD = 38,7 et ERI = $8,7.10^{-6}$ ⇨ QD>5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Sb : QD = 1 ⇨ 0,2 <QD < 5 Pour As : QD = 0,5 et ERI = $1,5.10^{-5}$ ⇨ 0,2 <QD < 5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Cu, Zn : QD<0,2	au regard des concentrations en plomb et antimoine : NON COMPATIBLE avec son usage			Pas d'adaptation de paramètres. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
Fréquentation de la zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc **– D** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pour Pb : QD = 45,3 et ERI = $1,0.10^{-5}$ ⇨ QD>5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Sb : QD = 0,22 ⇨ 0,2 <QD < 5 Pour As : QD = 0,2 et ERI = $6,2.10^{-6}$ ⇨ 0,2 <QD < 5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Cd, Cu, Zn : QD<0,2	au regard des concentrations en plomb : NON COMPATIBLE avec son usage			Pas d'adaptation de paramètres. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
Fréquentation de la zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage **– E** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pour Pb : QD = 41,1 et ERI = $9,4.10^{-6}$ ⇨ QD>5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Sb : QD = 0,38 ⇨ 0,2 <QD < 5 Pour As : QD = 0,9 et ERI = $2,8.10^{-5}$ ⇨ 0,2 <QD < 5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Cu, Zn : QD<0,2	au regard des concentrations en plomb et en arsenic : NON COMPATIBLE avec son usage			Pas d'adaptation de paramètres. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
Fréquentation de la zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret **– F** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pour Pb : QD =5,5 et ERI = $1,3.10^{-6}$ ⇨ QD>5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Sb : QD = 0,3 ⇨ 0,2 <QD < 5 Pour As, Cd, Cu, Zn : QD<0,2	au regard des concentrations en plomb : NON COMPATIBLE avec son usage			Pas d'adaptation de paramètres. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
Jardin n°2 et exposition par ingestion de légumes autoproduits	Enfant et adulte	- Vie entière : Pour Pb : ERI = $2,0.10^{-7}$ ⇨ ERI < 10^{-6} - Pour l'enfant : Pour Pb : QD = 0,05 (et ERI = $2,2.10^{-8}$) ⇨ QD<0,2 (et ERI < 10^{-6}) - Pour l'adulte : Pour Pb : QD = 0,03 (et ERI = $1,8.10^{-7}$) ⇨ QD<0,2 (et ERI < 10^{-6})	COMPATIBLE avec son usage			

Tableau 20 : Synthèse des résultats des calculs de risques au regard des intervalles de gestion de l'IEM et approfondissements requis pour des scénarios associés à la fréquentation par des enfants des différentes zones étudiées de Chaliac et de Flaviac- Chamée et pour le scénario associé au jardin 2 de Chaliac

SCENARIO	POPULATION CONCERNEE	RESULTATS DES CALCULS AU REGARD DES INTERVALLES DE GESTION DES RISQUES (QD ET ERI) DE L'IEM	COMPTABILITE OU PAS DE L'USAGE ET DES MILIEUX SELON DES CHOIX CONSERVATOIRES EN PREMIERE APPROCHE	RESULTATS DES RISQUES SE SITUANT DANS LA ZONE D'INTERPRETATION NECESSITANT UNE REFLEXION PLUS APPROFONDIE DE LA SITUATION AVANT DE S'ENGAGER DANS UN PLAN DE GESTION	DEMARCHE D'APPROFONDISSEMENT : EQRS AVEC L'ENSEMBLE DES SUBSTANCES (critères de risques respectivement de 1 et 10^{-5} pour le QD et l'ERI) ?	ADAPTATION DE CERTAINS PARAMETRES AVANT DE STATUER SUR LA NON COMPTABILITE AVEREE ?
Zone de Flaviac, Chamée						
Fréquentation de la zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie – **G** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pour As : QD = 1,2 et ERI = $3,6.10^{-5}$ ⇨ 0,2 <QD < 5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4} Pour Pb : QD = 0,49 et ERI = $1,1.10^{-7}$ ⇨ 0,2 <QD < 5 et 10^{-6} < ERI < 10^{-4}		Pour l'arsenic	Non conduite car l'arsenic conduit à lui seul à un QD> 1 et ERI > 10^{-5}	Potentiel adaptation de paramètres d'exposition (fréquence d'exposition) à l'issue d'une enquête et mesures de bioaccessibilité des sols avant de statuer sur la non compatibilité et la mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion

Suite du Tableau 20 : Synthèse des résultats des calculs de risques au regard des intervalles de gestion de l'IEM et approfondissements requis pour des scénarios associés à la fréquentation par des enfants des différentes zones étudiées de Chaliac et de Flaviac- Chamée et pour le scénario associé au jardin 2 de Chaliac

5.6.4 INCERTITUDES

Les incertitudes sont inhérentes à une chaque étape de la démarche d'IEM. D'une manière générale, l'utilisation de données spécifiques au site réduit ces dernières mais certaines persistent. Les incertitudes les plus importantes sont relatives à l'estimation prédictive des concentrations d'exposition des populations à très long terme dans le cadre de la présente étude. Cette étude a été réalisée en l'état actuel des connaissances.

L'analyse attentive des incertitudes constitue une étape incontournable de la démarche d'IEM, cette dernière permettant de donner les éléments pour étayer les conclusions. Cette dernière permet d'identifier les incertitudes les plus significatives pouvant interférer sur les résultats de l'étude et éventuellement de définir la nécessité de réaliser des études complémentaires (enquête, spéciation, investigations, etc.).

Les incertitudes identifiées et présentées ci-après regroupent donc les sources d'incertitudes majeures des étapes de la présente étude.

5.6.4.1 INCERTITUDES SUR LE TERME SOURCE

Incertitudes sur l'échantillonnage

Les incertitudes concernent ici les reconnaissances effectuées sur le site.

L'exposition par inhalation de poussières n'a pas été retenue dans le schéma conceptuel préliminaire, ni l'ingestion de poussières à l'intérieur des habitations et ainsi aucune caractérisation n'a été conduite dans le cadre de la campagne de terrain pour ces milieux. En première approche, au regard des résultats granulométriques des prélèvements issus notamment des dépôts de résidus, de la configuration des zones étudiées, cela apparaît cohérent.

En termes de végétaux autoproduits, il est également rappelé que seuls les végétaux disponibles en quantité suffisante ont été prélevés, en soulignant cependant le prélèvement et l'analyse de végétaux représentatifs de chaque type (racine, feuille, etc.).

En termes de représentativité spatiale pour la caractérisation des sols, des échantillons composites ont été réalisés afin de couvrir des zones les plus représentatives des expositions.

Incertitudes sur les analyses chimiques

Au regard des informations transmises par le laboratoire Wessling, les incertitudes sur les résultats des analyses, mentionnées dans les tableaux de résultats analytiques en annexe 5, indiquent notamment des valeurs pour :

– les sols et les métaux et métalloïdes dans la gamme de 10% à 26% et pour les coupes d'hydrocarbures et HAP, dans la gamme de 8% à 23% ;

– les eaux de surface, dans la gamme de 8% à 23% ;

– les végétaux, dans la gamme de 15% et 20%.

Ces gammes d'incertitude ne modifient pas les conclusions précédemment mentionnées tant en termes d'interprétation des concentrations dans les milieux

d'exposition au regard des valeurs de gestion réglementaires, que les résultats des calculs de risques sanitaires.

Incertitudes sur la recherche et la sélection des substances à impact potentiel

La sélection des substances chimiques retenues pour l'étude est une source d'incertitudes. Néanmoins, ces dernières ont été sélectionnées au regard de l'ensemble des activités exercées sur le site. Les analyses ont ciblé les substances pertinentes considérant les scénarios étudiés, à savoir présentant une toxicité par ingestion directe (terre, eau ou végétaux), et aux comportements physico-chimiques, biologiques pertinents.

En l'occurrence, les substances présentes dans les horizons de surface non remaniés ou remaniés ont été retenues considérant respectivement l'exposition des enfants.

Cependant, plus particulièrement dans le cas de la zone de Chaliac et de la zone du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage, suite à la mise en évidence de concentrations en HAP et fractions d'hydrocarbures dans l'horizon situé entre 5 et 10 cm de profondeur (OUV CHA SO 20- 5 -10)[33] et une potentielle érosion de l'horizon de surface suite aux activités de moto cross et de vélo, un scénario d'exposition à ces substances présentes dans l'horizon sous jacent a également été étudié, en tenant compte d'un contact direct avec les sols.

Les valeurs des paramètres d'exposition sont identiques à celles retenues précédemment pour le scénario d'exposition aux métaux et métalloïdes.

En outre, les analyses n'ayant pas concerné les fractions aliphatiques et aromatiques spécifiquement, dans le cadre d'une approche conservatoire, aux concentrations observées ont été attribuées les concentrations des coupes les plus pénalisantes en termes de valeurs toxicologiques de références, c'est à dire celles des coupes aromatiques. Les HAP et fractions d'hydrocarbures avec des concentrations comprises entre les limites de détection et de quantification ont été prises en compte dans le calcul dans le cadre d'une approche conservatoire, en associant la concentration à la limite de quantification (de 10 mg/kg pour les coupes et de 0,03 ou 0,06 mg/kg pour les HAP).

Le Tableau 21 présente les risques associés à ce scénario.

[33] En rappel, lors des investigations, les observations avaient été les suivantes : un sol argileux de couleur ardoise, avec des passées plus claires et d'autres foncées, noires avec des odeurs de type hydrocarbures, ayant motivé la réalisation des analyses complémentaires d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et de fractions d'hydrocarbures.

Zone de Chaliac Zone du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (horizon situé entre 5 et 10 cm de profondeur : OUV CHA_SO_20_ 5_10)		
Substance (et concentration en mg/kg MS)	**QD**	**ERI**
Arsenic (280)	4,0E-01	1,1E-05
Antimoine (1900)	3,0E+00	*n.c.*
Cadmium (87)	1,5E-01	*n.c.*
Cuivre (3900)	1,8E-02	*n.c.*
Plomb (56000)	59,4E+00	1,3E-05
Zinc (15000)	3,2E-02	*n.c.*
Hydrocarbures aromatiques > C10-C12 (10)	1,6E-04	*n.c.*
Hydrocarbures aromatiques > C12-C16 (10)	1,6E-04	*n.c.*
Hydrocarbures aromatiques > C16-C21 (49)	1,0E-03	*n.c.*
Hydrocarbures aromatiques > C21-C35 (270)	5,8E-03	*n.c.*
Naphtalène (0,03)	9,7E-07	1,0E-10
Benzo(a)pyrène (0,062)	*n.c.*	3,4E-10
Acénaphthène (0,03)	3,2E-07	1,6E-13
Fluorène (0,03)	4,8E-07	1,6E-13
Phénanthrène (0,037)	6E-07	2,0E-13
Anthracène (0,03)	6,4E-08	1,6E-12
Fluoranthène (0,2)	3,2E-06	1,1E-12
Pyrène (0,14)	3,0E-06	7,7E-13
Benzo(a)anthracène (0,1)	*n.c.*	5,5E-11
Chrysène (0,14)	*n.c.*	7,7E-12
Benzo(b)fluoranthène (0,19)	*n.c.*	1,0E-10
Benzo(k)fluoranthène (0,062)	*n.c.*	3,4E-11
Dibenzo(ah)anthracène (0,03)	*n.c.*	1,6E-10
Benzo(ghi)pérylène (0,06)	1,3E-06	3,3E-12
Indéno(123-cd)pyrène (0,06)	*n.c.*	3,3E-11
Acénaphtylène (0,03)	*n.c.*	1,6E-13
Légende : *n.c. : non concerné pour un calcul de risque en l'absence de VTR*		

Tableau 21 : synthèse des risques pour les substances avec des effets à seuil (QD) et sans seuil (ERI) pour le scénario de la zone du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage (et l'horizon situé entre 5 et 10 cm de profondeur : OUV CHA_SO_20_5_10)

Les résultats des calculs de risques liés à la présence des HAP et des fractions d'hydrocarbures indiquent que, tant pour les QD ou les ERI associés, ces derniers sont très nettement inférieurs aux bornes basses de gestion respectivement de 0,2 et 10^{-6}. Cependant, en ce qui concerne les métaux et métalloïdes et plus particulièrement le plomb, le QD associé est de 59,4 avec une concentration de 56000 mg/kg et est donc supérieur à la borne haute des intervalles de gestion de 5. L'ERI associé de $1{,}3.10^{-5}$ est quant à lui dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$. Pour l'arsenic, l'ERI lié à sa concentration de 280 mg/kg, de $1{,}1.10^{-5}$ est dans la gamme $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, et indique que le risque se situe dans la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion. Toutefois, au regard du QD de 59,4 associé au plomb, aucune démarche approfondie de calcul de risque sanitaire n'est conduite.

5.6.4.2 INCERTITUDES SUR L'ÉVALUATION DE LA TOXICITÉ

En plus du choix des VTR, de nombreuses sources d'incertitudes sont associées à l'élaboration des VTR, en raison notamment de l'extrapolation :

– de la réponse dose-effet pour de faibles doses à partir de hautes doses,
– de réponse pour des expositions de courtes durées à de longues durées,
– des résultats d'expérimentations chez l'animal pour prédire des effets chez l'homme,
– de réponses à partir d'études provenant de populations animales homogènes pour prédire les effets sur une population composée d'individus avec un large spectre de sensibilité, etc.

La section des VTR peut avoir une incidence significative sur les résultats des calculs de risques. Les choix réalisés par l'INERIS sont conformes aux connaissances scientifiques actuelles et ne représentent que la connaissance disponible à un moment donné.

5.6.4.3 INCERTITUDES SUR L'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

– **Scénario et voie d'exposition**

En complément des éléments présentés en section3, les éléments suivants sont indiqués.

La voie d'exposition par inhalation de poussières n'a pas été retenue en cohérence avec les données disponibles actuellement. En effet, au regard des résultats granulométriques des prélèvements issus du dépôt de résidus, des bassins de décantation, de la configuration des sites et des habitations, et tenant compte de la typologie des sites, et des directions des vents cela apparaît proportionné.

L'exposition par ingestion de denrées alimentaires issues du bétail fréquentant certaines parcelles avec des concentrations significatives en plomb et arsenic notamment, atteignant plusieurs dizaines de milliers de mg/kg pour les premières n'a pas été étudiée. En effet, avant de réaliser des calculs d'exposition du bétail conduisant à l'évaluation des concentrations dans la viande par le biais de modèle de transfert ou avant d'effectuer des mesures directement dans le bétail il conviendrait de préciser si le bétail alimenté par des fourrages des zones étudiées est destiné à être consommé.

En termes de scénario, l'ingestion de sol par des adultes lors des activités de jardinage n'avait pas été prise compte dans les scénarios de base notamment dans le cas du jardin 2 de Chaliac. Dans le cadre de l'évaluation des incertitudes, cela n'est pas traité plus en détails au regard des concentrations dans les sols tenant compte des valeurs des paramètres d'exposition classiquement retenus[34] et des résultats de risques associés conduisant à des QD et ERI pour le plomb (en rappel, une concentration de 300 mg/kg dans la zone remaniée de sol) inférieurs de plus d'un ordre de grandeur aux bornes basses des intervalles de gestion.

– **Paramètres d'exposition**

Concentration dans les milieux

Il a été retenu en première approche dans les sols la concentration maximale de la zone étudiée. Au regard des gammes de concentrations observées dans ces zones, il ne résulte aucune modification significative des conclusions en termes sanitaires en cas de choix de concentrations moyennes.

Fréquence d'exposition

Parmi les paramètres d'exposition retenus pour calculer les risques sanitaires liés à l'ingestion de sols que sont les quantités ingérées, elles ont été choisies dans le cadre d'une démarche raisonnablement conservatoire.

Toutefois, des incertitudes persistent principalement sur le nombre de jours de fréquentation annuelle des enfants qui résident dans les zones étudiées dans les différents scénarios en lien avec l'ingestion de sol. Cependant, la prise en compte d'une fréquence plus faible que les 52 jours par an retenu (soit deux jours par semaine en période estivale), mais par exemple uniquement d'une vingtaine de jours durant des périodes uniquement de vacances, ne conduira pas à une modification significative des niveaux de risques et particulièrement le quotient de danger associé au plomb avec sa valeur initiale de l'ordre de 10. En effet, en modifiant la valeur de la fréquence d'exposition annuelle, ce QD resterait soit supérieur à la borne haute des intervalles de gestion de l'IEM, de 5, ou à la valeur de 1 lors de la mise en œuvre de l'EQRS approfondie.

En ce qui concerne la voie ingestion de végétaux autoproduits, il est également rappelé la prise en compte d'une exposition durant la vie entière pour le calcul des ERI, soit une durée d'exposition conservatoire avec comme hypothèse une durée de résidence de 70 ans au droit de la même parcelle comportant ce jardin potager.

De même sont à rappeler les incertitudes en termes de quantités ingérées de végétaux autoproduits.

Bioaccessibilité

Par ailleurs, la voie d'exposition liée à l'ingestion de sol est conditionnée par deux paramètres sensibles qui sont la quantité de terre ingérée et la biodisponibilité pour l'homme du composé chimique présent dans la matrice sol. Ce dernier paramètre, qui caractérise la fraction absorbée d'un polluant, peut être approché notamment par la bioaccessibilité (fraction dissoute du contaminant dans le tube

[34] Une valeur de 480 mg/j (Hawley 1985) 2 jours par an lors des activités de bêchage, une valeur de 50 mg/j (US EPA, 2011) lors des activités de plantation des légumes, d'entretien du jardin et de récolte des légumes, cela 10 jours par an, et 5 jours par an pour l'entretien des parterres ornementaux, durant 53 ans.

digestif). Les calculs de risques effectués dans la présente étude ont considéré, selon une approche majorant, que la biodisponibilité d'un élément dans cette terre est totale.

Ainsi, l'absence de prise en compte de la détermination des fractions bioaccessibles et/ou biodisponibles, permettant notamment de proposer une estimation plus appropriée de l'exposition des populations liée à l'ingestion de sols, constitue une incertitude dans le calcul de risque. Cependant, il est à souligner que les données concernant la biodisponibilité/bioaccessibilité sont encore éparses, peu nombreuses et pas toujours adaptées au contexte étudié, notamment au contexte d'un ancien site minier. En effet, au regard des éléments bibliographiques actuellement disponibles, apparaissent d'importantes variabilités des gammes de valeurs de bioaccessibilité notamment dans les sols, issus de différents contextes, ainsi que des gammes de valeurs rencontrées pour un historique donné qui peuvent être également très larges. Aussi, il est difficile aujourd'hui d'intégrer ces données sur la base des seules données émanant de la littérature.

C'est pourquoi, la mesure de la fraction bioaccessible sur les sols provenant de la zone étudiée peut être nécessaire car, par rapport à la mesure de la concentration totale des polluants dans les sols, elle :

- reflète de manière plus pertinente les concentrations d'exposition pour la voie d'exposition directe qu'est l'ingestion de terre ;
- permet d'intégrer la spéciation de ces éléments.

Ainsi, dans le cadre de la présente étude, quelques prélèvements de sols et également de végétaux complémentaires ont été réalisés au droit de certaines zones afin de déterminer dans les laboratoires de l'INERIS la concentration totale et la bioaccessibilité selon le protocole « UBM procedure for the measurement of inorganic contaminant bioaccessibility from solid matrices ».

Le mode opératoire est repris dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Mode opératoire des analyses en concentration totale et bioaccessibilité relative

Traitement / analyse	**Référentiel : mode opératoire, norme / version**
Lavage et épluchage (selon consignes) pour les végétaux	-
Séchage à 40°C	-
Tamisage à 2 mm et quartage pour les sols	-
Broyage et tamisage 200 µm	-
Minéralisation µonde fermé	NF EN 13346
Analyse (total) ICP-OES	MO-672
Analyse (total) ICP-MS	-

Le *Tableau 23* reprend les résultats de mesure de la bioaccessibilité, la bioaccessibilité gastrique (stomacale) et la bioaccessibilité gastro-intestinale. Les incertitudes associées sont de 25 %.

Tableau 23 : Résultats des mesures de bioaccessibilité dans les sols et les végétaux

		Sol											Végétaux	
	Référence GEODERIS	**CHA-S-01-0-2-A**	**CHA-S-01-0-2-B**	**CHA-S-02-0-2**	**CHA-S-04-0-10**	**CHA-S-05-0-10**	**CHA-S-07-0-10**	**CHA-S-10-0-15**	**ST-J-SO-J-1-M**	**ST-J-SO-J-1-B**	**CHA-SO-52-0-2**	**CHA-SO-52-0-10**	**CHA-VE-P-3-mirabelles**	**ST-J-VE-J-1-M-pomme de terre**
	Référence INERIS	12AV084	12AV086	12AV088	12AV090	12AV092	12AV094	12AV096	12AV078	12AV080	12AV069	12AV077	12AV075	12AV93
		Concentration (mg/kg, sur sec)												
As	Conc. totale	464	1520	14,9	257	748	1740	119	23,3	17,6	803	870	< 0,1	< 0,1
	Conc. stomac. **Bioacces. stomac. (%)**	22,5 (5%)	56 (4%)	1,4 (9%)	19,1 (7%)	9,0 (1%)	61,1 (4%)	14,3 (12%)	3,0 (13%)	2,8 (16%)	12,8 (2%)	13,2 (2%)	ND	ND
	Conc. intest. **Bioacces. intest. (%)**	22,1 (5%)	45,7 (3%)	2,1 (14%)	15,9 (6%)	8,8 (1%)	45,1 (3%)	13,8 (12%)	3,9 (17%)	2,6 (15%)	14,5 (2%)	12,5 (1%)	ND	ND
Cd	Conc. totale	27,7	48,1	< LQ	< LQ	5,9	38,5	1,8	< LQ	< LQ	7,6	7,9	< 0,1	< 0,1
	Conc. stomac. **Bioacces. stomac. (%)**	13,2 (48%)	30,9 (64%)	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	ND	ND
	Conc. intest. **Bioacces. intest. (%)**	10,5 (38%)	18,1 (38%)	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	ND	ND
Pb	Conc. totale	35500	82400	291	33300	27500	113000	936	49,7	50,7	101000	76400	0,1	0,2
	Conc. stomac. **Bioacces. stomac. (%)**	3010 (8%)	1430 (2%)	190 (65%)	7270 (22%)	5070 (18%)	4850 (4%)	470 (50%)	20,2 (41%)	18,3 (36%)	5390 (5%)	4740 (6%)	ND	ND
	Conc. intest. **Bioacces. intest. (%)**	1230 (3%)	449 (1%)	< LQ	1503 (5%)	625 (2%)	479 (0%)	100 (11%)	< LQ	< LQ	775 (1%)	712 (1%)	ND	ND
Sb	Conc. totale	< LQ	1160	22,5	1140	1260	4980	47,2	< LQ	< LQ	3810	4010	< 0,1	< 0,1
	Conc. stomac. **Bioacces. stomac. (%)**	< LQ	6,3 (1%)	< LQ	25,3 (2%)	8,0 (1%)	33 (1%)	< LQ	< LQ	< LQ	13,5 (0%)	13,9 (0%)	ND	ND
	Conc. intest. **Bioacces. intest. (%)**	< LQ	< LQ	< LQ	12,7 (1%)	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	13,4 (0%)	13,6 (0%)	ND	ND
Zn	Conc. totale	5370	12000	88,2	570	1740	13200	522	95	113	2570	2660	1,9	15,5
	Conc. stomac. **Bioacces. stomac. (%)**	1960 (36%)	4600 (38%)	16,8 (19%)	23,9 (4%)	52,1 (3%)	450 (3%)	145 (28%)	34,8 (37%)	72,9 (65%)	87,8 (3%)	107 (4%)	6,4 * (>100%)	17,6 * (113%)
	Conc. intest. **Bioacces. intest. (%)**	975 (18%)	1620 (14%)	< LQ	< LQ	12,5 (1%)	140 (1%)	27,3 (5%)	< LQ	< LQ	15,1 (1%)	18,5 (1%)	5,9 * (>100%)	23,5 * (153%)

Légende
Conc. : concentration
Bioacces. : bioaccessibilité
Stomac = phase stomacale ; Intest = phase intestinale
ND = bioaccessibilité non déterminée lorsque le résultat est compris entre 1 x LQ et 10 x LQ
(*) résultat > 100 % lié aux incertitudes d'analyses des différentes extractions

Le rapport InVS et INERS (2012) indique la démarche à suivre pour tenir compte de la bioaccessibilité relative mesurée avec le test BARGE en termes d'évaluation des expositions et des risques.

L'INERIS a conduit des travaux sur l'As et le Cd qui permettent de proposer un calcul de Biodisponibilité relative ($BD_{relative}$) (Caboche, 2009). Il a en effet été démontré, pour l'As et le Cd, l'égalité des absorptions de chacun de ces éléments, qu'il soit issu du sol contaminé ou d'eau de boisson, matrices de référence pour l'établissement des VTR pour ces deux éléments. Il en résulte que la fraction absorbée de la substance extraite de la matrice terre (fa_{TERRE}) est égale la fraction absorbée de la substance extraite de la matrice de référence (fa_{VTR}).

Dans ce cas, l'équation générale présentée dans le rapport précité peut alors être simplifiée de la manière suivante :

$$DJE_{ajustée} = DJEx\frac{BA_{TERRE}}{BA_{VTR}}$$

Enfin, toujours pour l'As et le Cd, il a été démontré que les Bioaccessibilités Absolues (BA) en phase gastrique de ces éléments dans l'eau de boisson sont proches de 100 %, soit $BA_i = 1$ (Caboche, 2009). Ce résultat permet la nouvelle simplification :

$$DJE_{ajustée} = DJEx\,BA_{TERRE}$$

Ainsi, dans le cas du Cd et de l'As, la mesure de la bioaccessibilité de ces éléments suffit à ajuster la DJE.

Le même document présentait également une formulation pour le plomb mais tenant compte de la VTR proposée par l'OMS. Or dans le cadre de la présente étude, la VTR proposée récemment par l'ANSES (correspondant à une plombémie de 15 µg/l tant pour l'enfant que pour l'adulte), a été retenue, ne permettant plus l'utilisation de la formulation proposée dans la référence précitée.

L'analyse du tableau précédent indique notamment pour les sols, les valeurs de bioaccessibilité relative stomacale[35] dans la gamme de :

– 1% à 16% pour l'arsenic,
– 1% à 2 % pour l'antimoine,
– 46% à 64% pour le cadmium,
– 4% à 65% pour le plomb,
– 3% à 65% pour le zinc.

Ces valeurs indiquent des gammes assez basses notamment pour l'arsenic et le plomb.

[35] tenant compte dans le cadre d'une approche conservatoire, du choix du taux le plus élevé entre la bioaccessibilité stomacale et intestinale.

Dans le cas du scénario « Zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest (OUV_CHA_SO1) –A », à titre d'exemple, au regard des valeurs de bioaccessibilité stomacale mesurées pour le plomb, de 8% pour l'échantillon CHA-S-01-A, il apparaît pour l'exposition associée à l'ingestion de sol, et par voie de conséquence les risques associés, que ces derniers peuvent être réduits. Cependant en lien avec le commentaire précité concernant la VTR de l'ANSES retenue pour le plomb, un calcul n'est actuellement pas effectué. Pour ce même échantillon, la valeur de la bioaccessibilité stomacale de 10% pour l'arsenic permettrait également de réduire l'exposition d'un facteur 10. Cependant au regard de la valeur du QD associé au plomb, les conclusions en termes de compatibilité du milieu sol avec les usages restent inchangées.

Il est sera de même pour les autres scénarios étudiés dans la zone de Chamée en lien avec l'ingestion de sol.

Cependant ces résultats de bioaccessibilité relative seront à intégrer aux réflexions à conduire ultérieurement.

5.6.4.4 INCERTITUDES SUR LA CARACTÉRISATION DU RISQUE

Les incertitudes inhérentes à la caractérisation du risque sont directement fonction des incertitudes précisées dans les sections précédentes.

Les sections ci-dessus soulignent le fait qu'un certain nombre d'incertitudes entoure l'IEM et l'évaluation des risques. Bien que les résultats soient exprimés par des expressions numériques exactes, la quantification de ces dernières n'est pas toujours réalisable. Aussi, il convient de rappeler que, pour les différents scénarios étudiés, de nombreux choix de valeurs conservatoires de paramètres ont été pris en l'absence d'information plus précise, constituant ainsi une approche conservatoire de ce risque.

6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS EN TERMES SANITAIRES

Les conclusions concernent uniquement l'étude en termes sanitaires.

En ce qui concerne l'étude environnementale, le lecteur se reportera au rapport de GEODERIS (version projet juillet 2013). Ce dernier mentionne notamment des recommandations en termes de maîtrise de certaines sources de pollution, de la pérennité des murs de soutènement de la petite laverie de Chaliac.

6.1 CONCLUSIONS SUR L'INTERPRÉTATION DE L'ETAT DES MILIEUX - IEM

Sur la base des résultats de caractérisation des milieux et plus particulièrement ceux relatifs aux sols de surface, indiquant des concentrations dans les sols supérieures à celles de l'environnement local témoin, la grille de calcul IEM a été utilisée afin de statuer sur la compatibilité des milieux avec leurs usages.

Les résultats de qualité des eaux et des végétaux potagers ont également conduits à la comparaison à des valeurs réglementaire de gestion, notamment pour les eaux, les critères de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine pour les substances étudiées (extrait de Annexe I de l'arrêté du 11-01-2007), et pour les denrées alimentaires, le règlement relatif à leur qualité (CE 1881/2006).

En cohérence avec les expositions sur les zones étudiées, des calculs d'évaluations quantitatives des risques relatifs à l'ingestion de terre ont été considérés, ainsi que l'ingestion de végétaux autoproduits.

Les choix des valeurs des paramètres d'exposition ont été réalisés de façon raisonnablement conservatoire en première approche au regard de certaines incertitudes notamment en termes de fréquentation des lieux, de quantités ingérées et absence de connaissance précise, ou de données de la littérature pour une situation similaire.

Pour ces scénarios, l'ensemble des calculs réalisés montre au regard des intervalles de gestion que l'état du milieu sol est soit compatible avec les usages constatés ($QD < 0,2$ ou $ERI < 10^{-5}$) ou non compatible ($QD > 0,2$ ou $ERI > 10^{-4}$), ou que les résultats des risque sont compris respectivement dans la gamme $0,2 < QD < 5$ ou $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$, la zone d'interprétation nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Au regard de ces résultats situés dans la zone d'interprétation, comme repris dans la figure précédente illustrant les intervalles de gestion des risques et les actions à engager, plusieurs approches peuvent être conduites, parmi les suivantes :

- le recours à une argumentation appropriée basée sur le retour d'expérience,
- la mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens,
- la réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie, etc.

Dans le cadre de la présente étude, un calcul de risque global pour l'ensemble des substances a également été réalisé pour certains scénarios, avec comme critères d'acceptabilité ceux rappelés précédemment, qui sont respectivement pour les effets à seuil, la valeur de 1 et pour les effets sans seuil, celle de 10^{-5}. Pour les effets à seuil, les calculs ont été réalisés en première approche avec une démarche conservatoire, l'additivité des risques est prise en compte systématiquement via la sommation des QD de toutes les substances étudiées. En effet, *a minima*, il est nécessaire de réaliser la sommation des QD liés à des substances avec les mêmes effets sur le même organe cible via un même mécanisme d'action. Pour les effets sans seuil, les calculs ont été réalisés en sommant les ERI de toutes les substances étudiées.

Le Tableau 24 synthétise pour les différents scénarios d'exposition les résultats des calculs de risques au regard des intervalles de gestion de l'IEM et d'une démarche approfondie tenant compte d'un calcul de risque global pour l'ensemble des substances réalisé pour certains scénarios, avec comme critères d'acceptabilité respectivement pour les effets à seuil, la valeur de 1 et pour les effets sans seuil, celle de 10^{-5}.

Tableau 24 : Synthèse des résultats des calculs de risques sanitaires et démarches complémentaires

Intervalle de gestion des risques (IEM)	Scénario	Population concernée	Substances principales	Eventuelle démarche complémentaire appliquée : avec l'ensemble des substances et les critères de risques respectivement de 1 et 10^{-5} pour le QD et l'ERI	Adaptation de certains paramètres avant de statuer sur la non compatibilité avérée
QD < 0,2 et ERI < 10^{-6}	**Zone de Chaliac** Autoconsommation des végétaux potagers du jardin n°2 de Chaliac	Enfant et adulte	- -	- -	Non concerné - L'état des milieux est COMPATIBLE avec les usages constatés
0,2 <QD < 5 et/ou 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	**Zone de Flaviac, Chamée** Fréquentation de la zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie **– G** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	As	Non conduite car l'arsenic conduit à lui seul à un -QD> 1 et ERI > 10^{-5}	Nécessité d'une enquête pour ajuster les paramètres d'exposition (fréquence d'exposition et type d'activité) et d'effectuer des mesures de bioaccessibilité des sols avant de statuer sur la non compatibilité et la mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion
QD > 5 et/ou ERI > 10^{-4}	**Zone de Chaliac**				L'état des milieux est non COMPATIBLE. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion, dont des mesures de bioaccessibilité des sols
	Fréquentation de la zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier », en périphérie nord ouest **– A** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb, As	-	
	Fréquentation de la zone du dépôt de résidus majeur « Terril de Pansier » en périphérie sud est **– B** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb, As	-	
	Fréquentation de la zone de la parcelle de la grande laverie (de l'entrée aux ruines) **– C** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb, As	-	
	Fréquentation de la zone des « résidus de la grande Laverie », du petit dépôt de résidus le plus à l'est comportant un banc **– D** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, Sb	-	
	Fréquentation de la zone « des grands bassins de décantation » : du petit dépôt de résidus situé à l'ouest dans le virage **– E** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb, As	-	
	Fréquentation de la zone face au dernier bassin avec présence occasionnelle de promeneur avec enfant sur le muret **– F** et exposition par ingestion de sol	Enfant « résident »	Pb	-	

6.2 RECOMMANDATIONS

Tenant compte de certaines incertitudes, notamment au regard du paramètre d'exposition, fréquence annuelle, quantités ingérées de végétaux autoproduits, des recommandations avec des mesures simples de gestion sont proposées dans un premier temps avant la potentielle mise en œuvre d'un plan de gestion au droit de certaines zones.

Les résultats n'appellent pas de mesure sanitaire d'urgence, mais laisse entrevoir en première approche des recommandations à mettre en place pour certaines, de manière rapide et d'autres seront à statuer en fonction de certains approfondissements, comme par exemple sur les fréquences d'exposition, les quantités ingérées de végétaux autoproduits, par exemple via une enquête.

Le Tableau 25 reprend une synthèse des recommandations détaillées dans les paragraphes suivants.

Tableau 25 : Synthèse des recommandations

Zone	Recommandations à mettre en place de manière rapide au regard de la présence de population (et du bétail)	Recommandations à statuer en fonction de certains approfondissements ou études complémentaires
Milieu SOL		
Zone de Chaliac Pour l'ensemble des scénarios étudiés (Terril du Pansier, zones des résidus de la Petite et Grande laveries)	Mise en place de panneaux préconisant de ne pas fréquenter ces zones et en limiter l'accès. En termes d'information de la population locale, le rappel des règles d'hygiène, comme le lavage des mains des enfants.	Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion, tenant compte également de l'impact sur les eaux de surface et réalisation de mesures de bioaccessibilité dans les sols.
Zone de Flaviac, Chamée Fréquentation de la zone au droit de la parcelle avec l'habitation comportant la galerie (ancienne usine de couperose)	Mise en place de mesures simples, en termes d'information de la population locale, le rappel des règles d'hygiène, comme le lavage des mains des enfants. Enquête en termes de fréquentation de la zone par les enfants.	Mesures de bioaccessibilité dans les sols. Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion.
Milieu VEGETAUX POTAGERS		
Zone de Chaliac Jardin n°2	Malgré la compatibilité suite à une démarche d'ajustement des paramètres d'exposition (quantité ingérée de végétaux autoproduits) au regard du dépassement de la valeur de gestion pour les denrées alimentaires associées au plomb, ne plus utiliser l'eau de surface pour l'arrosage du jardin. Mise en place de mesures simples, en termes d'information de la population locale, le rappel des règles d'hygiène, comme le lavage soigné des végétaux avant consommation. Enquête approfondie en termes de légumes produits annuellement et de quantités ingérées par les enfants et les adultes.	Au regard de l'enquête approfondie en termes de légumes produits annuellement et de quantité ingérée par les enfants et les adultes, et de valeurs supérieures à celles retenues dans la présente étude, réalisation des mesures de bioaccessibilité dans les végétaux. Et le cas échéant, la mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion. Recherche de lieux de captage d'eau pour l'arrosage en amont hydraulique des travaux miniers.
Milieu EAUX		
Zone du filon Juliette	Mise en place de panneaux indiquant de ne pas consommer l'eau.	Mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'autres mesures de gestion.
Zone de Chaliac Jardin n°2	Malgré la compatibilité suite à une démarche d'ajustement des paramètres d'exposition (quantité ingérée de végétaux autoproduits) au regard du dépassement de la valeur de gestion pour les denrées alimentaires associées au plomb, ne plus utiliser l'eau du Lagau pour l'arrosage du jardin.	Au regard de l'enquête approfondie en termes de légumes produits annuellement et de quantité ingérée par les enfants et les adultes, et de valeurs supérieures à celles retenues dans la présente étude, mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'autres mesures de gestion.

6.2.1 MESURES CONCERNANT LES SOLS

Dans la zone de Chaliac, afin de limiter l'exposition des populations principalement aux concentrations en plomb, antimoine et arsenic au droit des dépôts de résidus, des bassins, etc., il est préconisé de mettre en place des panneaux indiquant de ne pas fréquenter ces zones, et d'en limiter l'accès.

En termes d'information de la population locale, il est également recommandé le rappel des règles d'hygiène, comme le lavage des mains des enfants.

Il est préconisé la mise en œuvre de réflexions approfondies permettant d'évaluer le dimensionnement d'un plan de gestion. Ce dernier nécessiterait de mener des investigations complémentaires notamment pour caractériser au mieux l'extension verticale et horizontale de la pollution des sols déjà mise en évidence au droit de certaines zones.

6.2.2 MESURES CONCERNANT LA CONSOMMATION DES VÉGÉTAUX POTAGERS

Concernant le jardin de Saint Julien-en-Saint-Alban, aucune mesure n'est préconisée.

Au regard de l'ingestion des végétaux autoproduits, pour la zone de Chaliac, notamment au regard des concentrations mesurées en plomb dans certains végétaux (feuilles de blettes et carottes), au regard de la démarche d'évaluation des risques conduites, il est recommandé actuellement uniquement des mesures simples, en termes d'information de la population locale en rappelant les règles d'hygiène, comme le lavage soigné des végétaux avant consommation, ainsi que de ne plus arroser avec l'eau du Lagau.

Par ailleurs, afin de préciser la compréhension des concentrations observées dans les végétaux au regard des concentrations en arsenic dans les eaux d'arrosage et les sols, il est recommandé de réaliser de nouvelles mesures dans les végétaux, les sols et en menant parallèlement des mesures de bioaccessibilité sur ces milieux.

Des analyses des eaux d'arrosage seront à poursuivre afin de garantir la compréhension des transferts dans les végétaux.

La mise en œuvre de réflexions approfondies permettra d'évaluer la pertinence et le dimensionnement d'un plan de gestion.

6.2.3 MESURES CONCERNANT LES EAUX

Concernant la zone du filon Juliette, il est recommandé la mise en place de panneaux indiquant de ne pas consommer l'eau.

Au regard de la consommation de végétaux autoproduits mentionné ci-dessus, il est recommandé de ne plus arroser ces derniers avec l'eau du Lagau.

De façon générale, de par l'importance de la communication entre les intervenants, les collectivités, les organismes publics et la population sur ce type d'étude, il est important que les données recueillies dans la présente étude puissent faire l'objet d'une information publique[36].

[36] Pour information est rappelé le guide intitulé « guide pour l'implication des populations dans l'évaluation et la gestion d'un site et sol pollué (ADEME, INERIS, IRSN, en collaboration avec la Cellule interrégionale d'épidémiologie d'Ile de France, 2008), visant à aider à décider, concevoir et organiser l'implication des populations dans la gestion d'un site pollué. Ce rapport pourrait, servir de base de travail, par le biais notamment des outils l'accompagnant comme des plaquettes, des supports de communication. La démarche d'information doit être proportionnée aux enjeux identifiés.

7 REFERENCES

ADEME, IRSN (2004) - CIBLEX : Base de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué. CD-Rom coédité ADEME / IRSN, référence 4773.

ADEME et al. (2007-a) - Guide d'échantillonnage de plantes potagères dans le cadre de diagnostics environnementaux.

ADEME-INERIS-IRSN, en collaboration avec la Cellule interrégionale d'épidémiologie d'Ile de France (2008) – Guide pour l'implication des populations dans l'évaluation et la gestion d'un site et sol pollué.

AFSSA (2003) - Avis de l'AFSSA relatif à une demande d'avis sur l'évaluation des risques présentés par le benzo[a]pyrène et par d'autres hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), présents dans diverses denrées ou dans certaines huiles végétales, ainsi que sur les niveaux de concentration en HAP dans les denrées au-delà desquels des problèmes de santé risquent de se poser. Saisine n°2000-SA-0005, avis du 29 juillet 2003, 59 pages avec annexes.

Ahsan H., Chen Y., Parvez F., Zablotska L., Argos M., Hussain I., Momotaj H., Levy D., Cheng Z., Slavkovich V., van Geen A., Howe G.R. and Graziano J.H. (2006) - Arsenic exposure from drinking water and risk of premalignant skin lesions in Bangladesh: baseline results from the Health Effects of Arsenic Longitudinal Study. Am J Epidemiol, 163, 12, 1138-1148.

ANSES (2013) - Expositions au plomb : effets sur la santé associés à des plombémies inférieures à 100 µg/L. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Janvier 2013

ATSDR - http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp

Binder, S., Sokal, D., Maughan, D. (1986) - Estimating soil ingestion: the use of tracer elements in estimating the amount of soil ingested by young children. Arch. Environ. Health, 41, 341-345.

Calabrese EJ., Stanek EJ. (1998) - Soil ingestion in children and adults : a dominant influence in

Calabrese EJ, Barnes RM, Stanek EJ, Pastides H, Gilbert CE, Veneman P, Wang X, Lasztity A, Kostecki PT. (1989) - How much soil do children ingest: an epidemiologic study. Regul Toxicol Pharmacol. 10 123-37.

Calabrese EJ, Stanek EJ, Gilbert CE, Barnes RM. (1990) - Preliminary adult soil ingestion estimates : results of a pilot study. Regul Toxicol Pharmacol. 12 88-95.

Calabrese EJ, Stanek EJ. (1991) - A guide to interpreting soil ingestion studies. II. Qualitative and quantitative evidence of soil ingestion. Regul Toxicol Pharmacol. 13 278-92.

Calabrese E., Stanek K. (1995) - Resolving intertracer inconsistencies in soil ingestion estimates, Environmental health perspectives, Vol. 103, n°5

Calabrese, E.J., Stanek, E.J., III, Pekow, P., Barnes, R.M. (1997) - Soil ingestion estimates for children residing on a superfund site. Ecotoxicol. Environ Saf, 36, 258-268.

Calabrese, E.J. and Stanek, E.J. (1998) - Soil ingestion estimation in children and adults: a dominant influence in site-specific risk assessment. ELR, New & Analysis, 28, 10660-10667.

Clausing P., Brunekreef B., Van Wijnen J.H. (1987) - A method for estimating soil ingestion by children. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 59, 73-82.

DGS (2006) - Circulaire du Ministère de la Santé et des Solidarités relative à « Modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact », référencée DGS/SD7B/2006/234 et datée du 30 mai 2006.

Doornaert B. et Pichard A. (2006) - Valeurs toxicologiques de référence : comment choisir ? Environnement Risque et Santé, 5, n°3 mai-juin.

Dor F., Denys S., Daniau C., Bellenfant G., Zeghnoun K., Dabin C., Nedellec V., Mosqueron L., Floch-Barneaud A., Mathieu A. (2009) - Exposition des enfants par ingestion de sol et de poussières contaminés : quels choix pour les évaluations de risque ? Deuxième rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués du 20 et 21 octobre 2009, Paris.

Glorennec P. (2005) - Explicitation et réduction de l'incertitude liée à l'ingestion de sol en évaluation des expositions environnementales. Environnement, Risques & Santé, Vol. 4, n°4, juillet-août 2005

Glorennec P. (2006) - Aide à la décision d'un dépistage systématique du saturnisme infantile autour des sites industriels en France, Mémoire de thèse, Université de Rennes, Faculté de médecine, 2006

Hawley JK. (1997) - Assessment of health risk from exposure to contaminated soil. Risk Analysis. 5(4) 289-302.

HSDB (Hazardous substances Data Banck)

INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. http://ineris.fr

INERIS - http://www.ineris.fr/substances/fr/

INERIS (2005) - Pratique INERIS de choix des valeurs toxicologiques de référence dans les évaluations de risques sanitaires. Le 21 mars 2006. Référence : INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01. (www.ineris.fr).

InVS et INERIS (2012) – Quantités de terre et poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants. Etat des connaissances et propositions. Guide pratique 2012.

Massie H.R. and Aiello V.R. (1984) - Excessive intake of copper: influence on longevity and cadmium accumulation in mice. Mech Ageing Dev, 26, 2-3, 195-203.

MEDD (2007) - Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. 08 février 2007. Lettre de la ministre aux préfets et 3 annexes.

Norme EN ISO 17402 (2011) - Qualité du sol. Lignes directrices pour la sélection et l'application des méthodes d'évaluation de la biodisponibilité des contaminants dans le sol et les matériaux du sol. ICS 13.080.01

Norme XP ISO/TS 17924 (2008) - Qualité du sol. Evaluation de l'exposition humaine par ingestion de sol et de matériaux du sol. Lignes directrices pour l'application et la sélection de méthodes d'extraction fondées sur le point de vue physiologique pour l'estimation de la bioaccessibilité/biodisponibilité pour l'être humain de métaux dans le sol. ICS 13.080.30

OEHHA - http://www.oehha.ca.gov/

OMS - http://www.inchem.org/

OMS (2000) - Air Quality Guidelines for Europe.World Health Organization. Copenhagen. 2nd Ed.

OMS (2008) - Guidelines for drinking-water quality. Third edition incorporating the first and second addenda. . Geneva. 3rd, vol Volume 1 - recommendations.

OMS JEFCA (2010) – Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Seventy-second meeting, Rome, 16-25 february 2010

RIVM - http://www.rivm.nl/

RIVM (2001) – Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu. Report 711701025.

RIVM (2009) – Re-evaluation of some human-toxicological maximum permissible risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu. Report 711701092/2009.

Santé Canada - http://www.hc-sc.gc.ca/index-fra.php

Stanek E.J., Calabrese E.J., Zorn M. (2001) - Biasing factors for simple soil ingestion estimates in mass balance studies of soil ingestion. Human and Ecological Risk Assessment, Vol. 7, n° 2, 329-355.

Stanek E., Calabrese E. (1995) - Daliy estimates of soil ingestion in children, Environmental Health perspectives, Vol. 103, number 3

Stanek E., Calabrese E. (2000) - Daily soil ingestion for children at Superfund site, Risk analysis, Vol. 20, n°5

Stanek, E.J., Calabrese, E.J., Zorn, M. (2001a) - Biasing factors for simple soil ingestion estimates in mass balance studies of soil ingestion. Human and Ecological Risk Assessment, 7, 329-355.

Stanek, E.J., Calabrese, E.J., Zorn, M. (2001b) - Soil ingestion distributions for monte carlo risk assessment in children. Human and Ecological Risk Assessment, 7, 357-368.

Stanek E J and Calabrese E. J. (2006) - Response to the letter to the editor. Risk Anal 26

Thompson K., Burmaster D. (1991) - Parametric distributions for soil ingestion by children, Risk analysis, Vol. 11, n°2, 1991

TPHCWG (1997) Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons, Volume 4. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Amherst: Amherst Scientific Publishers.

Tsai S.Y., Chou H.Y., The H.W., Chen C.M. and Chen C.J. (2003) - The effects of chronic arsenic exposure from drinking water on the neurobehavioral development in adolescence. Neurotoxicology, 24, 4-5, 747-753.

Tseng W.P. (1977) - Effects and dose-response relationships of skin cancer and blackfoot disease with arsenic. Environ Health Perspect, 19, 109-119.

Tseng W.P., Chu H.M., How S.W., Fong J.M., Lin C.S. and Yeh S. (1968) - Prevalence of skin cancer in an endemic area of chronic arsenicism in Taiwan. J Nat l Cancer Inst, 40, 3, 453-463.

US EPA - http://www.epa.gov/ncea/iris/search_keyword.htm

US EPA – 2008 Chikd-Specific Exposure Factors Handbook. EPA/600/R-06/96F. September 2008.

Van Holderbeke M., Cornelis C., Bierkens J, & R. Torfs (2008) - Review of the soil ingestion pathway in human exposure assessment. Study in support of the BeNeKempen project. Final report. VITO, Mol, Belgique, 195 p.

Wasserman G.A., Liu X., Parvez F., Ahsan H., Factor-Litvak P., van Geen A., Slavkovich V., Lolacono N.J., Cheng Z., Hussain I., Momotaj H. and Graziano J.H. (2004) - Water arsenic exposure and children's intellectual function in Araihazar, Bangladesh. Environ Health Perspect, 112, 13, 1329-1333.

Yadrick M.K., Kenney M.A. and Winterfeldt E.A. (1989) - Iron, copper, and zinc status: response to supplementation with zinc or zinc and iron in adult females. Am J Clin Nutr, 49, 1, 145-150.

8 LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation précise	Nb/N°pages
1	Liste des documents en possession de GEODERIS (Veyras, Chaliac, Flaviac, et géochimie) avec éléments majeurs	2 A4 4 A3
2	Description des prélèvements réalisés par l'INERIS	13 A4
3	Plan d'échantillonnage	3 A4
4	Localisation des lieux de prélèvements	2 A4 4 A3
5	Résultats des analyses chimiques, biologiques et physiques par milieux	2 A4 15 A3
6	Limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine	4 A4
7	Définition de classes de cancérogénicité Classement des substances étudiées Choix des valeurs toxicologiques de référence	17 A4

ANNEXE 1

Liste des documents en possession de GEODERIS

(Veyras, Chaliac, Flaviac, et géochimie) avec éléments majeurs (extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Veyras

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier		
8544	Veyras	février 1843	Mr Ardaillon (maître des forges)	Préfecture de l'Ardèche	2	-	Demande de construction d'un haut fourneau	Demande d'autorisation de construction d'un haut fourneau à Cheylus, commune de Flaviac. Ce haut fourneau, destiné à produire de la fonte, sera alimenté par les minerais provenant des mines de Veyras et les combustibles du bassin houiller de la Poire.		
1347/21	St Priest	10 février 1849	Préfecture de l'Ardèche	-	7	-	Attribution de la concession de St-Priest	La concession de mines de fer des communes de Veyras et St-Priest est attribuée à Mr Etienne Revol suite à sa demande du 14/08/1844. Elle s'appellera "concession de St-Priest".		
8S17/1	Veyras (nouvelle)	16 septembre 1880	L'ingénieur des mines		1	Rapport de l'ingénieur des mines	Bétonnage sans le ruisseau le Chaliot	Le 19/08/1880, le directeur des mines de fer de Veyras demande au préfet de l'Ardèche l'autorisation de bétonner le lit du Chaliot dans lequel des fentes permettent à l'eau de pénétrer dans les travaux souterrains. L'ingénieur des mines autorise ces travaux. (plan joint)		
1347/33	Veyras	22 août 1843	Préfecture de l'Ardèche	-	4	Ordonnance de concession	Demande de la concession de Veyras	Au vu des demandes des 10/10/1839 et 18/07/1847 Par Mr Ardaillon, la concession de Veyras lui est accordée, elle s'appellera "Concession de Veyras".		
1347/12	Le Lac	9 mai 1853	Ministère des travaux publics	-	5	Décret du 9 mai 1853	Attribution de la concession du Lac	La Cie des fonderies et forges de l'Horme le 30/11/1847, Mr Revol le 10/06/1850 et la Sté des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche le 26/08/1850 ont demandé l'obtention de la concession des mines de fer situées sur les communes de Privas, St-Priest et autres. Cette concession, qui s'appellera "Concession des mines de fer du Lac", leur est accordée.		
8S17/3	Veyras (nouvelle)	23 juin 1887	Cie des Fonderies et forges de l'Horme	Préfet de l'Ardèche	3	-	Demande de dépôt de déblais dans le lit de l'Ouvèze	La Cie des fonderies et forges de l'Horme demande l'autorisation de déverser dans l'Ouvèze les déblais du percement de la galerie d'écoulement permettant d'assécher les mines de fer de Veyras et du Lac. Ces déblais étaient déposés en partie à Coux et en divers endroits où des puits avaient été percés, près de l'Ouvèze.		
8S17/3	Veyras (nouvelle)	16 juillet 1887	Département de l'Ardèche Service hydraulique	-	1	Demande de la Compagnie des Fonderies et forges de l'Horme	Rapport de l'ingénieur ordinaire	La compagnie a demandé l'autorisation de déposer les déblais du percement de la galerie d'écoulement dans le lit de l'Ouvèze. L'ingénieur donne son accord avec la condition de laisser une largeur de 15m au lit de la rivière.		
8S17/3	Veyras (nouvelle)	02 décembre 1887	L'ingénieur ordinaire des mines	-	1	Demande de la Compagnie des Fonderies et forges de l'Horme	Rapport de l'ingénieur ordinaire	Lettre accompagnant les plans des dépôts.		
8S17/3	Veyras (nouvelle)	02 décembre 1887	L'ingénieur ordinaire des mines	-	7	Plans en profils	Plans des emplacement des dépôts	6 plans indiquant la localisation des déblais de puits en coupes et en profils.		
,	Veyras (nouvelle)	20 décembre 1887	Préfecture de l'Ardèche	L'ingénieur en Chef à Privas L'administrateur de la Compagnie des Forges	3	-	-	Le préfet de l'Ardèche adresse un arrêté à la compagnie des Forges l'autorisant à déverser les déblais de la galerie d'assèchement des mines de Veyras et du Lac dans l'Ouvèze		
1347/33	Veyras (nouvelle)	20 juin 1889	Préfecture de l'Ardèche	-	2	Mine de fer de Privas Galerie d'assèchement	-	La Cie des fonderies et forges de l'Horme demande l'obtention d'une déclaration d'utilité publique d'une galerie souterraine d'écoulement destinée à relier les travaux des mines de fer de Veyras à l'Ouvèze. Le Ministère donnera son accord si la Cie s'engage à indemniser les habitants qui se servent de ces eaux.		
63142	Veyras (nouvelle)	3 mars 1905	-	-	-	Canal d'écoulement des mines de Veyras		Plan du canal d'écoulement de Veyras.		
1347/33	Veyras (nouvelle)	08 octobre 1889	Ministère des travaux publics	-	4	Décret	Décret d'autorisation de construction de la galerie d'écoulement	La demande du 19/04/1887 de la Cie des fonderies et forges de l'Horme est acceptée, celle-ci a l'autorisation de construire une galerie d'écoulement reliant les mines de Veyras à l'Ouvèze en amont de Coux.		
1347/12	Fraysse	8 mars 1921	L'ingénieur des mines	-	6	Rapport de l'ingénieur des mines	Renonciation de la concession de Fraysse	Le 19/12/1918, la Sté Horme et Buire a demandé à renoncer à la concession de Frayssе, instituée par décret le 16/08/1859. L'historique de la concession mentionne le fait qu'en 1857, après le fonçage d'un puits et de 3 galeries, Mr Granger-Veyron a obtenu la concession des mines de fer du Frayssе. La couche explorée, de 1m20 de puissance, se compose de 2 bancs séparés par un nerf intermédiaire de calcaire à entroques. Le 25/09/1873, la compagnie de Terrenoire achète la mine. Après sa faillite, la concession passe, comme celles du Lac et de St-Priest, aux mains de la Sté Horme et Buire (anciennement Sté anonyme des fonderies et forges de l'Horme).		
1347/12	Frayssе	23 juillet 1921	Ministère des travaux publics	-	1	Décret	Décret de renonciation de la concession de Frayssе	Suite à la demande de renonciation de la concession de Frayssе par la Sté Horme et Buire le 19/12/1919, celle-ci est acceptée.		
	Veyras (nouvelle)	31 décembre 1924	-	-	18	-	Liste du mobilier de la mine	Ce document liste tous le mobilier de la mine dont les chaudières, cheminées, tuyaux, machines et outils etc.		
1347/33	Veyras (nouvelle)	31 mai 1939	Ingénieur des mines	-	14	Rapport de l'ingénieur des mines	Réduction de périmètre et fusion de concessions	Les Ets Lefrance ont demandé, le 10/11/1937, la réduction des périmètres des concessions du Lac et de St-Priest et la fusion des restes de ces concessions avec celle de Veyras. **Enquête administrative**: **Concession du Lac**: instituée par décret du 09/05/1853 en faveur de la Sté anonyme des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche. **Concession de St-Priest**: instituée par décret du 10/02/1849 en faveur de Mr Revol **Concession de Veyras**: instituée par ordonnance du 22/08/1843 en faveur de Mr Ardaillon. **Historique**: *cf cellules J12, J13 et J14* **Gisement**: *cf cellule K12* **Réclamation**: le 30/09/1938, des habitants de Privas font une réclamation au sujet d'une fissure souterraine au niveau du quartier du Ranc qui aboutit à la grande galerie d'écoulement des mines de Veyras, fissure par laquelle s'infiltre une grande partie du débit des eaux de l'Ouvèze.	**Historique:** les premières recherche de minerai de fer aux environs de Privas remontent à 1837, 1838 et 1839 et ne portèrent que sur des affleurements. 22/08/1843: institution de la concession des mines de fer de Veyras en faveur de Mr Ardaillon. Puis cédée à la Cie des fonderies et forges de l'Horme. 1847: fonçage des premiers puits de Veyras 09/01/1849: accord de la concession de St-Priest à Mr Revol. 09/05/1853: accord de la concession du Lac à la Cie des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche. 1854: la Cie des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche prend le bail de St-Priest ainsi que les 2 hauts-fourneaux de Mr Revol au Pouzin. Dès lors, les concessions du Lac et de St-Priest sont exploitées par les mêmes travaux. 16/08/1859: obtention de la concession de Frayssе par Mr Granger-Veyron, abandonnée peu après 1860. 25/09/1873: la Cie des fonderies et forges de Terrenoire, la Voulte et Bessèges (ancienne Cie des fonderies et forges de la Loire et de l'Ardèche) achète la concession de Frayssе. Dès lors, les concessions du Lac, de Frayssе et de St-Priest ne forment qu'un eseule exploitation.	**Gisement:** Les gisements des concessions de St-Priest, le Lac et Veyras appartiennent à une formation ferruigineuse issue d'un remaniement des fractures minéralisées préexistantes avec épanchement dans les diverses écailles secondaires charriées, les surfaces de charriage ayant servi de conduite aux eaux minéralisantes. C'est une couche hématitique appartenant probablement à la base du Bathonien au contact du Bajocien. Au mur de cette couche (qui est la seule exploitée) se trouve une couche oolithique appartenant probablement à la base du Bajocien. Le gisement affecte une forme de lentille inclinée d'une puissance de 1m80 aux affleurements. La couche hématitique est formée de 2 bancs séparés par un banc de grès silicieux. L'un des 2 bancs, qui se trouve généralement au toit, a une structure feuilletée. L'autre est agatisé et se trouve généralement au mur de la couche (mais parfois au toit ou dans la masse ferrugineuse). Il se présente sous forme de boules. Ces 2 bancs ont sensiblement la même teneur mais le minerai agatisé est un peu plus riche en fer, il contient plus de silice et le minerai feuilleté plus de chaux et d'alumine. Analyse du minerai de fer de Veyras: silice: 18 à 20% alumine: 2 à 5 chaux: 5 à 8 magnésie: 0,5 fer: 38 à 42 manganèse: 0,13 soufre: 0,1 à 0,13 phosphore: 0,1 à 0,11
1347/33	Veyras (nouvelle)	8 mars 1940	Ministère des travaux publics	-	5	Décret	Renonciation d'une partie des concessions du Lac et St-Priest et fusion de ce qui reste avec la concession de fer de Veyras	Est acceptée la renonciation d'une partie des concessions du Lac et de St-Priest par les Ets Lefranc et est autorisée la fusion de ces concessions réduites avec la concession des mines de fer de Veyras. La concession crée s'appellera "concession nouvelle de Veyras".	14/04/1880: décret autorisant la réunification des concessions du Lac, de Frayssе et de St-Priest à 22 autres. 13/07/1892: décret de réunification des concessions du Lac, de Frayssе, de St-Priest et de Veyras en faveur de la Sté anonyme des fonderies et forges de l'Horme qui possédait déjà Veyras et qui a récupéré les 3 autres suite à la faillite de la Cie de Terrenoire. 1895: absorption de la Sté de l'Horme par la Sté Horme et Buire autorisée par décret du 23/07/1920 à renoncer à la concession du Frayssе.	
1347/33	Veyras (nouvelle)	8 mars 1955	Ministère de l'industrie et du commerce	-	2	Arrêté	Arrêté de renonciation de la concession de Veyras (nouvelle)	Au vu de la demande des Ets Lefranc du 20/10/1953 (complétée le 05/01/1955), la renonciation de la concession de Veyras (nouvelle) est accordée.	1929: arrêt des hauts-fourneaux du Pouzin. 04/02/1930: les Ets Lefranc récupèrent les concessions du Lac, de St-Priest et de Veyras qui alimentèrent une usine de minium. Ils ont installé sur la commune de St-Priest, à 500m du carreau de mine, une usine de traitement de minerai de fer. Les concessions du Lac et de St-Priest sont inexploitées depuis 1925.	

Chaliac

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier				
854	Chaliac	29/06/1889	Préfecture de l'Ardèche	-	2	Extrait du registre des arrêtés du préfet	Dégagements de vapeur et de fumée	Le 8/02/1889, l'exploitant demande l'autorisation d'établir un atelier de lavage et de préparation mécanique du minerai. Les avis des ingénieurs indiquent que les dispositions prises en ce qui concerne les dégagements de vapeur et de fumée sont correctes. La compagnie a l'obligation de ne déverser dans l'Ouvèze que des eaux débarrassées de toutes boues métalliques ou impuretés provenant du lavage du minerai. La compagnie est donc autorisée à construire la laverie.				
1347/11	Chaliac	18/08/1890	Ministère des travaux publics	-	7	Décret	Attribution de la concession de Chaliac	Il est fait concession à Mr Hippolyte Radisson des mines de plomb, antimoine, zinc, cuivre, argent et autres métaux comprises dans les communes de Flaviac, St-Julien-en-St-Alban, Rompon, St-Cierge-la-Serre, St-Vincent-de-Durfort et Coux. Cette concession sera appelée concession de Chaliac. Est également autorisée la réunification de cette concession à celle de Saint-Cierge-la-Serre, institué par décret le 20/11/1888.				
AGN 27	Chaliac	18/08/1890	Ministère des travaux publics	-	7	Cahier des charges des la concession de Chaliac	-	Ce CdC concerne les limites de la concession, l'envoi des plans etc.				
AGN 37-1	Chaliac	14/01/1892	Mr Radisson	Commanditaires de la société	4	Rapport sur les mines de St-Cierge et Chaliac	Historique et chiffres	Mr Radisson résume les divers versements et leur utilisation puis résume l'historique des sites: - création de 2 laveries à vapeur - 2km de voies percées, 3690m de galeries - 2 laveries, 3 forges, 2 écuries et 1 maison - 5 chaudières à vapeur: 3 machines à vapeur fixe, 1 treuil et 1 pompe à vapeur - le filon Juliette est pauvre - l'exploitation de Flaviac ne donnant pas grand chose, du matériel a été déplacé à St-Cierge: 1 broyeur, 1 lavoir, 1 pompe, 1 treuil, des voies.				
AGN 37-2	Chaliac	01/1893	Mr Radisson	Commanditaires de la société	7	Rapport sur les travaux des mines de St-Cierge et Chaliac	Historique de 1892	A Flaviac, les fouilles ont été arrêtées. La fouille de Malleval ne doit pas être arrêtée, 60m de galeries ont été tracés, sur 31m de profondeur. Beaucoup de fouilles ont été faites à Flaviac et St-Cierge.				
AGN 38	Chaliac	05/12/1901	Préfecture de l'Ardèche	-	1	Extrait du registre des arrêtés du préfet	Construction d'un lavoir	Cet arrêté autorise la Sté Métallurgique et Minières des Cévennes à construire un lavoir à minerai sur la commune de Flaviac.				
AGN 38-3 et 4	Chaliac	?	-	-	7	Grande laverie-dépenses engagées		Liste des dépenses de construction				
AGN 72-1	Chaliac	01/01/1905	-	-	15	Registre du mois de janvier 1905	-	Liste du matériel acheté, utilisé et vendu.				
AGN 16	Chaliac	17/10/1905	Mr Bertrand Louis	Société Métallurgique et Minière des Cévennes	1	-	Autorisation de dépôt de déblais	Mr Bertrand, résidant à Flaviac, autorise la Société à faire de travaux de rechercher et mettre des déblais sur le terrain qu'il occupe à Combechaude, n°239 du cadastre (appartenant à Mme E. Belin).				
AGN 58-5	Chaliac	07/08/1908	Société Alsacienne de constructions mécaniques	-	5+1	Devis de Machine à vapeur tandem	-	Devis accompagné d'un schéma				
AGN 17	*Chaliac*	*31/12/1908*	*Propriété Pradal*	*Société Métallurgique et Minière des Cévennes*	*2*	-	*Dépôts occasionnés par la mine*	*Reçu pour dépôts occasionnés par le sable dans une propriété du bois des Champs, partie sud, enfouissement de pieds de vigne et de muriers.*				
854	Chaliac	11/03/1909	Société Métallurgique et minière des Cévennes. Mines de Flavac	-	1	-	-	Plan de la concession				
854	Chaliac	18/03/1912	Subdivisionnaire	-	5	Délibération du conseil municipal de St Julien en Saint Alban	Déversement dans la rivière Ouvèze des eaux provenant des mines de Flaviac	Le conseil municipal de Saint-Julien-en-Saint-Alban expose que les résidus et acides apportés par l'Ouvèze par les écoulements des mines de Flaviac rendent les eaux impropres aux usages domestiques, que les poissons ne peuvent y vivre malgré les alevins qui y sont relâchés et qu'elle nuit à l'industrie de la soie. Il demande à ce que l'administration prenne des mesures. Le minerai extrait subit un 1er traitement à l'usine de Flaviac, les eaux ayant servi au lavage étant ensuite déversées dans 2 grands bassins de décantation sur lesquels est épandue de la chaux pour les épurer avant d'être rejetées dans le Lagau. Le Lagau se jette ensuite dans l'Ouvèze dont le débit est 10fois supérieur. Seule l'usine de soie de Saint-Julien utilise les eaux de l'Ouvèze autrement que comme force motrice. La population en aval de Flaviac s'alimente en eau potable au moyen de puits. En 12ans de fonctionnement, aucune plainte n'a été formulée à l'encontre de la mine. La plainte concerne le fait suivant: entre le 24/12/1911 et le 16/01/1912, la mine a déversé dans le Lagau des eaux très chargées et non épurées de minerai par suite de l'ouverture accidentelle d'une poche.				
854	Chaliac	28/05/1912	Institut Pasteur de Lille	Inspecteur adjoint des eaux et forêts	1	-	Résultats d'analyses d'eaux résiduaires des mines de Flaviac	L'institut conclue que les eaux résiduaires entrainent de petites quantités de minerais qui se déposent dans le lit de la rivière mais, puisqu'il ne se dissous pas, il n'y a pas de danger pour les poissons.				
854	Chaliac	28/05/1912	Institut Pasteur de Lille	Inspecteur adjoint des eaux et forêts	1	Déversement dans l'Ouvèze, affluent du Rhône, des eaux des mines de plomb de Flaviac	Résultats d'analyses d'eaux	Les points analysés sont: - 100 m amont (A) - 100 m aval (B) - point de déversement (C) - eaux des mines (D) Ces résultats montrent que: - l'alcalinité est moins importante au niveau des points C et D que A et B - la concentration en chlorure est sensiblement la même - il n'y a pas plomb en solution au niveau de ces 4 points mais des traces de plomb en suspension aux points C et D. Il est spécifié que les graviers de l'Ouvèze contiennent du plomb				
854	Chaliac	12/06/1912	Inspecteur adjoint des eaux et forêts	-	2	Rivière Ouvèze - contamination des eaux	-	Les analyses montrent que les eaux de Chaliac ne sont pas nuisibles aux poissons et qu'aucun poisson mort n'y a été aperçu. L'inspecteur conclue que le repeuplement de St Julien en Saint Alban n'est pas nécessaire.				
854	Chaliac	03/08/1912	L'ingénieur ordinaire des mines	-	7	Délibération du conseil municipal de St Julien en Saint Alban et lettre au préfet	Déversement dans la rivière Ouvèze des eaux provenant des mines de Flaviac	La commune de Saint-Julien-en-Saint-Alban demande à ce que les eaux des mines ne soient déversées dans la rivière qu'après avoir été épurées. En 1908, le service des eaux et forêts avait demandé une analyse des eaux évacuées à l'institut Pasteur dont les résultats sont *cf cellule J25*. Suite à cette analyse, la société a fait installer un épurateur qui neutralisait l'acide sulfurique par de la chaux. Le 13/10/1908, les résultats de cet appareil donnaient: *cf cellule K25*. La conclusion est que les eaux sortant des bassin de décantation sont considérées comme débarrassées de l'acidité et du fer en solution des eaux de la mine. Elle ne contient plus que des sels alcalino-terreux. Une autre analyse, lorsque les bassins de décantation fonctionnaient, a été effectuée le 28/05/1912: *cf cellule L25*. D'après la classification du Comité consultatif d'hygiène (*cf cellule M15*), les eaux déversées dans l'Ouvèze sont mauvaises si elles ne sont pas épurées et inoffensives après épuration. Dans l'état actuel, l'eau est impropre aux usages domestiques et à l'alimentation du bétail. L'eau déversée dans l'Ouvèze ne subit plus d'épuration. Ne sachant que faire, l'intendiction de déverser dans l'Ouvèze ou la demande de travaux sur les bassins menant à la fermeture probable de la mine et le filon s'épuisant (dans environ 18mois), l'ingénieur demande l'avis du Comité départemental d'hygiène sur les mesures à prendre.	Eau de la mine: opalescente, fraichement acide, sans odeur, acidité en SO3: 0,490g/L, Fer et oxyde de fer dissous: 0,186g/L, d° en suspension: 0,868, acide sulfurique total: 0,964g/L Eau de l'Ouvèze à 100m en aval du point de déversement: opalescente, acide très faible, sans odeur, acidité en SO3: 0,034g/L, Fer et oxyde de fer dissous: 0,010g/L, d° en suspension: 0,107, acide sulfurique total: 0,217g/L.	Eau de la mine: réaction au tournesol: acide, pas d'acide libre, acidité à l'héliantine (en SO3/L): 0,122, extrait sec à 100°: 2,12, perte au rouge: 0,3, Cl⁻: 0,004, NaCl: 0,007, H2SO4: 1,027, chaux: 0,231, Fe2O3: 0,240, titre hydrotimétrique direct: 126°, d° après ébullition: 122° Eau sortant de l'épurateur: réaction au tournesol: neutre, pas d'acide libre, acidité à l'héliantine (en SO3/L): néant, extrait sec à 1°: 2,05, perte au rouge: 0,18, Cl⁻: 0,003, NaCl: 0,005, H2SO4: 1,058, chaux: 0,95, Fe2O3: 0,006, titre hydrotimétrique direct: 144°, d° après ébullition: 136°	Eau de la mine: alcalinité en CO3Ca: 55, Cl⁻: 7, extrait sec à 110°c: 438, plomb en solution: néant, plomb en suspension: traces Eau à 100m en amont du point de déversement: alcalinité en CO3Ca: 145, Cl⁻: 7, extrait sec à 110°c: 190, plomb en solution: néant, plomb en suspension: néant Eau à 100m en aval du point de déversement: alcalinité en CO3Ca: 140, Cl⁻: 6, extrait sec à 110°c: 213, plomb en solution: néant, plomb en suspension: néant Eau au point de déversement: alcalinité en CO3Ca: 60, Cl⁻: 6, extrait sec à 110°c: 450, plomb en solution: néant, plomb en suspension: traces	Eau pure: SO3/L: 2-5mg, Chlore: moins de 15mg Eau potable: SO3/L: 5-30mg, Chlore: moins de 40mg Eau suspecte: SO3/L: plus de 30mg, Chlore: 50-100mg Eau mauvaise: SO3/L: plus de 50mg, Chlore: plus de 100mg
854	Chaliac	03/08/1912	L'ingénieur ordinaire des mines	-	7	Délibération du conseil municipal de St Julien en Saint Alban et lettre au préfet	Déversement dans la rivière Ouvèze des eaux provenant des mines de Flaviac	La commune de Saint-Julien-en-Saint-Alban demande à ce que les eaux des mines ne soient déversées dans la rivière qu'après avoir été épurées. En 1908, le service des eaux et forêts avait demandé une analyse des eaux évacuées à l'institut Pasteur dont les résultats sont *cf cellule J25*. Suite à cette analyse, la société a fait installer un épurateur qui neutralisait l'acide sulfurique par de la chaux. Le 13/10/1908, les résultats de cet appareil donnaient: *cf cellule K25*. La conclusion est que les eaux sortant des bassin de décantation sont considérées comme débarrassées de l'acidité et du fer en solution des eaux de la mine. Elle ne contient plus que des sels alcalino-terreux. Une autre analyse, lorsque les bassins de décantation fonctionnaient, a été effectuée le 28/05/1912: *cf cellule L25*. D'après la classification du Comité consultatif d'hygiène (*cf cellule M15*), les eaux déversées dans l'Ouvèze sont mauvaises si elles ne sont pas épurées et inoffensives après épuration. Dans l'état actuel, l'eau est impropre aux usages domestiques et à l'alimentation du bétail. L'eau déversée dans l'Ouvèze ne subit plus d'épuration. Ne sachant que faire, l'intendiction de déverser dans l'Ouvèze ou la demande de travaux sur les bassins menant à la fermeture probable de la mine et le filon s'épuisant (dans environ 18mois), l'ingénieur demande l'avis du Comité départemental d'hygiène sur les mesures à prendre.	Eau de la mine: opalescente, fraichement acide, sans odeur, acidité en SO3: 0,490g/L, Fer et oxyde de fer dissous: 0,186g/L, d° en suspension: 0,868, acide sulfurique total: 0,964g/L Eau de l'Ouvèze à 100m en aval du point de déversement: opalescente, acide très faible, sans odeur, acidité en SO3: 0,034g/L, Fer et oxyde de fer dissous: 0,010g/L, d° en suspension: 0,107, acide sulfurique total: 0,217g/L.	Eau de la mine: réaction au tournesol: acide, pas d'acide libre, acidité à l'héliantine (en SO3/L): 0,122, extrait sec à 100°: 2,12, perte au rouge: 0,3, Cl⁻: 0,004, NaCl: 0,007, H2SO4: 1,027, chaux: 0,231, Fe2O3: 0,240, titre hydrotimétrique direct: 126°, d° après ébullition: 122° Eau sortant de l'épurateur: réaction au tournesol: neutre, pas d'acide libre, acidité à l'héliantine (en SO3/L): néant, extrait sec à 1°: 2,05, perte au rouge: 0,18, Cl⁻: 0,003, NaCl: 0,005, H2SO4: 1,058, chaux: 0,95, Fe2O3: 0,006, titre hydrotimétrique direct: 144°, d° après ébullition: 136°	Eau de la mine: alcalinité en CO3Ca: 55, Cl⁻: 7, extrait sec à 110°c: 438, plomb en solution: néant, plomb en suspension: traces Eau à 100m en amont du point de déversement: alcalinité en CO3Ca: 145, Cl⁻: 7, extrait sec à 110°c: 190, plomb en solution: néant, plomb en suspension: néant Eau à 100m en aval du point de déversement: alcalinité en CO3Ca: 140, Cl⁻: 6, extrait sec à 110°c: 213, plomb en solution: néant, plomb en suspension: néant Eau au point de déversement: alcalinité en CO3Ca: 60, Cl⁻: 6, extrait sec à 110°c: 450, plomb en solution: néant, plomb en suspension: traces	Eau pure: SO3/L: 2-5mg, Chlore: moins de 15mg Eau potable: SO3/L: 5-30mg, Chlore: moins de 40mg Eau suspecte: SO3/L: plus de 30mg, Chlore: 50-100mg Eau mauvaise: SO3/L: plus de 50mg, Chlore: plus de 100mg
854	Chaliac	12/06/1912	Inspecteur adjoint des eaux et forêts	-	2	Rivière Ouvèze - contamination des eaux	-	Les analyses montrent que les eaux de Chaliac ne sont pas nuisibles aux poissons et qu'aucun poisson mort n'y a été aperçu. L'inspecteur conclue que le repeuplement de St Julien en Saint Alban n'est pas nécessaire.				
854	Chaliac	22/12/1912	Mairie de Flaviac	-	1	Extrait du registre des délibérations du conseil municipal	Eaux de l'Ouvèze	Le conseil municipal considérant qu'aucune plainte n'a été émise par les habitants de Flaviac, décide qu'il y a lieu de laisser écouler les eaux résiduaires des mines dans les mêmes conditions que par el passé.				
854	Chaliac	22/01/1915	Habitants de Saint-Julien-en-Saint-Alban	Préfecture de l'Ardèche	2	-	Eaux de l'Ouvèze chargées en déchets	Les habitants de la commune ont émis plusieurs plaintes qui ont amené l'exploitant a prendre des mesures. Mais, depuis que les travaux sont arrêtés, les eaux sont continuellement chargées en déchets. Les habitants demande à l'administration de prendre des mesures..				
AGN 56-42	Chaliac	21/08/1917	Société Métallurgique et minière des Cévennes	-	2	Note de service		Du matériel a été vendu aux Ets Poulenc frères au Pouzin ainsi que les sables et schlamms.				
1347/11	Chaliac	20/06/1933	Ingénieur des mines	-	13	Rapport de l'ingénieur des mines	Concession de Chaliac Renonciation	Le 04/12/1931, La Cie des mines de Malons a fait une demande de renonciation des mines de plomb, antimoine, zinc, cuivre et autres métaux de la concession de Chaliac. Celle-ci, autorisée par décret le 18/08/1890 en faveur de Mr Radisson, a été rachetée pour la Sté Métallurgique et Minière des Cévennes qui l'a vendu le 22/11/1928 à la Cie des mines de Malons (décret du 05/07/1930). Le 04/12/1931, la Cie présentait sa demande de renonciation. Dans cette région se superposaient 3 concessions (Chaliac, Flaviac et la Voulte (renoncée le 26/05/1904)) car, entre le lias et l'oxfordien se trouvait le filon de fer de Privas qui renfermait, à la Chamée, du fer pyriteux, complètement indépendant des gîtes filoniens de chaliac. Les gîtes filoniens compreniaient les affleurements de la Charderie et Pargirand, les filons de Malleval et les filon juliette qui ont fait l'objet d'une exploitation ancienne (en 1854, un four servant probablement au traitement du minerai a été signalé). Les filons de Malleval ont fait l'objet d'une exploitation ancienne très importante alimentant une fonderie sur place. Le filon juliette a été exploité jusqu'en 1892. Géologie et gîtologie: les terrains sont composés de micaschistes traversés par de nombreux massifs granitiques dont le plus important est un granite porphyroïde gris, à gros éléments et qui contient le "filon de Chaliac" sur lequel ont porté les travaux de recherche les plus importants puis tous les travaux d'exploitation. Minéralisation: celle du filon juliette consistait en de la blende et de la galène dans une gangue de quartz pyriteuse. La roche encaissante est un granite à gros éléments. La composition du minerai est: zn14,8%, pb4,5%, 80g d'argent à la tonne de pb. Celle des filons de Malleval consistait en une gangue quartzeuse avec un peu de baryte et de la galène à grains fins mélangés à de la pyrite.				
1347/11	Chaliac	03/02/1934	Ministère des travaux publics	-	2	Décret	Renonciation de la concession de Chaliac	Suite à la demande en renonciation formulée par la Cie de mines de Malons le 04/12/1931, la renonciation des mines de plomb, antimoine, zinc, cuivre et autres métaux de Chaliac, est acceptée.				
854	Chaliac	09/03/1938	Maire de Flaviac	-	1	-	-	Les mines de Flaviac ne sont pas épuisées mais le matériel et les bâtiments d'exploitation n'existent plus. Il ne reste que 2 maisons.				
AGN88-4-1	Chaliac	X/04/1949	Arthur Gardette, industriel et la SMIC	-	2	-	Contrat d'exploitation d'un dépôt	Il est convenu que Mr Gardette est propriétaire des terrains comprenant des roches résiduaires (haldes et schlamms) provenant d'anciennes exploitations minières et de l'usine de traitement. La SMIC se propose de prélever des échantillons sur ces dépôts afin de voir ce qu'il peut en être tiré. Si les résultats sont satisfaisants, elle se propose de mettre en place une exploitation, éventuellement sur l'ancienne laverie.	SMIC= Société Minière et Commerciale			

Flaviac

Côte d'archivage	Concession concernée	Date	Expéditeur	Destinataire	Nb pages	Titre	Objet	Description du courrier
	Flaviac	19/08/1837	Roi de France	-	2	Ordonnance du roi	Attribution de concession	Il est fait concession, à Mr Durand Mouliné et Cie, des mines de fer sulfuré propres à la fabrication de couperose des territoires de Flaviac et Coux qui s'appellera Concession de Flaviac
1347/21	Flaviac	29/08/1837	Préfecture de l'Ardèche	-	12	Ordonnance du roi	Attribution de la concession de Flaviac	Il est fait concession à Mm Durand Mouliné ainé et Cie des mines propres à la fabrication de couperose des communes de Flaviac et Coux au vu des demandes des 29/08/1835 et 26/02/1836.
1347/21	Flaviac	05/10/1846	Ingénieur des mines	-	2	PV de visite à la mine de couperose de Flaviac	Inondation des galeries	Le jour de visite, l'entrée de la galerie était bouchée par des débris provenant des galeries et emportée par les eaux depuis la MCO à cause de la grande inondation qui a eu lieu.
1347/21	Flaviac	04/08/1852	Ingénieur des mines	-	1	PV de visite	-	La visite du 2/08/1852 a montré que les travaux des mines de fer de la Chamée et de pyrite de Flaviac se font ensemble, par le même entrepreneur qui vend à l'usine de la Chamée la pyrite extraite avec le minerai de fer. La pyrite est extraite seulement en travaux à ciel ouvert et en petites quantités, la fabrication de couperose est toujours très faible.
	Flaviac	20/05/1862	-	-	1	Exploitation de Chamée		Plan de la concession
63J36	Flaviac	-	-	-	1	Usine de Minium	-	Usine de minium
63J38	Flaviac	-	-	-	12	-	-	Plans de la concession de la Chamée
63J32	Flaviac	-	-	-	1	Usine de Minium de Veyras		Plan de l'usine de minium
1347/21	Flaviac	12/11/1903	Préfecture de l'Ardèche	-	11	Demande en renonciation	Renonciation de la concession de La Voulte	Le 31/08/1902, la société nouvelle des Ets de l'Horme et de la Buire a demandé la renonciation de la concession de La Voulte. Un historique est dressé, lequel mentionne un décret du 13/07/1892 qui autorise la Cie des fonderies et forges de l'Horme à réunir les 5 concessions de mines de fer de la Voulte, de Veyras, de Saint-Priest, du Lac et de Fraysse acquises le 24/02/1890. La concession de la Voulte renferme 2 gisements distincts dont celui de la Chamée qui n'a pas donné lieu à des exploitations étendues. Ce rapport contient un projet de décret de la renonciation.
1347/21	Flaviac	24/03/1939	Ministère de travaux publics	-	3	Arrêté	Arrêté d'annulation de l'exploitation de la pyrite de Flaviac.	La concession des mines de pyrite de Flaviac institué le 29/08/1837 et appartenant à l'état, est annulée.

Géochimie

Commune	Nom rapport	Date		
			Hydrogéologie	Géologie
Privas	Rapport géologique sur les divers captages utilisés par la ville de Privas et sur les possibilités d'amélioration	10 décembre 1943	Etude du massif du Coiron (hors zone)	
Privas	Rapport géologique concernant le projet d'adduction complémentaire en eau potable de la vilel de Privas	14 mars 1959		
Coux	Rapport géologique sur le projet d'agrandissement du cimetière de Coux	25 mars 1975	Il existe une nappe supérieur des calcaires ou au contact des calcaires et des argiles (un puits privé y pompe).	Bajocien: calcaire gris-noir à patine brune finement lité et recouvert d'une couche de cailloutis cryoclastiques. Argiles sèches (0,8m) et argiles grasses de décalcification (1m)
Coux	Rapport géologique sur le projet de captage de la source d'Onclaire, Coux	27 mars 1975	Trias: l'eau circule dans les couches gréseuses et est arrêtée par les argiles au sommet desquelles se produisent des émergences Lias: série calcaro-gréseuses, l'eau s'infiltre Jurassique moy: l'eau s'infiltre dans les calcaires karstifiés	La région appartient au Vivarais, elle est une zone de transition entre les plateaux du haut-vivarais à l'ouest et la vallée de Rhône à l'est. Les terrains rencontrés, consitués de nombreuses fractures (SSW-NNE) et de direction NE-SW, sont, du plus ancien au plus récent: - Trias et Lias, constituant des collines au pied du Vivarais; - Bande de terrains callovo-oxfordiens donnant une dépression marneuse; - Bande de jurassique sup constituant de vastes plateaux calcaires; - Au SE se développe le crétacé inf, marneux.
Flaviac	Rapport géologique sur l'aménagement d'une décharge publique contrôlée	25 octobre 1977	Au NE de Flaviac (entre la Grange et la Charderie), pas de nappe phréatique, Flaviac est alimenté est eau potable par adduction.	Le jurassique moy et sup s'étage parallèllement à l'Ouvèze, de Privas au Pouzin, depuis le nord de Flaviac jusqu'à Chomérac.
Le Pouzin	Rapport géologique sur l'aménagement d'une décharge publique contrôlée	6 octobre 1978	Au niveau de la terrasse concernée, se trouve une nappe phréatique alluviale, liée à l'écoulement du Rhône.	La région du Pouzin s'appuie contre la bordure secondaire du Massif Central. L'ouest est formé de calcaires et marnes du créatacé inf. fortement entaillés par le Rhône et des terrasses alluviales se sont formées.

ANNEXE 2
Description des prélèvements réalisés par l'INERIS

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
Prélèvements du 17 juillet 2012			
CHA-S-01-0-2-A	0 à 2 cm, composite sur une surface de 1 m2	Sable fin blanc avec quelques gravillons en surface	Même emplacement que le point NITON n°3 de 0 à 10 cm ; référence INERIS 12AV084
CHA-S-01-0-2-B	0 à 2 cm, composite sur une surface de 1 m2	Sable fin blanc avec quelques gravillons en surface	référence INERIS 12AV086
CHA-S-02-0-2	0 à 2 cm	Couleur marron, induré en surface mais friable et sous 2 cm de profondeur plus marneux	Même emplacement que le point NITON n°4 ; référence INERIS 12AV088
CHA-S-03-0-2	0 à 2 cm, composite de 3 points alignés, à une distance de 2 et 3 m		Même emplacement que le point NITON n°5
CHA-S-04-0-10	0 à 10 cm, au sommet de la crête du dépôt majeur, côté est	sable très fin, blanc, avec en surface des gravillons	Même emplacement que le point NITON n°6 ; référence INERIS 12AV090
CHA-S-05-0-10	0 à 10 cm	Sable fin beige, même texture de 0 à 2 cm et de 0 à 10 cm	référence INERIS 12AV092
CHA-S-07-0-10	0 à 10 cm	Sable ocre, induré en surface, gravier en surface	Même emplacement que point NITON n°7 ; référence INERIS 12AV094
CHA-S-10-0-2 et 0-15	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) et 0 à 15 cm (prélèvement avec pioche en raison de la présence de racines ; composite de 3 points en triangle (3 m sur 1.5 m sur 1.5 m)	Terre brune sèche du champ d'herbes d'une quinzaine de cm, avec quelques trèfles, zone située en contrebas du dépôt majeur, côté sud- ouest	Référence INERIS 12AV096 pour 0 à 15 cm

Milieux/matrices	**Type de prélèvements**	**Eléments descriptifs**	**Remarques**
Prélèvements de sol			
CHA-S-11-0-2 et 0-15	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) et 0 à 15 cm (prélèvement avec pioche en raison de la présence de racines) ;	Terre brune sèche du champ d'herbes d'une quinzaine de cm, avec quelques trèfles, zone située en contrebas du dépôt majeur, côté sud- ouest	
CHA-S-12-0-2 et 0-15 (également P-1 Herbe	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) et 0 à 15 cm, composite de la zone	Terre plus marron et sableuse que les points 10 et 11, dans zone sans végétation avec odeur de type hydrocarbures (zone d'une surface de l'ordre de 7 m sur 7 m), en contrebas du dépôt majeur, côté sud- ouest	
CHA-S-13-0-2 et 0-15 (en lien avec P-3 Herbe)	0 à 2 cm (prélèvement avec pelle manuelle) et 0 à 15 cm (prélèvement avec pioche en raison de la présence de racines) ; composite de 4 points, sommets d'un triangle et point central (pris coordonnées GPS des 3 sommets)	Terre brune sèche du champ d'herbes d'une quinzaine de cm, avec quelques trèfles, zone située en contrebas du dépôt majeur, côté sud-est, en bordure arbres avec mirabelles sauvages et mûres sauvages ; passage d'un coureur remontant le long du tas de résidus majeur ; « bouffées » avec odeurs de type hydrocarbures dans l'air	Même emplacement que le point NITON dont le central NITON n°13

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
Prélèvements du 18 juillet 2012			
CHA-SO-J-1-0-30	de 0 à 30 cm	Terre de jardin, dans une rangée sans légume (très peu de légumes disponibles, raison pour laquelle aucun prélèvement de végétaux n'y a été réalisé) ; utilisation de fumier de brebis, propriétaire de son jardin depuis 30 ans, jardin arrosé avec de l'eau du cours d'eau ; le propriétaire a mentionné qu'il y a plus de 40 ans, les arrosoirs servant à arroser le jardin avec de l'eau du cours d'eau étaient percés	
ST-J-SO-J-1-H	de 0 à 30 cm	Terre de jardin dans le parterre avec salade en bordure de la maison de Monsieur Souche ; propriétaire depuis 1972	
ST-J-SO-J-1-M	de 0 à 30 cm, composite dans la parcelle	Terre de jardin dans la parcelle de pomme de terre de Monsieur S. ; utilisation de fumier de mouton de Saint-Cyr-des-Micheaux, de la Serre ; il a toujours arrosé avec de l'eau du cours d'eau situé en contrebas	Référence INERIS 12AV078

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
ST-J-SO-J-1-B	de 0 à 30 cm, composite dans la parcelle	Terre de jardin de la parcelle du bas avec de nombreux légumes, cette parcelle n'a jamais été inondée par le cours d'eau	Référence INERIS 12AV080
ST-J-SO-J-2	de 0 à 30 cm	En plein milieu du jardin où des légumes venaient juste d'être enlevés, terre brune de jardin avec fumier, absence de tuyau pompant de l'eau dans le cours d'eau	
CHA-SO-15-0-2 et 0-10	de 0 à 2 et à 10 cm, Composite de deux points séparés de 20 m	Remblais (odeur de terre)	
CHA-SO-16-0-2 et 0-10	de 0 à 2 et à 10 cm, Composite de deux points séparés de 2 m	De 0 à 2 cm : terre brune légèrement sableuse ; de 0 à 10 cm, terre brune, ocre avec plus de graviers	Proche du point NITON
CHA-SO-17-10-15	de 10 à 15 cm ;	Terre ocre, un peu sableuse (mélange avec la zone plus jaune)	
CHA-SO-18-0-2 et 0-10	de 0 à 2 et à 10 cm ; composite de trois points, dans un triangle entourant le banc	De 0 à 2 cm : sol sableux brun clair, peu de terre végétale, quelques gravillons.	
CHA-SO-19-2-5	de 2 à 5 cm	Sol argileux de couleur ardoise, sous 2 cm de terre végétale, sans odeur, à proximité du tas ocre argileux	

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
CHA-SO-20-5-10	De 5 à 10 cm	Sol argileux de couleur ardoise, passées plus claires et d'autres plus foncées, avec odeurs de type hydrocarbures	
CHA-SO-21-0-2	De 0 à 2 cm	Sable blanc très fin, avec horizon induré en surface, très fin	
Prélèvement du 19 juillet 2012			
CHA-SO-J-2-0-30	De 0 à 30 cm	Terre du jardin de Monsieur P.	
CHA-SO-51-0-2	De 0 à 2 cm	Terre marron avec quelques graviers et cailloux à un mètre du muret en bordure du cours d'eau (Lagau)	Même emplacement que le NITON n°29
CHA-SO-52-0-2 et 0-10	De 0 à 2 et de 0 à 10 cm, composite de 2 points	Au droit du tas de résidus, côté cours d'eau ; de 0 à 2 cm : sable très fin ocre, à 2 cm début d'une passée argileuse verdâtre ; de 0 à 10 cm : plus de passées argileuses et de sable très fin ocre. Traces de passages de vélo et motos	Proche des points NITON n°37 et 38. Référence INERIS 12AV069 (de 0 à 2 cm ; 12AV077 de 0 à 10 cm)
CHA-SO-53-0-2	De 0 à 2 cm	Sable très fin ocre, sur le replat central du tas de résidus	

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
CHA-SO-J-54-0-30	De 0 à 30 cm	Terre végétale du jardin en bordure du muret, proche de la rangée de poireaux, correspondant à la terrasse n°1 ; jardin arrosé avec de l'eau d'une source captée en altitude via un tuyau long de 600 m ; utilisation de fumier de Lama ; il possède plusieurs Lama broutant dans les prairies sous sa maison depuis 3 ans et avant peut être utilisation d'engrais ? de sang séché ?	
CHA-SO-P-55-0-2 et 2-10	De 0 à 2 cm et de 2 à 10 cm	Sol de la prairie, zone située dans la 4ème terrasse sous la maison, juste après le poteau électrique, à un mètre de la clôture	
CHA-SO-P-56-0-2 et 2-10	De 0 à 2 cm et de 2 à 10 cm	Sol de la prairie, zone située dans la 5ème terrasse sous la maison, dans la partie non boisée	
CHA-SO-57-0-2 et 0-10	De 0 à 2 cm et de 0 à 10 cm	Terre végétale brune, non sableuse, juste devant le muret dans le virage, devant les bassins, une vieille personne avec un jeune enfant étaient assis sur le muret	
CHA-SO-58-0-2	De 0 à 2 cm, composite de deux points séparés de 5 m	Terre marron clair avec un peu de sable fin (altération du massif affleurant à proximité), le long du chemin à l'est de la zone avec les roseaux	

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
CHA-SO-59-0-2 et 0-10	De 0 à 2 cm et de 0 à 10 cm, composite de 2 points séparés de 1 m	Sol limoneux brun clair, mais limoneux en profondeur, proche du coin du dernier bassin, en face du muret le long du Lagau	
Prélèvement du 20 juillet 2012			
FLA-SO-10-0-2 et 2-10	De 0 à 2 cm et de 2 à 10 cm, composite de 2 points séparés de 2 m	Terre végétale en bordure du chemin dans le talus à 3 m, chemin situé au dessus de la maison avec la galerie	
FLA-SO-1-0-2	De 0 à 2 cm	Devant la terrasse nord et est de la maison (sous 2 cm : présence de remblais, de graviers, de cailloux, de ciment)	
FLA-SO-2-0-2 et 0-10	De 0 à 2 et de 0 à 10 cm, composite de 2 points (l'un proche du coin de la ruine de l'ancienne usine de minium et l'autre de l'autre côté du chemin après les ruines à 2 m du mur)	De 0 à 2 : terre marron, un peu sableuse ; de 0 à 10 cm, quelques petites passées de blocs de couleur ocre rouille avec sable très fin	
FLA-SO-11-0-2	De 0 à 2 cm	Terre marron, au bord du chemin dans la forêt, partant du virage avec parking (383 sur carte topo)	

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvements de sol			
FLA-SO-12-0-2 et 2-10	De 0 à 2 cm et de 2 à 10 cm	Terre marron, juste sous le figuier dans la prairie juste au dessus du jardin, soit la première terrasse sous la route ; 2 à 10 cm, terre plus ocre rouille avec sable très fin ; locataire Monsieur J. C.	
FLA-So-J-1-0-30	De 0 à 30 cm	Terre végétale du jardin, au droit d'un parterre à nu entre les haricots et devant les salades (absence de légumes en quantité suffisante n'ayant pas conduit à leur prélèvement) ; arrosage avec de l'eau de la source captée sous la route qui a fait l'objet d'un prélèvement	
Prélèvement de sédiments			
St-J-SE-1	Dépôt en bordure du cours d'eau, très fin et quelques gravillons	Présence d'enfants dans l'eau juste à proximité ainsi que d'adultes ayant installé leur transat dans l'eau. D'après Monsieur S. (propriété à proximité et jardin en terrasse jusqu'au cours d'eau), les enfants se laissent glisser sur le fond du cours d'eau et sont donc en contact avec les sédiments	

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvement de végétaux			
Prélèvements du 18 juillet 2012			
ST-J-VE-J-1-H-laitue	2 laitues	Dans le parterre avec salade en bordure de la maison de Monsieur S.	
ST-J-VE-J-1-M-pomme de terre	5 pommes de terre (sac GEODERIS (4 pommes de terre pour le sac INERIS)		Référence INERIS 12AV93
ST-J-VE-J-1-B- branches vertes de blettes et tiges de blettes, persil, carottes, choux vert, aubergines blanche	6 blettes, 6 carottes, 1 choux vert, une aubergines blanches		
Prélèvements du 19 juillet 2012			
CHA-VE-P-1-herbes	Herbes de prairie	Dans la prairie en contrebas du dépôt majeur, au sud ouest, prélèvement d'herbes sur une zone d'un mètre, en bordure de la zone non végétalisée (cf. CHA-SO-12)	
CHA-VE-P-2-herbes	Herbes de prairies	Prélèvement dans la prairie, dans la zone composite des 3 points de prélèvements de sol en triangle	Référence INERIS 12AV071
CHA-VE-P-3-herbes	Herbes de prairie	Dans la prairie en contrebas du dépôt majeur, au sud est, prélèvement d'herbe dans la zone proche des arbres avec des mirabelles sauvages et du point composite CHA-SO-13	Référence INERIS 12AV073

Milieux/matrices	Type de prélèvements	Eléments descriptifs	Remarques
Prélèvement de végétaux			
Prélèvements du 19 juillet 2012			
CHA-VE-P-3-mirabelles	Mirabelles sauvages	Dans la prairie en contrebas du dépôt majeur, au sud est, et dans la zone du prélèvement de sols CHA-SO-13	Référence INERIS 12AV075
CHA-VE-J-2-carottes, blettes, pommes de terre	Carottes, blettes, pommes de terre déjà ramassées par le propriétaire	Jardin de Monsieur P., jardin depuis 1970, avec fumier de brebis ; jardin arrosé avec l'eau du Lagau en contrebas	
CHA-VE-P-5-herbes	Herbes de prairie	Propriété de Monsieur X. située au nord du dépôt majeur ; herbes prélevées dans la 5ème terrasse en contrebas de la maison (cf. CHA-SO-56 pour le sol)	
Prélèvement d'eau			
Prélèvement du 18 juillet 2012			
ST-J-E-1	Eau dans le cours d'eau	Caractéristiques reprises dans le tableau général des résultats (pH, …)	
CHA-E51	Eau dans le bac recueillant l'eau pour l'arrosage du jardin (CHA-SO-J-1)	Caractéristiques reprises dans le tableau général des résultats (pH, …)	
CHA-E-52	Eau de source située en altitude	Prélèvement en sortie du tuyau d'une longueur de 600 m à l'arrière de la maison de Monsieur X.	

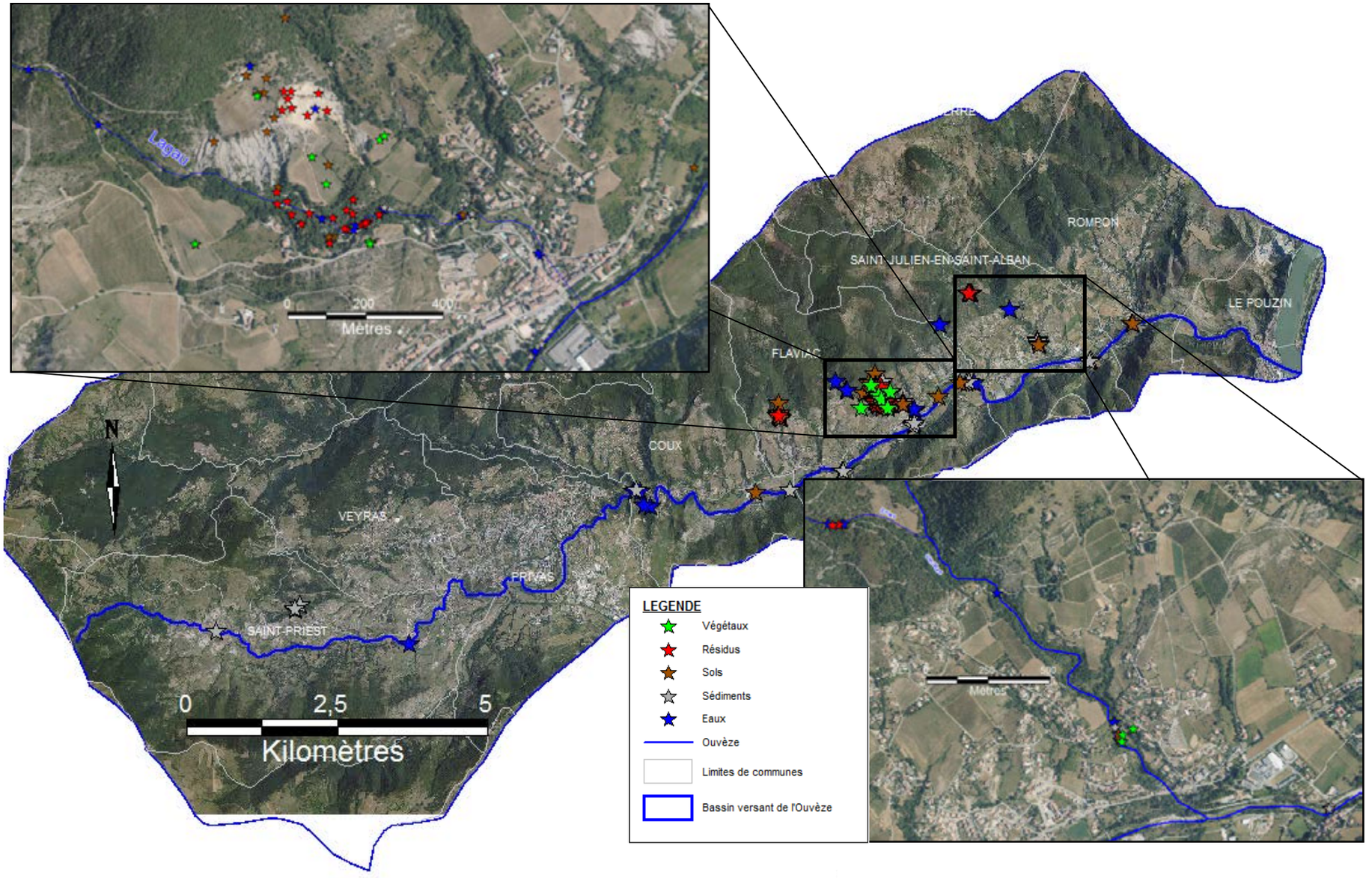
Site Ouvèze (DRC 130683)

Référence et coordonnées des points de prélèvement réalisés par l'INERIS lors de la mission de juillet 2012

version V02 (des points ont été replacés manuellement lors de l'élaboration de certaines cartes avec GEODERIS)

ZONE	matrice	référence du point	données GPS INERIS							
Chaliac			**COMMENT - référence du point**	**GPS_HEIGHT**	**VERT_PREC**	**HORZ_PREC**	**STD_DEV**	**LATITUDE**	**LONGITUDE**	**POINT_ID**
	sol	CHA_so-1-0-2-a	CHA_so-1	225.952	0.5	0.5	0.313364	44.751159722	4.665811101	1
	sol	CHA_so-1-0-2-b								
	sol	CHA_so-2-0-2	CHA_so	225.695	0.6	0.6	13.1618	44.751115051	4.665734208	2
	sol	CHA_so-3	CHA_so-3	233.820	0.5	0.5	0.281303	44.751605907	4.665879506	3
	sol	CHA_so-4-0-10	CHA_so-4	235.399	0.5	0.5	0.127026	44.751595880	4.666093790	4
	sol	CHA_so-5-0-10	CHA_so-5	235.282	0.4	0.4	0.220622	44.751362755	4.665987764	5
	sol	CHA_so-6	CHA_so-6	234.472	0.5	0.5	9.29849	44.751286854	4.666048944	6
	sol	CHA_so-7-0-10	CHA_so-7	214.320	0.5	0.5	0.376401	44.751049626	4.666640479	7
	sol	CHA_so-8	CHA_so-8	210.283	0.7	0.5	0.198832	44.751539247	4.667020206	8
	sol	CHA_so-9	CHA_so-9	203.986	0.5	0.5	0.284964	44.751125163	4.667281047	9
	sol	CHA_so-10-0-2	CHA_so-10	201.970	0.6	0.5	0.315594	44.750077295	4.666733283	10
	sol	CHA_so-10-0-15								
	sol	CHA_so-11-0-2	CHA_so-11	196.411	0.6	0.5	0.242826	44.749895216	4.667270354	11
	sol	CHA_so-11-0-15								
	sol	CHA_so-12-0-2	CHA_so-12	193.738	0.5	0.4	0.178343	44.749450392	4.667187850	12
	sol	CHA_so-12-0-15								
	herbes prairies	CHA_ve-P-1								
	sol	CHA_so-13-0-2	CHA_so-13	190.520	0.6	0.6	0.195846	44.750448166	4.668976373	13
		CHA_so-13-0-15								
	sol	CHA_so-13a	CHA_so-13a	193.580	0.5	0.5	0.326119	44.750531451	4.668738143	14
	sol	CHA_so-13b	CHA_so-13b	187.342	0.7	0.6	0.286918	44.750698650	4.669174091	15
	sol	CHA_so-13c	CHA_so-13c	191.647	0.5	0.5	0.319156	44.750255346	4.668810064	16
	herbes prairies	CHA_ve-P-2								
	herbes prairies	CHA_ve-P-3								
	végétaux sauvages	CHA_ve-P-3_mirabelles								
	sol	CHA_so-15a-0-2	CHA_so-15a	181.530	0.8	0.5	0.356775	44.749170501	4.666004588	17
	sol	CHA_so-15a-0-10								
	sol	CHA_so-15b-0-2	CHA_so-15b	181.952	0.9	0.6	1.6367	44.749009091	4.665880639	18
	sol	CHA_so-15b-0-10								
	sol	CHA_so-16-0-2	CHA_so-16	184.975	0.9	0.7	0.097109	44.748560876	4.666320150	20
	sol	CHA_so-16-0-10								
	sol	CHA_so-17-10-15	CHA_so-17	182.186	0.8	0.6	0.921099	44.748785603	4.666059181	21
	sol	CHA_so-18_0-2	CHA_so-18	164.049	1.0	0.7	1.26597	44.748580366	4.668533251	22
	sol	CHA_so-18_0-10								
	sol	CHA_so-19_2-5	CHA_so-19	166.528	0.5	0.5	0.25829	44.748462638	4.668282934	23
	sol	CHA_so-20_5-10	CHA_so-20	165.680	0.9	0.7	0.394073	44.748553672	4.668379307	24
	sol	CHA_so-21_0-2	CHA_so-21	170.510	0.7	0.7	0.973156	44.748572887	4.668473606	25
	eau	CHA_e-1	CHA_e-1	180.529	1.3	0.7	0.729251	44.748519658	4.666298031	19
	sol	CHA_so-J-1-0-30								
	eau	CHA-E-51								
	sol	CHA_so-J-2-0-30								
	végétaux potager	CHA_VE-J-2_blette (feuiles, tiges), carottes, pommes de terre	CHA_VE-J-2							
	herbes de prairie	CHA_VE-P-1	CHA_VE-P-1							
	herbes de prairie	CHA_VE-P-5	CHA_VE-P-5							
	sol	CHA_so-51-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, correspond au point NITON n°29							
	sol	CHA_so-52-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, composite comportant les points Niton 37, 38							
	sol	CHA_so-52-0-10	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, composite comportant les points Niton 37, 38							
	sol	CHA_so-53-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, à proximité du composite CHA_so-52 comportant les points Niton 37, 38							
	sol	CHA_so-J-54-0-30	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, jardin, soit la 1ère terrasse supérieure, en bordure du muret derrière la maison							
		CHA-e-52								
	sol	CHA_so-J-55-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans prairie, soit la 4ème terrasse (la 1ère étant le jardin)							
	sol	CHA_so-J-55-2-10	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans prairie, soit la 4ème terrasse (la 1ère étant le jardin), 1er piquet après le poteau électrique dans prairie							
	sol	CHA_so-J-56-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans prairie, soit la 5ème terrasse, dans la partie non boisée (la 1ère étant le jardin)							
	sol	CHA_so-J-56-2-10	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans prairie, soit la 5ème terrasse, dans la partie non boisée (la 1ère étant le jardin)							
	herbes de prairie	CHA-VE-P-5_herbes								
	sol	CHA_so-57-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans le virage entre S04 et S06, 1 m devant le muret, cf. enfant et adulte assis sur le muret							
	sol	CHA_so-57-0-10	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans le virage entre S04 et S06, 1 m devant le muret, cf. enfant et adulte assis sur le muret							
	sol	CHA_so-58-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, coordonnées prises par Julie, composite le long du chemin allant vers le tas principal et bordant le bassin avec les roseaux							
	sol	CHA_so-59-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans le dernier petit bassin face au muret							
	sol	CHA_so-59-0-10	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS, dans le dernier petit bassin face au muret							
	sol	CHA_so-J-59-0-2	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS,							
	sol	CHA_so-J-59-0-10	pas coordonnées GPS, journée avec GPS HS,							
Saint-Julien-en-Saint-Alban										
	sol	St-J_so-j-1-B_0-30	St-J_so-j-1-B	130.041	1.2	0.9	0.626555	44.757260430	4.700745246	2
	végétaux potager	St-J_so-j-1-B_blettes (feuilles et tiges), persil, carottes, choux vert, aubergine blanche								
	sol	St-J_so-j-1-M_0-30	St-J_so-j-1-M	144.631	1.0	1.2	1.70417	44.757872863	4.700905499	4
	végétaux potager	St-J_so-j-1-M_pomme de terre								
	sol	St-J_so-j-1-H_0-30	pas prie de coordonnées GPS, car cette terrasse est juste derrière la maison, cf. carte							
	végétaux potager	St-J_so-j-1-H_laitue								
	eau	St-J_j-e-1	St-J_j-e-1	126.734	1.0	0.7	0.435897	44.757308819	4.700582726	3
	sédiment	St-J-se-1								
		St-J-so-J-2_0-30								
Flaviac, La Chamée										
	sol	FLA_so-10-0-2	FLA_so-10	280.924	0.6	0.5	0.180161	44.747705831	4.645550690	1
	sol	FLA_so-10-2-10								
	sol	FLA_so-2-0-2	FLA_so-2	268.344	0.5	0.5	0.412693	44.747307484	4.645028950	2
	sol	FLA_so-2-0-10								
	sol	FLA_so-1-0-2	FLA_so-1	268.612	0.7	0.5	0.653283	44.747416764	4.645304589	3
	sol	FLA_so-11-0-2	FLA_so-11	351.391	0.8	0.6	1.2411	44.749154986	4.645536418	4
	sol	FLA_so-12-0-2	FLA_so-12	260.653	0.5	0.5	0.228664	44.746848724	4.646024014	5
	sol	FLA_so-12-2-10								
	sol	FLA_so-j-1-0-30	FLA_so-j-1	256.301	0.6	0.6	0.099074	44.746992025	4.645703778	6

ANNEXE 3
Plan d'échantillonnage
(extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)


Legau
0
200
400
Mètres
ROMPON
SAINT-JULIEN-EN-SAINT-ALBAN
LE POUZIN
FLAVIAC
COUX
VEYRAS
PRIVAS
SAINT-PRIEST
N
0
2,5
5
Kilomètres
LEGENDE
Végétaux
Résidus
Sols
Sédiments
Eaux
Ouvèze
Limites de communes
Bassin versant de l'Ouvèze
Mètres

ANNEXE 4
Localisation des lieux de prélèvement

Figure 1 :

Localisation des points de prélèvement de sol et de végétaux de la concession de Chaliac (zones des bassins, dépôts et laveries) (hors point NITON)

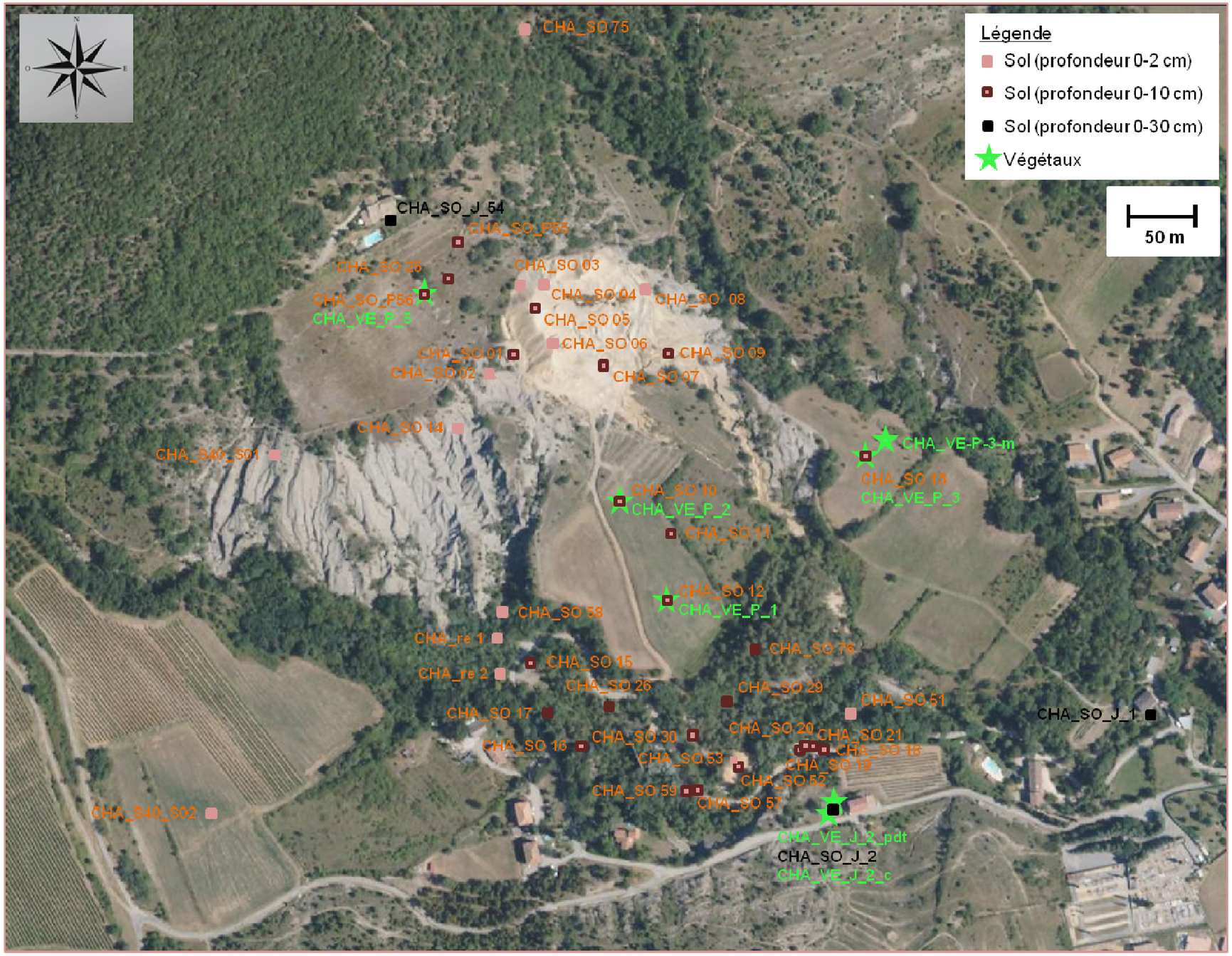


Figure 2 :

Localisation des points de prélèvement d'eau et de sédiment du Lagau, concession de Chaliac (zones des bassins, dépôts et laveries)

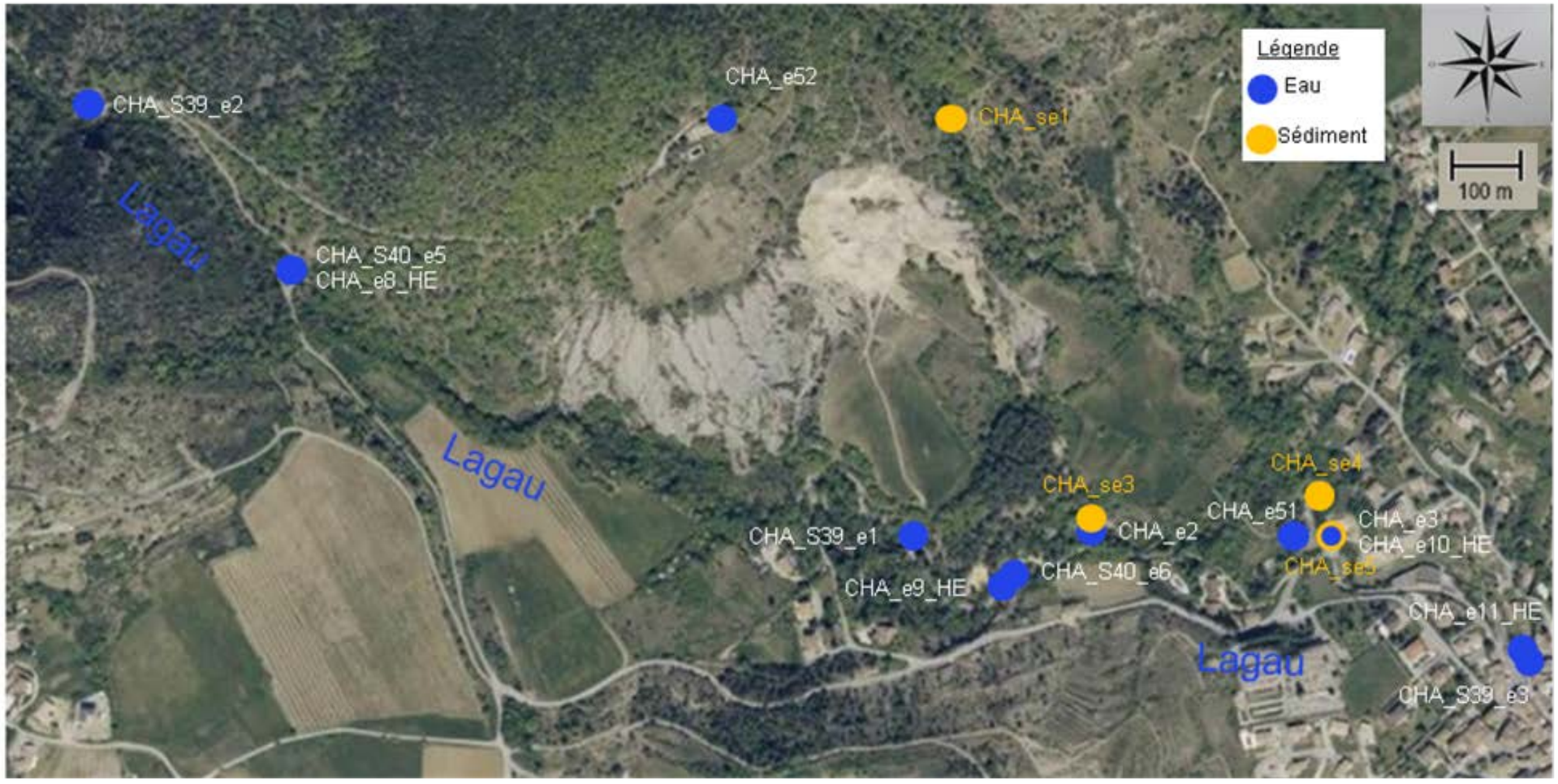
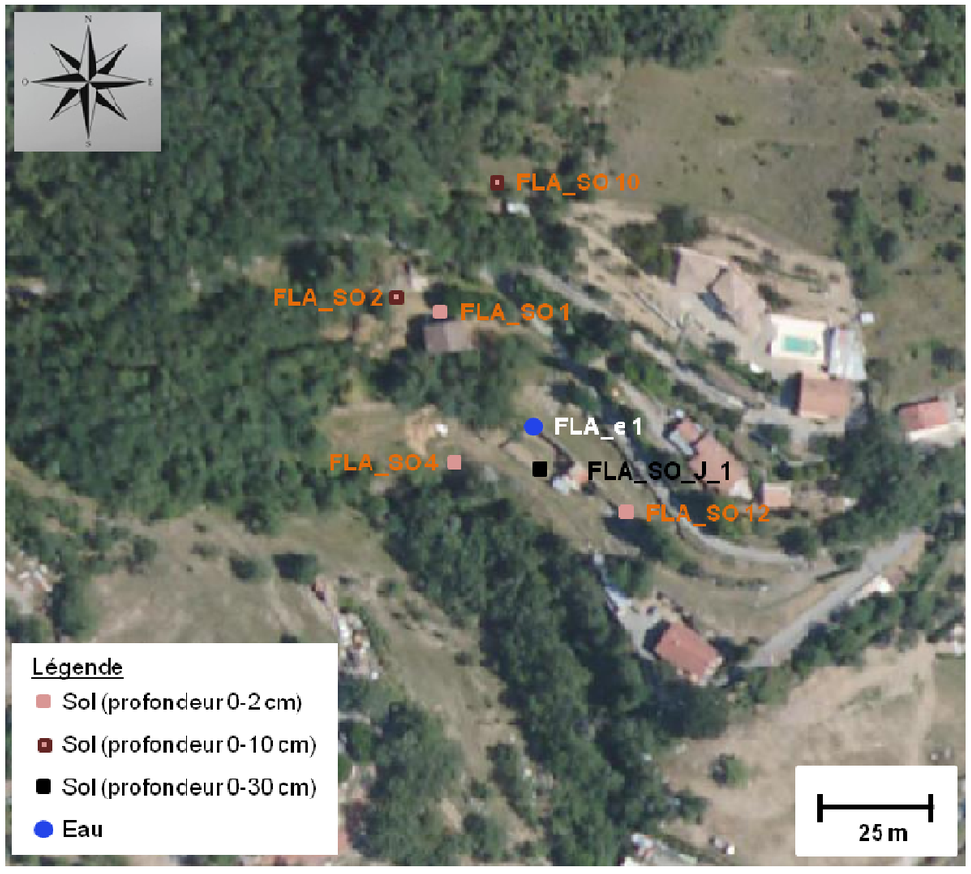


Figure 3 :	Figure 4 :
Localisation des points de prélèvement de sol et d'eau de la zone de Flaviac Chamée (hors point NITON)	Localisation des points de prélèvement de sol, eau, sédiment et de végétaux de la zone de Saint-Julien-en Saint-Alban (hors point NITON)



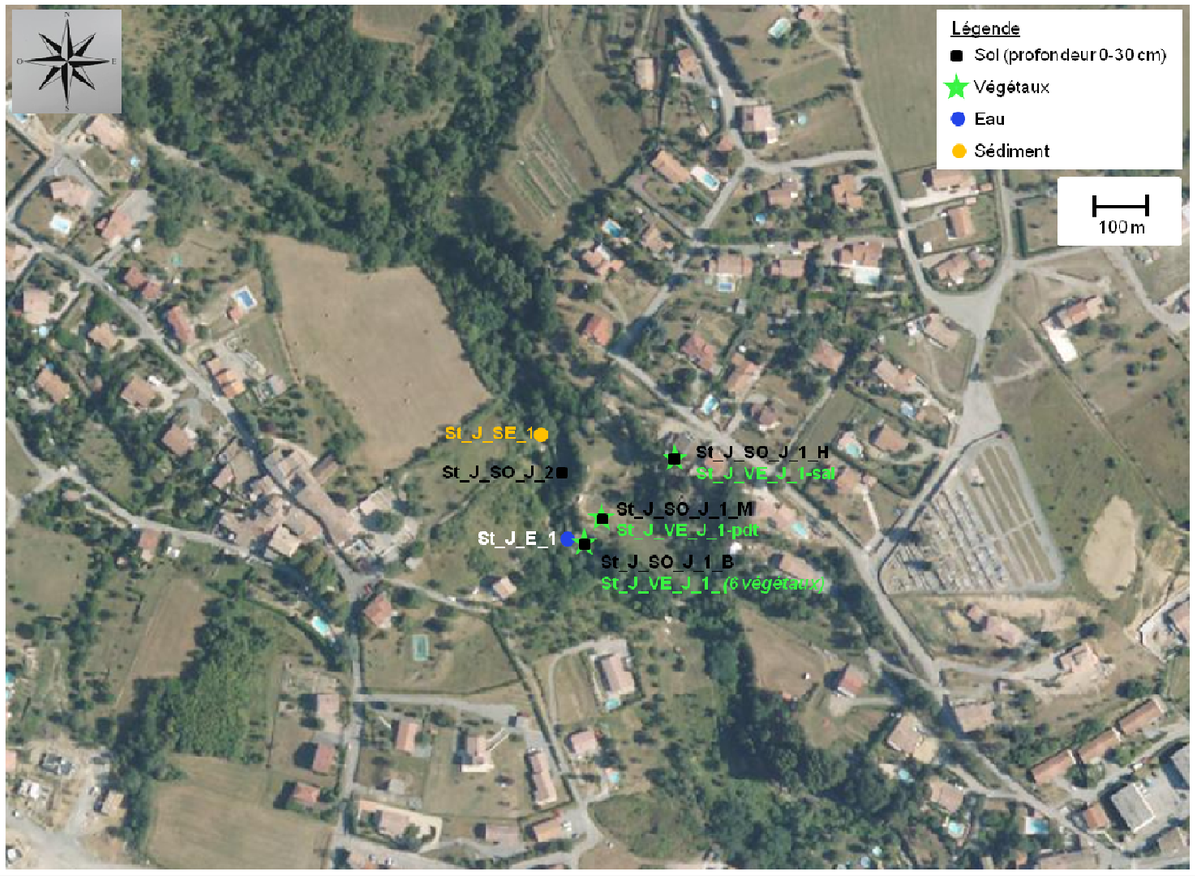
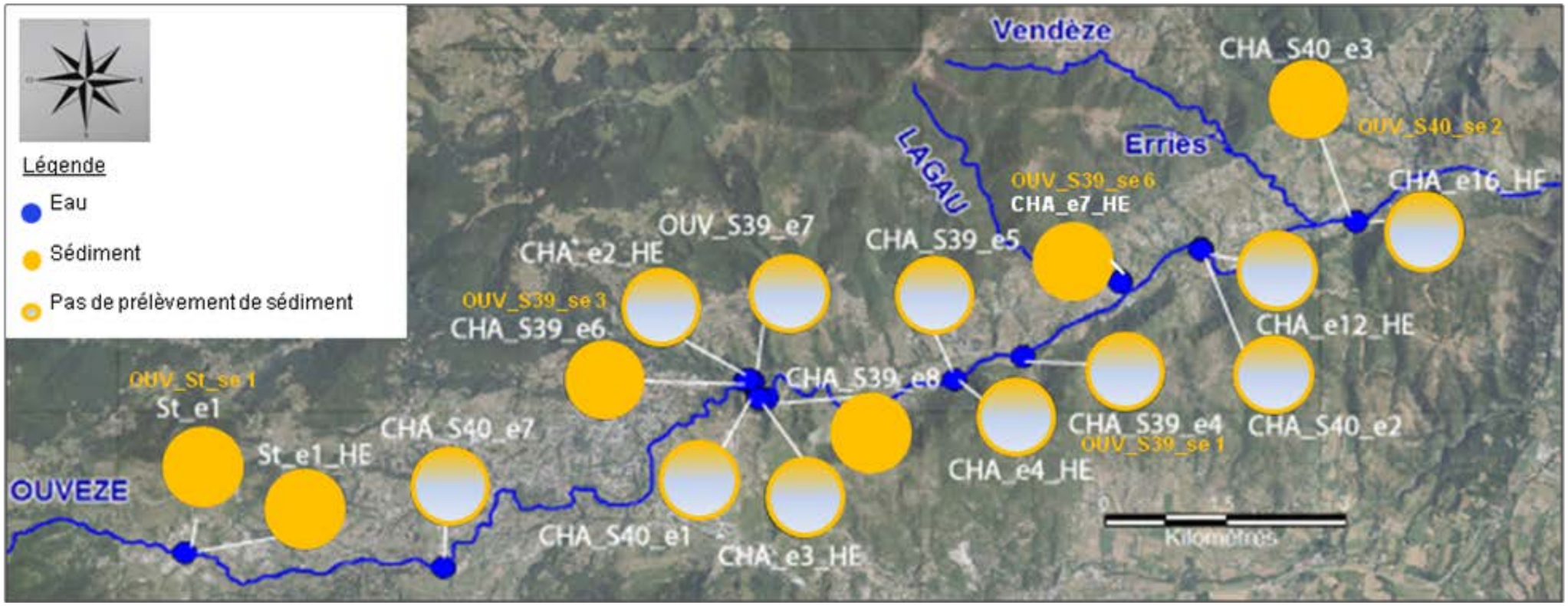


Figure 5 :

Localisation des points de prélèvement des échantillons d'eaux et de sédiments de l'Ouvèze



(partiellement extrait de GEODERIS, version projet de juillet 1013)

ANNEXE 5

Résultats des analyses chimiques, biologiques et physiques par milieux

(extrait de GEODERIS, version projet de juillet 2013)

Résultats analytiques bruts des échantillons de sols

Résultats analytiques bruts des échantillons de résidus de la concession de Chaliac, dans les bassins de décantation et les dépôts de résidus (métaux, métalloïdes et caractéristiques physico-chimiques)

Localisation	Type d'élément analysé	Métaux et métalloïdes																						
	Elément analysé	Hg	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Mn	Mo	Ni	Ag	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn
	Unité	mg/kg MS																						
	Incertitude	24%	13%	24%	12%	23%	23%	13%	10%	21%	12%	24%	26%	13%	23%	24%	12%	24%	23%	24%	24%	15%	12%	24%
	Identifiant | LQ	0,05	5	5	5	0,5	0,5	5	5	0,4	1	1	3	1	1	2	1	5	5	5	0,5	2	1	2
Chaliac-petite lav.	OUV_CHA_Re1	1,5	9800	140	64	190	4,8	3000	14	37	51	130	29000	150	6300	<2	290	<5	220	16	11	<2	26000	<5
	OUV_CHA_Re2	5,6	7600	720	250	400	2,4	16000	8,6	15	11	23	33000	770	17000	<2	110	39	90	59	11	9,4	14000	<5
Chaliac - bassins de décantation	OUV_CHA_SO51_0-2	0,5	11000	65	56	110	1,7	2500	10	12	19	40	26000	73	1800	<2	110	<5	250	100	22	3,8	6700	<5
	OUV_CHA_SO26_0-10	8	2900	650	390	270	0,56	22000	<5	6,9	6,3	6,6	33000	340	740	<2	14	59	17	32	7,5	19	2000	<5
	OUV_CHA_SO27_gris	2,3	6200	210	53	190	0,59	4300	14	16	11	7,9	16000	380	470	<2	26	11	480	15	14	<2	3600	<5
	OUV_CHA_SO27_orange	53	4700	6600	1600	130	<0,5	36000	8,3	20	10	3,3	79000	1800	130	3,4	12	310	100	24	21	<2	5000	7,3
	OUV_CHA_SO28_0-100	29	5500	3300	1200	160	0,65	41000	5,1	11	15	3,2	140000	1300	96	2,9	14	180	80	29	21	3,7	3900	<5
	OUV_CHA_SO29_0-10	39	3000	5300	2100	92	<0,5	36000	<5	8,8	7,7	2,4	110000	1500	48	3,7	11	220	33	25	30	2,8	3100	6,2
Chaliac - dépôts de résidus	OUV_CHA_SO1_0-2	31	1900	3000	1100	74	<0,5	37000	<5	22	4,3	3	31000	760	29	2,8	11	140	35	17	7,6	7,8	4700	<5
	OUV_CHA_SO1_0-10	42	2600	3000	1600	69	<0,5	36000	<5	15	6	3,4	86000	1600	28	3,4	16	180	29	27	13	8	4000	6
	OUV_CHA_SO2_0-2	0,11	4800	11	10	53	<0,5	210	8,4	<0,4	7,6	4,2	12000	7	190	<2	16	<5	280	7,6	8,6	<2	46	<5
	OUV_CHA_SO3_0-2	4,5	840	320	110	200	<0,5	14000	<5	0,59	2,4	<2	6900	270	18	<2	3,4	29	<5	16	2,7	5,8	260	<5
	OUV_CHA_SO3_0-100	9,6	880	390	150	140	<0,5	20000	<5	0,64	2	<2	9100	160	28	<2	3,3	43	7,1	19	2,9	7,6	320	<5
	OUV_CHA_SO4_0-2	13	670	340	110	140	<0,5	16000	<5	0,64	<2	<2	6500	120	12	<2	<3	28	<5	14	2,1	4,5	290	<5
	OUV_CHA_SO5_0-2	13	630	640	180	290	<0,5	22000	<5	3	<2	<2	10000	270	5,8	<2	<3	54	7,8	11	2,9	5,6	740	<5
	OUV_CHA_SO5_0-10	24	520	770	300	180	<0,5	23000	<5	2,1	<2	<2	20000	460	6,3	<2	<3	69	6	6,2	3	4,3	860	<5
	OUV_CHA_SO6_0-2	20	690	1600	270	110	<0,5	31000	<5	4,9	<2	<2	9200	460	11	<2	<3	73	11	9,9	2,1	13	1200	<5
	OUV_CHA_SO6_0-100	23	640	1600	260	110	<0,5	21000	<5	4,2	<2	<2	10000	660	<5	<2	3,1	75	6,7	8,9	<2	4,4	1200	<5
	OUV_CHA_SO7_0-2	25	840	860	240	210	<0,5	38000	<5	29	<2	<2	10000	260	7,9	<2	3,8	61	22	15	<2	7,1	6300	<5
	OUV_CHA_SO7_0-10	29	740	1700	530	210	<0,5	39000	<5	13	2,2	<2	19000	500	6,5	<2	4,5	100	15	20	2,3	6,1	3100	<5
	OUV_CHA_SO8_0-2	6,7	2000	520	170	360	<0,5	24000	<5	3,5	3,9	<2	10000	270	58	<2	6,4	41	11	48	4,8	<2	1600	<5
	OUV_CHA_SO8_0-80	14	2600	900	170	120	<0,5	37000	<5	64	6,2	5,9	12000	1400	15	<2	24	78	8	45	4,8	6,5	5300	<5
	OUV_CHA_SO8_0-100	20	1600	780	240	330	<0,5	30000	<5	5,3	4,1	<2	14000	290	27	<2	5	82	15	49	5,7	6,5	1200	<5
	OUV_CHA_SO9_0-2	8,7	1300	450	130	430	<0,5	11000	<5	2,8	2,5	<2	7800	150	45	<2	3,2	40	6,2	33	4	<2	720	<5
	OUV_CHA_SO9_0-10a	12	1000	540	160	330	<0,5	20000	<5	1,6	2,1	<2	8100	190	13	<2	3,4	49	8,2	24	2,9	5,9	660	<5
	OUV_CHA_SO9_0-10b	14	960	580	200	300	<0,5	16000	<5	0,66	2,3	<2	12000	230	10	<2	2,6	43	5,2	28	3,4	2,2	450	<5
	OUV_CHA_SO15_0-2	0,32	9300	27	36	170	0,73	950	7,3	1,9	18	6,7	19000	42	400	<2	21	<5	210	350	23	4,5	370	6,5
	OUV_CHA_SO15_0-10	9,5	2900	560	270	240	0,93	27000	<5	17	5,8	8,7	29000	670	1100	<2	33	46	6,7	35	5,7	9,3	5900	<5
	OUV_CHA_SO16_0-2	9,3	2200	630	360	260	0,64	37000	<5	7,3	4,4	4,3	28000	470	470	<2	17	64	8,7	29	5,1	5,9	3100	<5
	OUV_CHA_SO16_0-10	12	2600	560	250	260	0,93	21000	<5	25	4,5	9,3	27000	560	1400	<2	33	47	6,4	27	4,6	8,7	7100	<5
	OUV_CHA_SO17_10-15	7,8	3900	730	1100	320	<0,5	22000	<5	4,7	9,3	3,5	79000	320	150	2,1	8,7	47	19	93	19	8,7	1300	<5
	OUV_CHA_SO18_0-2	12	5700	550	180	500	0,67	19000	<5	15	15	8	21000	550	450	<2	23	52	33	160	13	3,1	3700	<5
	OUV_CHA_SO18_0-10	20	4300	710	260	530	0,59	25000	<5	17	8	7,3	23000	770	270	<2	17	73	31	120	9,3	33	4300	<5
	OUV_CHA_SO19_2-5	39	2800	2000	430	270	<0,5	57000	<5	11	6,2	<2	23000	590	15	2,4	4,3	250	41	45	8,7	5,5	3200	<5
	OUV_CHA_SO20_5-10	46	3800	1900	280	170	<0,5	56000	<5	87	7,3	8,7	16000	3900	12	2,5	35	230	27	49	6,5	5,7	15000	<5
	OUV_CHA_SO21_0-2	8,8	2900	590	150	410	<0,5	44000	<5	20	5,4	3	13000	650	73	<2	11	53	33	46	5,7	7,3	3300	<5
	OUV_CHA_SO30_0-2	3,8	1400	510	150	260	<0,5	21000	<5	13	<5	8,4	16000	620	1100	<2	20	59	5,6	9,8	3,1	30	3500	<5
	OUV_CHA_SO30_0-10	5,9	1900	500	270	350	0,51	19000	<5	14	<5	10	19000	470	1100	<2	24	69	5,9	12	4,3	36	4200	<5
	OUV_CHA_SO52_0-2	16	2100	2400	680	260	<0,5	40000	<5	5,1	<5	<2	54000	600	34	2,4	<5	140	21	17	8,4	11	1700	<5
	OUV_CHA_SO52_0-10	18	2500	2400	700	210	<0,5	44000	<5	4,8	<5	<2	52000	550	27	2,4	<5	150	30	15	8,3	7,4	1600	<5
	OUV_CHA_SO53_0-2	19	1600	2800	430	380	<0,5	30000	2,7	11	<5	<2	33000	650	24	<2	<5	83	15	19	6	<2	2700	<5
	OUV_CHA_SO57_0-2	2,7	7000	190	90	370	0,67	5400	<5	11	13	8,1	18000	140	390	<2	21	12	170	120	17	5,8	2100	<5
	OUV_CHA_SO57_0-10	4	7200	290	100	430	0,73	6200	<5	10	14	8,8	19000	260	440	<2	23	19	130	120	17	9,3	2400	<5
	OUV_CHA_SO59_0-2	1,3	8500	19	15	56	0,56	400	13	1,1	16	6	15000	28	290	<2	18	<5	240	73	18	2,6	280	<5
	OUV_CHA_SO59_0-10	0,071	7100	9,6	10	49	<5	310	<50	0,44	14	5,6	15000	23	270	<5	20	<5	290	25	15	<5	140	<5

Résultats analytiques bruts des échantillons de sols de la concession de Chaliac – métaux et métalloïdes

Localisation	Type d'élément analysé	Métaux et métalloïdes																					
	Elément analysé	Hg	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Mn	Mo	Ni	Ag	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn
	Unité	mg/kg MS																						
	Incertitude	24%	13%	24%	12%	23%	23%	13%	10%	21%	12%	24%	26%	13%	23%	24%	12%	24%	23%	24%	24%	15%	12%	24%
	Identifiant | LQ	0,05	5	5	5	0,5	0,5	5	5	0,4	1	1	3	1	1	2	1	5	5	5	0,5	2	1	2
Chaliac - petite lav.	**OUV_CHA_SO58_0-2**	1,8	2700	270	47	140	<5	8900	<50	7,3	<5	<5	10000	140	180	<5	14	18	250	12	6	<5	910	<5
Chaliac - Marnes	OUV_CHA_SO14_0-2	0,33	3700	16	11	98	<0,5	390	8,6	<0,5	6,2	4,5	12000	14	200	<2	19	<5	330	6,6	7,2	<2	33	<5
	OUV_CHA_S40_SO1	<0,05	5600	<5	6,7	56	0,51	38	17	<0,4	11	4,3	15000	9,6	200	<2	19	<5	610	18	13	<2	16	<5
Chaliac - champs	OUV_CHA_SO25_0-2	0,37	5100	29	43	71	0,79	510	10	1,4	9,4	5,7	12000	28	580	<2	20	<5	240	29	11	3,9	310	<5
	OUV_CHA_SO25_0-10	0,8	4600	55	58	100	0,66	1000	9,7	1,6	8,6	5,3	13000	39	570	<2	19	<5	240	31	11	3,4	320	<5
	OUV_CHA_SO10_0-15	0,4	18000	29	74	140	1,2	600	8,5	1,5	34	11	22000	65	580	<2	30	<5	27	110	36	3,2	340	<5
	OUV_CHA_SO10_0-2	0,2	17000	13	70	110	1,1	300	9,3	0,51	32	12	21000	33	630	<2	28	<5	29	150	34	3,9	170	<5
	OUV_CHA_SO11_0-15	0,21	17000	12	83	110	1,2	250	7,7	0,59	35	11	24000	37	570	<2	30	<5	29	130	36	2,1	170	<5
	OUV_CHA_SO11_0-2	0,24	14000	15	71	110	1,1	850	7,4	0,43	30	10	19000	33	530	<2	24	<5	28	120	30	<2	160	<5
	OUV_CHA_SO12_0-15	6	9500	230	130	330	0,78	6600	<5	1,2	22	5,3	17000	110	260	1,2	14	17	9,2	160	22	2,9	380	<5
	OUV_CHA_SO12_0-2	4,8	10000	190	120	370	0,72	6100	<5	1,3	24	5,1	17000	89	280	<2	14	17	8,4	140	26	2,8	360	<5
	OUV_CHA_SO13_0-15	0,2	15000	9,6	74	100	0,98	210	7,7	<0,4	31	9,7	24000	33	380	<2	28	<5	78	130	33	2,8	130	<5
	OUV_CHA_SO13_0-2	0,24	11000	9,3	40	75	0,72	220	7,5	<0,4	21	7	18000	26	310	<2	22	<5	94	100	23	2,1	89	<5
	OUV_CHA_SO_P55_0-2	0,19	6800	12	88	71	1,7	130	9,3	1,8	16	7,8	17000	47	760	<2	28	<5	110	78	15	2,4	330	<5
	OUV_CHA_SO_P55_2-10	0,2	4900	19	80	52	1,5	110	7,9	1,3	9,8	6,1	15000	38	650	<2	22	<5	110	56	12	<2	270	<5
	OUV_CHA_SO_P56_0-2	0,1	3400	<5	16	29	0,62	110	9,1	0,41	7,6	4,2	9300	26	320	<2	17	<5	450	19	8,8	<2	66	<5
	OUV_CHA_SO_P56_2-10	0,08	3900	<5	15	27	0,63	93	9,6	0,95	9,9	4,1	9700	26	310	<2	17	<5	410	21	9,6	<2	58	<5
	OUV_CHA_S40_SO2_0-2	0,09	16000	25	35	100	1,1	1100	11	0,94	28	9,7	28000	57	490	<2	26	<5	60	230	31	<2	240	<5
	OUV_CHA_S40_SO2_0-10	0,12	17000	24	36	110	1,1	1200	10	0,88	27	10	29000	60	510	<2	27	<5	90	200	31	<2	240	<5
Chaliac - jardins	OUV_CHA_SO_J54_0-30	0,4	7000	18	99	170	2,3	270	11	2,3	14	9,3	19000	75	1100	<2	36	<5	86	110	15	3,1	450	5,2
	OUV_CHA_SO_J_2	0,18	8400	11	20	160	0,74	300	18	2,2	22	6,2	20000	140	410	<2	22	<5	320	120	20	3	460	<5
	OUV_CHA_SO_J_1_0-30	0,23	8000	9,5	41	150	0,62	310	<5	6,1	23	6,2	19000	61	550	<2	25	<5	52	180	17	5,4	1500	38
Chaliac - sols	OUV_CHA_SO75_0-2	1,4	13000	15	160	87	0,9	180	<5	15	23	11	24000	31	580	<2	26	<5	7,4	230	26	<2	590	<5
	OUV_CHA_SO76_0-10	2,6	3000	290	280	530	<0,4	4100	<5	1,2	6	<2	26000	74	150	<2	5,5	11	9,9	56	8,9	<2	260	16

Résultats analytiques bruts des échantillons de sols et de résidus du bassin de l'Ouvèze (hors zone des bassins, laverie et dépôts de Chaliac) – métaux et métalloïdes

Type de matrice	Localisation	Type d'élément analysé	Métaux et métalloïdes																					
		Elément analysé	Hg	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Mn	Mo	Ni	Ag	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn
		Unité	mg/kg MS																					
		Incertitude	24%	13%	24%	12%	23%	23%	13%	10%	21%	12%	24%	26%	13%	23%	24%	12%	24%	23%	24%	24%	15%	12%	24%
		Identifiant | LQ	0,05	5	5	5	0,5	0,5	5	5	0,4	1	1	3	1	1	2	1	5	5	5	0,5	2	1	2
Concession de Chaliac (Secteur de Flaviac) - filon Juliette - Erries et Vendèze																								
Sols	**St Julien en St Alban**	St_J_SO_J_1_B	0,11	7000	<5	16	65	0,61	29	8,4	<0,4	20	2,3	11000	77	240	<2	14	<5	99	140	16	2,4	79	<5
		St_J_SO_J_1_M	0,17	8600	<5	15	55	0,65	37	5,3	<0,4	20	3,1	12000	70	290	<2	15	<5	82	130	17	6	71	<5
		St_J_SO_J_1_H	0,24	8400	<5	18	120	0,7	110	13	0,52	20	4,1	13000	54	360	<2	16	<5	120	310	17	3,1	160	<5
		St_J_SO_J_2	0,13	7800	<5	21	75	0,71	29	8,8	<0,4	17	3,1	13000	17	270	<2	17	<5	130	170	16	2,5	99	<5
Résidus	**Filon Juliette**	SJSA_RES1	*	1500	320	6100	15	<0,4	140	<5	<0,4	14	<2	440000	7,7	210	5,8	4,1	<5	<5	51	58	4	48	<5
		SJSA_RES2	*	150	530	16000	<5	<0,4	400	<5	<0,4	13	<2	490000	<3	6,8	9,1	<3	<5	<5	<5	73	5,3	16	<5
Concession de Flaviac (Secteur de Flaviac) - exploitation de Chamée																								
Résidus	**Dépôt sous maison**	OUV_FLA_SO3_0-2	1,7	7500	65	400	300	2,1	410	<5	<0,4	13	5,3	74000	26	320	10	29	<5	19	61	23	5	260	<5
		OUV_FLA_SO3_0-10	2,4	8300	68	380	690	2,3	300	<5	<0,4	13	6,6	60000	23	450	5,6	30	<5	20	49	21	3	240	<5
Sols	**Chamée - sols**	OUV_FLA_SO1_0-2	1,2	7900	21	240	250	9,1	190	6,6	<0,4	17	4,2	32000	20	440	2,3	14	<5	100	260	26	6,5	93	7,7
		OUV_FLA_SO2_0-2	1,9	9200	30	860	280	1,1	480	6,3	<0,4	21	6,1	81000	46	330	4,7	21	<5	110	310	51	8,5	180	35
		OUV_FLA_SO2_0-10	1,8	5500	28	600	190	0,76	360	<5	<0,4	27	7,8	76000	37	280	4,8	22	<5	76	190	65	7	110	22
		OUV_FLA_SO4_0-2	1,2	7900	26	490	180	1,2	190	<5	<0,4	18	3,6	56000	25	300	2,5	18	<5	53	90	34	2,6	110	3,7
		OUV_FLA_SO4_0-10	1,4	9600	40	610	220	1,6	210	<5	<0,4	20	4	67000	30	330	2,9	22	<5	31	90	42	2,9	140	<5
		OUV_FLA_SO10_0-2	0,85	11000	24	66	140	2,6	160	5,2	0,93	15	11	20000	20	500	2,1	34	<5	28	34	20	<2	340	<5
		OUV_FLA_SO10_2-10	0,29	11000	27	77	150	2,3	220	<5	0,58	17	7,9	23000	19	470	<2	30	<5	30	41	22	2,1	230	<5
		OUV_FLA_SO11_0-2	2,7	3200	63	210	1400	<0,5	77	<5	<0,4	5,5	2,4	14000	7,9	200	<2	3,9	<5	24	89	9,3	15	29	<5
		OUV_FLA_SO12_0-2	0,28	11000	13	37	83	0,89	240	<5	<0,4	21	9,5	24000	51	540	<2	19	<5	37	230	21	5,1	120	<5
		OUV_FLA_SO12_2-10	0,22	9800	9	31	72	1	140	<5	<0,4	22	9,7	23000	42	500	<2	18	<5	50	200	20	9,7	79	<5
	Chamée - jardin	OUV_FLA_SO_J1_0-30	0,33	8000	9	44	140	1,1	48	14	0,45	19	6,2	18000	69	530	<2	23	<5	100	240	17	2,8	190	<5
Terrasses alluviales de l'Ouvèze																								
Sols	**Terrasses Ouvèze**	OUV_Ter_1	0,71	7100	8,2	20	190	0,53	500	<5	2	14	5,3	18000	21	350	<2	20	<5	89	720	19	<2	370	<5
		OUV_Ter_2	0,98	12000	12	32	250	0,85	380	<5	1,5	26	8,2	26000	46	590	<2	27	<5	87	1300	33	<2	350	<5
		OUV_Ter_3	1,2	9900	11	29	190	0,75	350	5	1,7	18	5,6	19000	26	410	<2	21	<5	150	450	21	<2	320	<5
		OUV_Ter_4	1,3	9400	11	23	150	0,67	330	6,6	1,6	17	5,8	19000	23	360	<2	22	<5	190	430	20	<2	320	<5
		OUV_Ter_5	1,2	10000	8,6	19	130	0,74	300	10	0,45	16	5,5	19000	22	400	<2	22	<5	250	290	21	<2	130	<5

Résultats analytiques bruts des échantillons de sols et de résidus - HCT et HAP

Localisation	Type d'élément analysé		Hydrocarbures totaux						Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)															
	Elément analysé	COT	Ind C10-C40	C10-C12	C12-C16	C16-C21	C21-C35	C35-C40	N	Acyl	Ace	Fle	Phen	Anthr	Fl	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]	B[K]F	B[a]P	DB[ah]A	B[ghi]P	I[cd]P	ΣHAP
	Unité	mg/kg MS							mg/kg MS																
	Incertitude	26%	23%	-	-	-	-	-	17%	17%	16%	29%	26%	19%	24%	21%	23%	18%	21%	28%	33%	32%	32%	25%	
	Identifiant | LQ	500	10	10	10	10	10	10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,01	2,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Concession de Chaliac (secteur de Flaviac) - zone des laveries, dépôts et bassins																									
Chaliac - petite laverie	OUV_CHA_Re1	14000	<20	<20	<20	<20	<20	<20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	OUV_CHA_Re2	20000	78	<20	<20	<20	58	<20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Chaliac - bassins de décantation	OUV_CHA_SO51_0-2	13000	130	15	44	40	24	<10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	OUV_CHA_SO26_0-10	24000	17	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,1	0,058	0,49	0,39	0,21	0,19	0,31	0,13	0,21	<0,05	0,17	0,17	2,4
	OUV_CHA_SO27_gris	12000	100	<10	<10	<10	72	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,078	0,067	<0,03	0,056	0,11	0,034	0,045	<0,03	0,056	0,056	0,5
	OUV_CHA_SO27_orange	4800	630	<10	<10	95	470	40	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,052	<0,03	0,14	0,1	0,078	0,14	0,38	0,091	0,091	<0,05	0,16	0,2	1,4
	OUV_CHA_SO28_0-100	4600	450	<10	<10	48	350	36	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,13	0,098	0,07	0,084	0,2	0,07	0,084	<0,03	0,098	0,098	0,92
	OUV_CHA_SO29_0-10	16000	270	<10	<10	<10	220	26	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,047	<0,03	<0,03	<0,03	0,13	<0,03	<0,03	<0,03	0,035	0,058	0,27
Chaliac – dépôts de résidus	OUV_CHA_SO8_0-80	*	160	<10	<10	21	120	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,034	<0,03	0,13	0,11	0,079	0,079	0,11	0,045	<0,07	<0,03	<0,06	<0,05	0,6
	OUV_CHA_SO8_0-100	*	73	<10	<10	<10	57	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,085	0,074	0,042	0,042	0,085	<0,03	0,042	<0,03	<0,05	<0,05	0,37
	OUV_CHA_SO19_2-5	3900	420	<20	<20	65	330	<20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,089	0,064	<0,05	0,11	0,19	<0,05	<0,06	<0,05	0,076	0,089	0,62
	OUV_CHA_SO20_5-10	3500	350	<10	<10	49	270	21	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,037	<0,03	0,2	0,14	0,1	0,14	0,19	0,062	0,062	<0,03	<0,06	<0,06	0,92
Chaliac - sols	CHA_SO75_0-2	18000	*	*	*	*	*	*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-/-
	OUV_CHA_S40_SO1	29000	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-/-
Chaliac - jardins	OUV_CHA_SO_J_2	33000	27	<10	<10	<10	15	<10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Concession de Flaviac (Secteur de Flaviac) - exploitation de Chamée																									
Chamée - sols	OUV_FLA_SO1_0-2	30000	110	<10	<10	28	47	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03	0,082	0,072	0,051	0,072	0,1	0,031	0,041	<0,03	0,031	<0,04	0,48
	OUV_FLA_SO2_0-2	55000	85	<10	<10	11	44	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,11	<0,03	0,12	0,088	0,066	0,099	0,12	0,033	0,044	<0,03	<0,04	<0,04	0,69
	OUV_FLA_SO2_0-10	58000	65	<10	<10	<10	29	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,12	<0,03	0,13	0,093	0,07	0,12	0,14	0,047	0,047	<0,03	<0,03	<0,04	0,76
	OUV_FLA_SO12_0-2	17000	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,062	0,051	0,031	<0,03	0,051	<0,03	<0,04	<0,03	<0,03	<0,03	0,2
	OUV_FLA_SO12_2-10	14000	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,031	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,031

Résultats analytiques bruts des échantillons de sols et de résidus – physico-chimie et granulométrie

Type de matrice	Localisation	Type d'élément analysé	Caractéristiques				Granulométrie				
		Elément analysé	pH	MS	Cond	COT	G-sg	G-sf	G-lg	G-lf	G-a
		Unité	MB	% masse MB	µS/cm	mg/kg MS	g/kg				
		Incertitude	0,1	-	-	26%	10%	10%	10%	10%	10%
		Identifiant | LQ	-	0,1	-	500	-	-	-	-	-
Concession de Chaliac (secteur de Flaviac) - zone des laveries, dépôts et bassins											
Résidus	**Chaliac - petite laverie**	OUV_CHA_Re1	6,82	50,2	*	14000	480	89	85	200	150
		OUV_CHA_Re2	7,33	63,8	*	20000	210	290	210	190	100
	Chaliac - bassins de décantation	OUV_CHA_SO26_0-10	6,5	86,1	*	24000	610	140	47	83	120
		OUV_CHA_SO27_gris	7,4	89,2	*	12000	23	60	210	440	260
		OUV_CHA_SO27_orange	6,2	76,6	*	4800	8	29	160	420	380
		OUV_CHA_SO28_0-100	5,3	71,4	*	4600	120	64	140	400	280
		OUV_CHA_SO29_0-10	6,4	85,7	*	16000	48	42	110	420	390
	Chaliac - dépôts de résidus	OUV_CHA_SO1_0-2	2,3	90,6	*	*	240	91	83	350	240
		OUV_CHA_SO1_0-10	2,4	82,5	*	*	200	52	100	380	270
		OUV_CHA_SO2_0-2	7,7	98	*	*	320	270	130	140	130
		OUV_CHA_SO3_0-2	4,6	99,2	*	*	700	210	28	28	39
		OUV_CHA_SO3_0-100	4,5	96,8	*	*	560	300	46	40	52
		OUV_CHA_SO4_0-2	4,2	99,8	*	*	640	230	50	38	44
		OUV_CHA_SO5_0-2	3,8	99,2	*	*	620	200	56	54	72
		OUV_CHA_SO5_0-10	3,6	98,1	*	*	540	270	67	60	69
		OUV_CHA_SO6_0-2	3,8	99,8	*	*	710	160	28	62	34
		OUV_CHA_SO6_0-100	3,8	99,1	*	*	650	200	41	71	43
		OUV_CHA_SO7_0-2	2,7	98,5	*	*	460	280	100	90	59
		OUV_CHA_SO7_0-10	2,9	96,6	*	*	540	210	77	86	86
		OUV_CHA_SO8_0-2	5,2	97,5	*	*	520	280	76	74	50
		OUV_CHA_SO8_0-80	3,9	89	*	*	440	220	120	140	68
		OUV_CHA_SO8_0-100	3,7	94,2	*	*	370	270	130	130	110
		OUV_CHA_SO9_0-2	5	99	*	*	520	330	57	42	44
		OUV_CHA_SO9_0-10a	4,8	97,6	*	*	430	370	70	64	63
		OUV_CHA_SO9_0-10b	4,4	98,2	*	*	640	190	49	59	60
		OUV_CHA_SO15_0-2	7,3	95,7	*	28000	610	170	57	87	76
		OUV_CHA_SO15_0-10	5,9	95,3	*	4800	410	170	110	140	170
		OUV_CHA_SO16_0-2	5,8	94,8	*	15000	-	-	-	-	-
		OUV_CHA_SO16_0-10	7,6	94,9	*	4400	-	-	-	-	-
		OUV_CHA_SO17_10-15	5,6	89,4	*	40000	400	200	100	150	150
		OUV_CHA_SO18_0-2	6,3	96,4	*	16000	430	150	100	190	130
		OUV_CHA_SO18_0-10	6,3	94,1	*	8300	510	180	87	120	110
		OUV_CHA_SO19_2-5	3,8	78,6	*	3900	-	-	-	-	-
		OUV_CHA_SO20_5-10	3,7	80,3	*	3500	-	-	-	-	-
		OUV_CHA_SO21_0-2	4,7	99,6	*	4300	380	140	200	170	110
		OUV_CHA_SO30_0-2	6,7	99,8	*	12000	720	150	38	38	52
		OUV_CHA_SO30_0-10	6,9	99,4	*	4500	790	110	30	32	40
		OUV_CHA_SO52_0-2	3,5	94,5	*	2500	280	270	180	140	130
		OUV_CHA_SO52_0-10	3,4	91,4	*	2000	220	240	200	190	160
		OUV_CHA_SO53_0-2	3,4	96	*	1900	210	450	200	78	55
		OUV_CHA_SO57_0-2	7,28	96,7	*	74000	180	260	240	170	160
		OUV_CHA_SO57_0-10	7,26	90,1	*	46000	260	220	200	180	130
		OUV_CHA_SO59_0-2	7,3	93,7	*	30000	24	150	370	270	200
		OUV_CHA_SO59_0-10	7,5	92,3	*	21000	36	180	330	230	230

Type de matrice	Localisation	Type d'élément analysé	Caractéristiques				Granulométrie				
		Elément analysé	pH	MS	Cond	COT	G-sg	G-sf	G-lg	G-lf	G-a
		Unité	MB	% masse MB	µS/cm	mg/kg MS	g/kg				
		Incertitude	0,1	-	-	26%	10%	10%	10%	10%	10%
		Identifiant | LQ	-	0,1	-	500	-	-	-	-	-
Concession de Chaliac (secteur de Flaviac) - zone des laveries, dépôts et bassins											
Sols	**Chaliac - petite laverie**	**OUV_CHA_SO58_0-2**	7,4	98,4	*	23000	300	340	120	110	130
	Chaliac - Marnes	OUV_CHA_SO14_0-2	*	97,8	*	*	140	350	200	190	110
		OUV_CHA_S40_SO1	7,6	91,8	56	29000	160	350	200	130	160
	Chaliac - champs	OUV_CHA_SO25_0-10	7,6	75,6	*	32000	170	180	160	240	260
		OUV_CHA_SO10_0-15	7,1	93,1	*	14000	200	200	120	180	300
		OUV_CHA_SO10_0-2	7,2	97,3	*	22000	180	200	130	200	300
		OUV_CHA_SO11_0-15	7,3	93,5	*	20000	170	220	130	170	310
		OUV_CHA_SO11_0-2	7,3	96,9	*	23000	170	210	140	170	310
		OUV_CHA_SO12_0-15	4,2	92,7	*	6800	400	230	110	120	130
		OUV_CHA_SO12_0-2	4,4	96,2	*	8600	380	270	110	110	130
		OUV_CHA_SO13_0-15	7,3	94,2	*	17000	200	200	110	190	300
		OUV_CHA_SO13_0-2	7,2	97,2	*	24000	150	230	120	220	280
		OUV_CHA_SO_P55_0-2	7,28	98,1	*	1800	230	170	140	240	230
		OUV_CHA_SO_P55_2-10	7,4	93,7	*	72000	280	170	140	210	200
		OUV_CHA_SO_P56_0-2	7,48	98,9	*	63000	180	180	210	230	200
		OUV_CHA_SO_P56_2-10	7,46	95,6	*	30000	190	180	200	240	190
		OUV_CHA_S40_SO2_0-2	*	84,5	*	21000	210	240	130	150	270
		OUV_CHA_S40_SO2_0-10	*	83,8	*	22000	240	210	130	140	280
	Chaliac - jardins	OUV_CHA_SO_J54_0-30	7,24	81,7	*	13000	310	130	100	220	240
		OUV_CHA_SO_J_2	8,2	86,7	*	33000	*	*	*	*	*
		OUV_CHA_SO_J_1_0-30	6,7	89,6	*	37000	300	260	120	140	170
	Chaliac - sols	OUV_CHA_SO75_0-2	6,0	84,6	3,4	18000	400	260	120	140	78
		OUV_CHA_SO76_0-10	5,6	72,9	14	36000	520	170	85	140	90
Concession de Chaliac (Secteur de Flaviac) - filon Juliette - Erries et Vendèze											
Sols	**St Julien en St Alban**	St_J_SO_J_1_B	6,9	83,8	*	43000	320	170	180	130	200
		St_J_SO_J_1_M	7,4	89,5	*	56000	280	170	190	140	220
		St_J_SO_J_1_H	7,3	85,9	*	18000	420	160	100	140	190
		St_J_SO_J_2	7,1	83,9	*	39000	320	180	140	160	200
Résidus	**Filon Juliette**	SJSA_RES1	2,8	33,5	*	23000	380	210	110	240	49
		SJSA_RES2	2,8	39,3	*	2600	490	160	99	220	36
Concession de Flaviac (Secteur de Flaviac) - exploitation de Chamée											
Résidus	**Dépôt sous maison**	OUV_FLA_SO3_0-2	5,7	95,9	*	9300	220	170	120	230	270
		OUV_FLA_SO3_0-10	4,29	90,6	*	7400	180	150	110	240	330
Sols	**Chamée - sols**	OUV_FLA_SO1_0-2	7,54	97,6	*	30000	400	220	99	120	150
		OUV_FLA_SO2_0-2	7,32	90,5	*	55000	440	120	69	150	220
		OUV_FLA_SO2_0-10	7,35	85,8	*	58000	370	140	79	180	230
		OUV_FLA_SO4_0-2	7,5	97,3	*	11000	270	200	120	190	220
		OUV_FLA_SO4_0-10	7,5	93,1	*	13000	290	200	120	170	230
		OUV_FLA_SO10_0-2	7,5	95,7	*	41000	100	100	87	310	400
		OUV_FLA_SO10_2-10	7,5	91,2	*	28000	110	81	90	300	430
		OUV_FLA_SO11_0-2	4,7	94,6	*	54000	390	190	130	140	140
		OUV_FLA_SO12_0-2	7,3	97,2	*	17000	240	280	150	150	180
		OUV_FLA_SO12_2-10	7,4	97	*	14000	330	260	140	130	150
	Chamée - jardin	OUV_FLA_SO_J1_0-30	7,01	82,9	*	52000	310	290	120	120	160

Type de matrice	Localisation	Type d'élément analysé	Caractéristiques				Granulométrie				
		Elément analysé	pH	MS	Cond	COT	G-sg	G-sf	G-lg	G-lf	G-a
		Unité	MB	% masse MB	µS/cm	mg/kg MS	g/kg				
		Incertitude	0,1	-	-	26%	10%	10%	10%	10%	10%
		Identifiant | LQ	-	0,1	-	500	-	-	-	-	-
Concession de Chaliac (secteur de Flaviac) - zone des laveries, dépôts et bassins											
Terrasses alluviales de l'Ouvèze											
Sols	**Terrasses Ouvèze**	OUV_Ter_5	7,1	72,1	54	37000	120	190	200	240	250
		OUV_Ter_2	7,0	78,2	42	31000	550	130	60	120	140
		OUV_Ter_1	6,7	74,4	45	55000	690	160	28	42	75
		OUV_Ter_3	7,1	82,1	45	28000	340	130	180	170	180
		OUV_Ter_4	7,1	79,7	46	40000	340	320	130	130	84

Résultats analytiques bruts des échantillons d’eau

Les données en bleu correspondent aux résultats des environnements locaux témoins.

Les « * » indiquent que les éléments n’ont pas ou pu être analysés.

Les données surlignées en rouge sont celles qui dépassent les limites de potabilité d’après l’annexe 1 de l’arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Les données de pH et de conductivité surlignées en bleu sont celles concernées par les incertitudes indiquées. Les autres données ont été relevées sur le terrain.

Le tableau 13 indique uniquement les échantillons sur lesquels des analyses de HCT et/ou HAP ont été effectuées.

Les identifiants comprenant les lettres « HE » indiquent que les échantillons ont été prélevés en période de hautes eaux (2013).

Résultats analytiques bruts des échantillons d'eau du bassin de l'Ouvèze (Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée) – métaux et métalloïdes

Localisation		Métaux et métalloïdes																																
		Elément	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Ca	Cr	Co	Fe	Fe (II)	Fe (III)	K	Cu	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Ag	Si	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn	Cr VI	Hg
		Unités	µg/L E/L								mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L				µg/L E/L	mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L	µg/L E/L										mg/L E/L	µg/L E/L
		Incertitude	17%	19%	15%	15%	14%	15%	10%	28%	22%	15%	16%	22%	1%	-	22%	15%	23%	16%	19%	22%	16%	27%	23%	7%	15%	15%	16%	15%	22%	19%	10%	21%
		LQ	5	5	5	1	0,5	5	15	0,5	0,020	5	2	0,010	0,100	0,100	0,2	1	0,1	5	2	0,2	5	50	10	10	5	5	2	2	10	10	0,01	0,2
		LIMITE DE POTABILITE	200	5	10	700		10	1000	5		50		0,2				2000		50		200	20											1
Chaliac - zone des bassins, dépôts et laveries	LAGAU	CHA_S39_e2	30	<5	<5	59	<0,5	<5	10	<0,5	12	<5	<2	0,087	<0,1	<0,1	1,2	3,9	5,2	12	<2	6,6	7,2	<300	<10	6000	43	<5	<2	<2	40	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S40_e5	<10	<5	<5	63	<0,5	<5	7,2	<0,5	11	<5	<2	0,018	*	*	1,2	<3	4,4	<5	<2	3,8	<5	<300	<10	5300	39	<5	<2	<2	88	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e5 (filtré)	<10	<5	<5	65	<0,5	<5	7,9	0,52	11	<5	<2	0,038	*	*	1,7	<3	4,4	<5	<2	3,8	<5	<300	<10	5200	38	<5	<2	<2	95	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S39_e1	35	<5	<5	39	<0,5	18	20	3,1	98	<5	5,8	0,021	<0,1	<0,1	3,5	3,5	21	390	<2	8,5	40	<300	<10	8900	320	<5	<2	<2	2200	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e1 (filtré)	36	<5	<5	41	<0,5	15	19	3,1	97	<5	6	0,021	<0,1	<0,1	3,4	6,1	21	390	<2	8,4	40	<300	<10	8800	320	<5	<2	<2	2200	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S40_e6	31	<5	<5	41	<0,5	26	12	3	86	<5	5,4	0,022	*	*	2,7	<3	19	350	<2	6,3	34	<300	<10	7900	300	<5	<2	<2	2200	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e2	120	<5	<5	33	<0,5	6,8	12	4,1	*	<5	3,9	0,014	*	*	*	5,5	*	270	<2	*	30	<300	<10	*	230	<5	<2	<2	2200	<10	<0,01	<1
		CHA_e3	130	<5	<5	56	<0,5	64	14	7	*	<5	<2	0,026	*	*	*	8,7	*	19	<2	*	18	<300	<10	*	350	<5	<2	<2	1300	<10	<0,01	<1
		CHA_S39_e3	17	7,3	<5	81	<0,5	180	34	23	120	<5	<2	0,094	<0,1	<0,1	3,7	28	17	74	<2	9,2	21	<300	<10	6900	440	<5	<2	<2	2800	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e8_HE (filtré)	13	<5	<5	19	<0,5	<5	<5	<0,5	3,8	<5	<2	0,038	*	*	0,64	<3	1,7	<5	<2	2,8	<5	*	<10	4800	15	<2	<2	<2	35	<5	*	*
		CHA_e8_HE	21	<5	<5	19	<0,5	<5	12	<0,5	*	<5	<2	0,029	*	*	*	<3	*	6,3	<2	*	<5	*	<10	*	16	<5	<2	<2	36	<5	*	*
		CHA_e9_HE (filtré)	58	<5	<5	16	<0,5	<5	<5	1,6	19	<5	2,3	0,019	*	*	0,95	<3	5,1	150	<2	3,4	16	*	<10	6000	59	<2	<2	<2	1100	<5	*	*
		CHA_e9_HE	55	<5	<5	15	<0,5	<5	13	1,5	*	<5	2,8	0,019	*	*	*	<3	*	160	<2	*	18	*	<10	*	71	<5	<2	<2	1100	<5	*	*
		CHA_e10_HE (filtré)	47	<5	<5	19	<0,5	6,3	6,5	2,5	27	6,2	<2	0,07	*	*	1	<3	5,6	91	<2	4,5	14	*	<10	5900	93	<2	<2	<2	940	<5	*	*
		CHA_e10_HE	45	<5	<5	17	<0,5	6,3	17	2,7	*	<5	<2	0,048	*	*	*	4,9	*	100	<2	*	16	*	<10	*	110	<5	<2	<2	930	<5	*	*
		CHA_e11_HE (filtré)	39	<5	<5	18	<0,5	7,1	<5	2,5	26	<5	<2	0,022	*	*	0,95	<3	5,4	79	<2	3,7	13	*	<10	5800	93	<2	<2	<2	800	<5	*	*
		CHA_e11_HE	42	<5	<5	17	<0,5	5,5	12	2,4	*	<5	<2	0,014	*	*	*	<3	*	86	<2	*	14	*	<10	*	110	<5	<2	<2	800	<5	*	*
	Lixiviat du dépôt	Lixi_1_HE (métaux filtrés)	12000	14	21	<5	4,2	2300	11	1300	*	10	100	12	*	*	*	5800	*	1800	<2	*	400	*	<10	*	200	<5	<2	<5	160000	<5	*	*
		Lixi_1_HE	14000	13	21	<5	4,7	1900	31	1300	*	12	110	12	*	*	*	5700	*	1900	<2	*	420	*	<10	*	220	<5	<2	<2	170000	<5	*	*
	Source	CHA_e1	120	<5	<5	35	<0,5	<5	24	<0,5	*	<5	<2	0,017	*	*	*	6,4	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	360	<5	<2	<2	13	<10	<0,01	<1
	Jardin	CHA_e51	<10	6,1	<5	71	<0,5	95	64	8,3	*	<5	<2	0,28	*	*	*	13	*	45	<2	*	21	<300	<10	*	390	<5	<2	<2	1800	<10	<0,01	<1
		Min	<10	<5	<5	<5	<0,5	<5	<5	<0,5	3,8	<5	<2	0,014	<0,1	<0,1	0,64	<3	1,7	<5	<2	2,8	<5	<300	<10	4800	15	<5	<2	<2	13	<10	<0,01	<1
		Max	14000	14	21	81	4,7	2300	64	1300	120	12	110	12	0	0	3,7	5800	21	1900	<2	9,2	420	<300	<10	8900	440	<5	<2	<2	170000	<5	<0,01	<0,2
Filon Juliette	Filon Juliette	CHA_S39_e10	2600	47	780	23	2,4	230	<15	24	32	<5	33	76	*	*	4,5	8,3	12	2000	<2	7,2	86	960	<10	27000	57	<5	6,2	<2	4000	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e10 (filtré)	1700	44	610	23	2,1	160	12	25	32	<5	34	77	*	*	4,7	7,1	12	2000	<2	7,2	85	<300	<10	26000	57	<5	4	<2	4000	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e13_HE (filtré)	<50	<5	9,5	31	<0,5	<5	<5	<0,5	2,7	<5	<2	0,22	*	*	0,68	4,5	0,84	6	<2	3,6	<5	<300	<10	6500	14	<5	<2	<2	78	<5	*	*
		CHA_e13_HE	100	<5	13	31	<0,5	<5	12	<0,5	*	<5	<2	0,45	*	*	*	4,1	*	10	<2	*	<5	*	<10	*	15	<5	<2	<2	90	<5	*	*
		CHA_S39_e9	3300	7	160	19	2,4	150	13	29	31	<5	32	28	*	*	5,5	16	11	2000	<2	7,1	83	300	<10	27000	53	<5	<2	<2	5100	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e9 (filtré)	3500	5,2	100	19	2,8	140	16	30	31	<5	33	29	*	*	5,7	16	11	1900	<2	7,2	86	<300	<10	26000	53	<5	<2	<2	5300	9,9	<0,01	<0,2
		CHA_e14_HE (filtré)	2600	<5	140	22	2,4	180	<5	22	16	<5	21	18	*	*	2,2	15	5,7	1000	<2	5	59	<300	<10	17000	33	<5	<2	<2	3200	<5	*	*
		CHA_e14_HE	3200	5,3	170	22	2,5	150	16	23	*	<5	<5	19	*	*	*	18	*	1000	<2	*	71	*	<10	*	30	<5	<2	<2	4000	<5	*	*
		CHA_S39_e11	740	<5	14	32	0,53	16	27	3,1	17	<5	3,1	1,9	*	*	2,2	5,8	4,3	190	<2	10	12	<300	<10	14000	60	<5	<2	<2	390	<5	<0,01	<0,2
		SJSA_J_e1_HE (filtré)	81	<5	<5	15	<0,5	<5	7,1	<0,5	8,4	<5	21	<2	*	*	0,99	<3	1,5	20	<2	4,3	<5	<300	<10	7200	40	<5	<2	<5	74	<5	*	*
		SJSA_J_e1_HE	95	<5	<5	19	<0,5	<5	<10	<0,5	*	<5	<2	0,3	*	*	*	5	*	23	<2	*	<5	*	<10	*	47	<5	<2	<2	93	<5	*	*
		SJSA_e1	<10	<5	6,5	48	<0,5	<5	43	0,55	*	<5	<2	0,053	*	*	*	3,2	*	6,8	<2	*	<5	<300	<10	*	190	<5	<2	<2	37	<10	<0,01	<1
		Min	<10	<5	<5	15	<0,5	<5	<10	<0,5	2,7	<5	<2	<2	0	0	0,68	<3	0,84	6	<2	3,6	<5	<300	<10	6500	14	<5	<2	<2	37	<10	<0,01	<1
		Max	3500	47	780	48	2,8	230	43	30	32	<5	34	77	0	0	5,7	18	12	2000	<2	10	86	960	<10	27000	190	<5	6,2	<2	5300	9,9	<0,01	<0,2
Flaviac	Chamée	FLA_e1	<10	<5	<5	81	<0,5	<5	110	<0,5	*	<5	<2	0,032	*	*	*	11	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	190	7,8	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1

Résultats analytiques bruts des échantillons d'eau du bassin de l'Ouvèze (Ouvèze, zone de Privas et point de référence) – métaux et métalloïdes

Localisation		Métaux et métalloïdes																																
		Elément	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Ca	Cr	Co	Fe	Fe (II)	Fe (III)	K	Cu	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Ag	Si	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn	Cr VI	Hg
		Unités	µg/L E/L								mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L				µg/L E/L	mg/L E/L	µg/L E/L		mg/L E/L	µg/L E/L										mg/L E/L	µg/L E/L
		Incertitude	17%	19%	15%	15%	14%	15%	10%	28%	22%	15%	16%	22%	1%	-	22%	15%	23%	16%	19%	22%	16%	27%	23%	7%	15%	15%	16%	15%	22%	19%	10%	21%
		LQ	5	5	5	1	0,5	5	15	0,5	0,020	5	2	0,010	0,100	0,100	0,2	1	0,1	5	2	0,2	5	50	10	10	5	5	2	2	10	10	0,01	0,2
		LIMITE DE POTABILITE	**200**	**5**	**10**	**700**		**10**	**1000**	**5**		**50**		**0,2**				**2000**		**50**		**200**	**20**											**1**
Ouvèze	Ouvèze	St_e1 (filtré)	160	<5	<5	22	<0,5	<5	18	<0,5	*	<5	<2	0,023	*	*	*	6,9	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	250	<5	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
		St_e1 (non filtré)	180	<5	<5	23	<0,5	<5	14	<0,5	*	9,2	<2	0,12	*	*	*	6	*	5,7	<2	*	8,1	<300	<10	*	250	50	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
		St_e1_HE (filtré)	<10	<5	<5	21	<0,5	<5	12	<0,5	53	<5	<2	0,02	<0,05	<0,05	1,2	<3	7,8	<5	<2	5,7	<5	*	<10	3900	180	<5	<2	<5	<10	<5	*	*
		St_e1_HE	18	<5	<5	26	<0,5	<5	<10	<0,5	*	<5	<2	0,037	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	210	<5	<2	<2	<10	25	*	*
		CHA_S40_e7	37	<5	<5	26	<0,5	<5	9,5	<0,5	79	<5	<2	0,065	<0,05	0,065	1,9	<3	8,5	<54	<2	5,9	<5	<300	<10	5500	330	<5	<2	<2	<10	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S39_e6	<10	<5	<5	81	<0,5	<5	34	<0,5	68	<5	<2	0,046	<0,1	<0,1	4,6	4,2	6	<5	<2	21	<5	<300	<10	9600	250	<5	<2	2,6	13	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e2_HE (filtré)	<10	<5	<5	10	<0,5	<5	14	<0,5	38	<5	<2	0,023	*	*	2,4	<3	3,8	<5	<2	12	<5	*	<10	4900	130	<5	<2	<5	12	<5	*	*
		CHA_e2_HE	<10	<5	<5	14	<0,5	<5	<10	<0,5	*	<5	<2	0,026	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	160	<5	<2	<2	10	<5	*	*
		CHA_S39_e8	82	<5	<5	46	<0,5	<5	36	<0,5	61	<5	<2	0,18	<0,1	0,2	6,2	3,8	6,6	15	<2	7,8	<5	<300	<10	7800	210	<10	<2	<2	16	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e8 (filtré)	<10	<5	<5	45	<0,5	<5	33	<0,5	59	<5	<2	0,046	<0,1	<0,1	6,1	3,3	6,4	8,8	<2	7,5	<5	<300	<10	7500	200	<5	<2	<2	14	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e5	<10	<5	<5	78	<0,5	<5	33	<0,5	79	<5	<2	0,055	<0,1	<0,1	6,4	3,6	7,5	<5	<2	24	<5	<300	<10	6100	260	<5	<2	<2	12	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e4_HE (filtré)	<50	<5	<5	43	<0,5	<5	<10	<0,5	45	<5	<2	0,027	<0,05	0,027	1,9	4,1	6,2	<5	<2	7,9	<5	*	<10	1900	190	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_e4_HE	13	<5	<5	38	<0,5	<5	23	<0,5	*	<5	<2	0,022	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	160	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_S39_e4	<10	<5	<5	85	<0,5	<5	32	<0,5	83	<5	<2	0,034	<0,1	<0,1	5,5	3,1	7,8	16	<2	21	<5	<300	<10	5400	280	<5	<2	<2	14	<5	<0,01	<0,2
		CHA_S39_e4 (filtré)	<10	<5	<5	86	<0,5	<5	32	<0,5	82	<5	<2	0,018	<0,1	<0,1	5,5	3,1	7,8	<5	<2	21	<5	<300	<10	5400	280	<5	<2	<2	<10	<5	<0,01	<0,2
		CHA_e4	130	<5	<5	64	<0,5	<5	19	<0,5	*	12	<2	0,067	*	*	*	5,7	*	<5	<2	*	11	<300	<10	*	230	<5	<2	<2	10	<10	<0,01	<1
		CHA_e7_HE (filtré)	<50	<5	<5	42	<0,5	<5	6,1	<0,5	42	<5	<2	0,024	*	*	1,9	4,2	6,1	<5	<2	7,7	<5	*	<10	1700	200	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_e7_HE	14	<5	<5	37	<0,5	<5	21	<0,5	*	<5	<2	0,033	*	*	*	<3	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	170	<5	<2	<2	<10	<5	*	*
		CHA_S40_e2	<10	<5	<5	75	<0,5	7,7	26	<0,5	75	<5	<2	0,039	<0,05	0,039	3,6	3,9	8,2	<5	<2	13	<5	<300	<10	4300	290	<5	<2	<2	26	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e2 (filtré)	<10	<5	<5	75	<0,5	<5	23	<0,5	76	<5	<2	0,024	<0,05	0,024	4,1	3,2	8,2	<5	<2	12	<5	<300	<10	4300	290	<5	<2	<2	23	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e12_HE (filtré)	<50	<5	<5	47	<0,5	<5	<10	<0,5	57	<5	<2	0,053	*	*	1,9	<3	6,2	<5	<2	7,4	<5	*	<10	1800	210	<5	<2	<2	33	<5	*	*
		CHA_e12_HE	20	<5	<5	43	<0,5	<5	24	<0,5	*	<5	<2	0,069	*	*	*	<3	*	10	<2	*	<5	*	<10	*	190	<5	<2	<2	31	<5	*	*
		CHA_S40_e3	14	<5	<5	85	<0,5	<5	28	<0,5	79	<5	<2	0,055	*	*	3,4	<3	8,4	<5	<2	13	<5	<300	<10	3900	340	<5	<2	<2	15	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e3 (filtré)	<10	<5	<5	80	<0,5	<5	24	<0,5	77	<5	<2	0,023	*	*	3,4	<3	8,4	<5	<2	14	<5	<300	<10	3800	340	<5	<2	<2	17	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e16_HE (filtré)	<50	<5	<5	44	<0,5	<5	10	<0,5	55	<5	<2	0,5	<0,05	0,5	1,7	<3	6,1	<5	<2	7,3	<5	<300	<10	1900	210	<5	<2	<2	33	<5	*	*
		CHA_e16_HE	100	<5	<5	43	<0,5	<5	34	<0,5	*	<5	<2	0,06	*	*	*	<3	*	9,8	<2	*	<5	*	<10	*	200	11	<2	<2	34	<5	*	*
		Min	<50	<5	<5	10	<0,5	<5	6,1	<0,5	38	<5	<2	0,018	<0,1	<0,1	1,2	<3	3,8	<5	<2	5,7	<5	<300	<10	1700	130	<5	<2	<2	<10	<5	<0,01	<1
		Max	180	<5	<5	86	<0,5	7,7	36	<0,5	83	12	<2	0,5	0	0,5	6,4	6,9	8,5	16	<2	24	11	<300	<10	9600	340	50	<2	2,6	34	25	0	0
Privas	Galeries Veyras	VEY_e1 (filtré)	140	<5	<5	16	<0,5	<5	17	<0,5	*	360	2,4	1,4	*	*	*	7,4	*	23	9,1	*	130	-	<10	*	350	<5	<2	<2	<10	<10	-	-
		VEY_e1 (non filtré)	150	<5	<5	17	<0,5	<5	16	<0,5	*	<5	<2	0,034	*	*	*	4,8	*	<5	<2	*	<5	<300	<10	*	360	2,2	<2	<2	12	<10	<0,01	<1
		VEY_e2 (filtré)	140	<5	<5	17	<0,5	<5	17	<0,5	*	16	<2	0,093	*	*	*	6,4	*	<5	<2	*	13	-	<10	*	360	36	<2	<2	<10	<10	-	-
		VEY_e2 (non filtré)	210	<5	<5	16	<0,5	<5	24	<0,5	*	18	<2	0,12	*	*	*	5,1	*	<5	<2	*	14	<300	<10	*	360	6,9	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
	Galerie Privas	CHA_S40_e1	17	<5	<5	24	<0,5	<5	49	<0,5	82	<5	<2	0,065	<0,05	0,065	4,2	3,1	7,8	<5	<2	16	<5	<300	<10	6300	350	<1	<2	<2	13	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e1 (filtré)	<10	<5	<5	24	<0,5	<5	33	<0,5	80	<5	<2	0,029	<0,05	0,029	4,1	4,2	7,7	<5	<2	16	<5	<300	<10	6200	340	<5	<2	<2	12	<5	<0,01	<0,4
		CHA_e3_HE (filtré)	<10	<5	<5	13	<0,5	<5	14	<0,5	61	<5	<2	0,017	<0,05	<0,05	1,8	<3	5,3	<5	<2	7,2	<5	*	<10	4500	210	<5	<2	<5	<10	<5	*	*
		CHA_e3_HE	12	<5	<5	18	<0,5	<5	28	<0,5	*	<5	<2	0,025	*	*	*	3,9	*	<5	<2	*	<5	*	<10	*	260	<5	<2	<2	16	<5	*	*
	Mézayon	CHA_S39_e7	17	<5	<5	140	<0,5	<5	20	<0,5	59	<5	<2	0,058	<0,1	<0,1	3,5	4,2	10	7,3	<2	7,5	<5	<300	<10	3000	120	<5	<2	<2	10	<5	<0,01	<0,2
		Min	<10	<5	<5	13	<0,5	<5	14	<0,5	59	<5	<2	0,017	<0,1	0,029	1,8	3,1	5,3	<5	<2	7,2	<5	<300	<10	3000	120	<5	<2	<2	<10	<10	<0,01	<1
		Max	210	<5	<5	140	<0,5	<5	49	<0,5	82	360	2,4	1,4	<0,05	0,065	4,2	7,4	10	23	9,1	16	130	<300	<10	6300	360	36	<2	<2	16	<5	<0,01	<0,4
Référence entre Chaliac et Juliette		CHA_S40_e4	26	<5	8,4	58	<0,5	<5	9,6	<0,5	5,8	<5	<2	0,055	*	*	1,1	5,9	2,6	<5	<2	4,4	5,8	<300	<10	5900	30	<5	<2	<2	100	<5	<0,01	<0,4
		CHA_S40_e4 (filtré)	24	<5	8,1	58	<0,5	<5	9,5	<0,5	5,8	<5	<2	0,041	*	*	1,5	5,6	2,6	<5	<2	4,3	5,5	<300	<10	5800	30	<5	<2	<2	100	<5	<0,01	<0,4

Résultats analytiques bruts des échantillons d'eau du bassin de l'Ouvèze (Chaliac zone des dépôts, bassins et laverie et Chamée) – données physico-chimiques

Localisation		Analyse physique			Indices				Cations, anions et éléments non métalliques													
	Elément	pH	Cond.	T°	DCO	MES	DBO_5	COT	$O\text{-}PO_4$	O-P	F	NO_2	NO_2	NO_2-N	NO_3	NO_3-N	SO_4	NH_4	Cl	Br	NTK	$N_{(tot)}$
	Unités	-	µS/cm	°C	mg/L E/L				mg/L E/L													
	Incertitude	35%	3,80%	-	19%	17%	17%	10%	5%		12%	24%	24%	-	16%	-	9%	21%	9%	11%	6%	-
	LQ	-	-	-	15	5	3	0,5	0,03	0,01	0,05	0,01	1	1	1	1	1	0,1	1	1	5	3
	LIMITE DE POTABILITE							**2**			**1,5**		**0,5**		**50**		**250**	**0,1**	**250**			
Chaliac - zone des bassins, dépôts et laveries	LAGAU	CHA_S39_e2	7,5	160	18,5	*	*	*	3,4	0,04	?	0,08	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	22	<0,2	5	<0,05	<5	-/-
		CHA_S40_e5	6,85	140	16,4	*	<5	*	3	<0,03	?	<0,05	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S40_e5 (filtré)	*	*	*	*	<5	*	2,9	<0,03	?	<0,05	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S39_e1	7,73	710	17,4	*	*	*	1,6	0,04	?	0,41	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	250	<0,2	4	<0,05	<5	-/-
		CHA_S39_e1 (filtré)	*	*	*	*	*	*	2,2	0,04	?	0,42	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	250	<0,2	4	<0,05	<5	-/-
		CHA_S40_e6	7,7	630	16,2	*	<5	*	<0,5	<0,03	?	0,27	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	220	0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_e2	7,9	640	23	15	<5	<10	0,9	0,07	0,022	0,37	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	230	<0,1	3	*	<5	-/-
		CHA_e3	8,24	670	25,4	27	<5	<10	0,8	0,06	0,021	0,29	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	230	<0,1	4	*	<5	-/-
		CHA_S39_e3	7,48	780	18,9	*	<5	*	2,7	0,09	?	0,3	*	<0,05	<0,015	2	0,45	240	<0,2	8	<0,05	<5	0,45
		CHA_e8_HE (filtré)	6,8	50	6,5	*	<5	*	1,2	<0,03	*	0,1	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	14	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e8_HE	6,8	50	6,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e9_HE (filtré)	6,91	230	7,5	*	<5	*	0,9	<0,03	*	0,18	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	67	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e9_HE	6,91	230	7,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e10_HE (filtré)	7,25	260	9	*	<5	*	0,8	0,34	*	0,18	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	78	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e10_HE	7,25	260	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e11_HE (filtré)	7,37	270	10,3	*	<5	*	0,9	<0,03	*	0,19	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	78	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e11_HE	7,37	270	10,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Lixiviat du dépôt	Lixi_1_HE (métaux filtrés)	3,3	-	-	*	*	*	0,8	*	*	0,66	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	*	*	*	*	<5	-/-
		Lixi_1_HE	-	-	-	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Source	CHA_e1	6,89	640	16,6	17	<5	<10	2,6	0,34	0,11	0,14	<0,01	<0,05	<0,003	13	2,9	31	<0,1	8	*	<5	2,9
	Jardin	CHA_e51	6,45	642	19,3	-	-	-	-	0,18	0,058	0,31	0,12	<0,05	0,037	<1	<0,23	230	0,14	4	*	<5	0,037
		Min	3,3	50	6,5	15	<5	<10	<0,5	<0,03	0,021	<0,05	0,12	<0,05	<0,003	<1	<0,23	14	<0,2	<5	<1	<5	0,037
		Max	8,24	780	25,4	27	<5	<10	3,4	0,34	0,11	0,66	0,12	<0,05	0,037	13	2,9	250	0,14	8	<0,05	<5	2,9
Filon Juliette	Filon Juliette	CHA_S39_e10	3	920	16,2	*	*	*	<0,5	3,4	?	1,1	<0,05	<0,05	<0,015	<1	<0,23	310	0,2	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S39_e10 (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,5	0,4	?	1,2	<0,05	<0,05	<0,015	<1	<0,23	320	0,2	<5	<1	<5	-/-
		CHA_e13_HE (filtré)	6,25	60	4,5	*	<5	*	2,5	<0,03	*	0,12	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	14	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e13_HE	6,25	60	4,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e9	3	910	16,2	*	*	*	2	0,86	?	1	<0,05	<0,05	<0,015	3	0,68	330	0,2	<5	<1	<5	0,68
		CHA_S39_e9 (filtré)	*	*	*	*	*	*	3,8	0,21	?	0,98	<0,05	<0,05	<0,015	4	0,9	330	0,3	<5	<1	<5	0,9
		CHA_e14_HE (filtré)	2,79	720	8,3	*	9	*	1,1	0,25	*	0,64	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	220	*	3	<0,05	<5	-/-
		CHA_e14_HE	2,79	720	8,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e11	7,3	210	*	*	*	*	3,9	0,03	?	0,33	<0,05	<0,05	<0,015	2	0,45	77	0,1	4	<0,05	<5	0,45
		SJSA_J_e1_HE (filtré)	6,85	120	9,4	*	<5	*	2	<0,03	*	0,18	*	<0,01	<0,003	1,4	0,32	23	*	<5	<1	<5	0,32
		SJSA_J_e1_HE	6,85	120	9,4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		SJSA_e1	7,82	264	23,6	<15	<5	<10	2,1	0,19	0,062	0,17	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	37	0,08	5	*	<5	-/-
		Min	2,79	60	4,5	<15	<5	<10	<0,5	<0,03	0,062	0,12	0	<0,05	<0,003	<1	<0,23	14	0,08	<5	<1	<5	0,32
		Max	7,82	920	23,6	0	9	0	3,9	3,4	0,062	1,2	0	<0,01	<0,015	4	0,9	330	0,3	5	<0,05	<5	0,9
Flaviac	Chamée	FLA_e1	7,3	850	16	23	<5	<10	4,9	<0,92	<0,3	0,18	<0,01	-	<0,003	26	5,9	56	0,1	32	*	<5	5,9

Résultats analytiques bruts des échantillons d'eau du bassin de l'Ouvèze (Ouvèze, zone de Privas et point de référence) – données physico-chimiques

Localisation			Analyse physique			Indices				Cations, anions et éléments non métalliques													
		Elément	pH	Cond.	T°	DCO	MES	DBO_5	COT	$O\text{-}PO_4$	O-P	F	NO_2	NO_2	NO_2-N	NO_3	NO_3-N	SO_4	NH_4	Cl	Br	NTK	$N_{(tot)}$
		Unités	-	µS/cm	°C	mg/L E/L				mg/L E/L													
		Incertitude	35%	3,80%	-	19%	17%	17%	10%	5%		12%	24%	24%	-	16%	-	9%	21%	9%	11%	6%	-
		LQ	-	-	-	15	5	3	0,5	0,03	0,01	0,05	0,01	1	1	1	1	1	0,1	1	1	5	3
		LIMITE DE POTABILITE							**2**			**1,5**		**0,5**		**50**		**250**	**0,1**	**250**			
Ouvèze	Ouvèze	St_e1 (filtré)	8,45	450	19,5	25	<5	<10	2,3	<0,03	<0,01	0,06	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	24	0,1	11	*	<5	-/-
		St_e1 (non filtré)	*	*	*	24	<5	<10	2,4	<0,03	<0,01	0,06	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	24	0,1	12	*	<5	-/-
		St_e1_HE (filtré)	8,24	440	5,6	<15	<5	<10	1,1	<0,03	*	0,12	*	0,01	0,003	<1	<0,23	31	*	13	<1	<5	0,003
		St_e1_HE	8,24	440	5,6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S40_e7	8,29	470	12,3	*	<5	*	<0,5	<0,03	?	0,05	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	44	<0,1	9,1	<1	<5	-/-
		CHA_S39_e6	7,84	520	17,4	*	*	*	3,7	0,39	?	0,06	<0,05	<0,05	<0,015	6	1,4	37	0,1	29	0,45	<5	1,4
		CHA_e2_HE (filtré)	7,69	380	7,8	*	<5	*	2,1	<0,06	*	0,11	*	0,02	0,0061	2,7	0,61	23	*	18	<1	<5	0,62
		CHA_e2_HE	7,69	380	7,8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e8	7,93	480	14,8	*	*	*	4	0,6	?	0,09	<0,05	<0,05	<0,015	5	1,1	38	0,1	23	0,18	<5	1,1
		CHA_S39_e8 (filtré)	*	*	*	*	*	*	4,3	0,48	?	0,08	<0,05	<0,05	<0,015	6	1,4	37	0,2	22	0,17	<5	1,4
		CHA_S39_e5	*	*	*	<15	<5	<10	2,3	0,31	?	0,1	*	<0,05	<0,015	2	0,45	46	<0,2	27	<0,05	<5	0,45
		CHA_e4_HE (filtré)	8,27	380	10	<15	<5	<10	1,3	0,03	*	0,12	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	33	*	11	<0,05	<5	-/-
		CHA_e4_HE	8,27	380	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S39_e4	8,3	590	19,1	<15	<5	<10	2,1	0,23	?	0,11	*	<0,05	<0,015	2	0,45	48	<0,2	25	<0,05	<5	0,45
		CHA_S39_e4 (filtré)	*	*	*	<15	<5	<10	2,2	0,23	?	0,11	*	<0,05	<0,015	1	0,23	47	<0,2	24	<0,05	<5	0,23
		CHA_e4	8,77	510	28,6	28	<5	<10	2	0,19	0,061	0,11	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	40	<0,1	16	*	<5	-/-
		CHA_e7_HE (filtré)	8,4	370	10,5	*	<5	*	1,7	0,03	*	0,13	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	34	*	11	<0,05	<5	-/-
		CHA_e7_HE	8,4	370	10,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S40_e2	8,27	530	17	<15	<5	<10	2,4	0,06	?	0,08	*	<0,05	<0,015	2	0,45	54	0,2	17	<1	<5	0,45
		CHA_S40_e2 (filtré)	*	*	*	<15	<5	<10	3	0,03	?	0,08	*	<0,05	<0,015	2	0,45	54	0,1	17	<1	<5	0,45
		CHA_e12_HE (filtré)	8,16	410	8,9	*	<5	*	1,5	0,06	*	0,14	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	44	*	10	<0,05	<5	-/-
		CHA_e12_HE	8,16	410	8,9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_S40_e3	8,44	540	16	<15	<5	<10	2,3	<0,03	?	0,09	*	<0,05	<0,015	1	0,23	57	<0,1	18	<1	<5	0,23
		CHA_S40_e3 (filtré)	*	*	*	<15	<5	<10	2,7	<0,03	?	0,08	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	57	<0,1	18	<1	<5	-/-
		CHA_e16_HE (filtré)	8,07	390	8,7	*	<5	*	1,4	<0,03	*	0,13	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	35	*	12	<0,05	<5	-/-
		CHA_e16_HE	8,07	390	8,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Min	7,69	370	5,6	<15	<5	<10	1,1	<0,03	0,061	0,05	0	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	9,1	<1	<5	0,003
		Max	8,77	590	28,6	28	<5	<10	4,3	0,6	0,061	0,14	0	0,02	0,0061	6	1,4	57	0,2	29	0,45	<5	1,4
Privas	Galeries Veyras	VEY_e1 (filtré)	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
		VEY_e1 (non filtré)	8,3	570	16,3	26	<5	<10	1	0,03	0,01	0,05	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	22	0,1	18	*	<5	-/-
		VEY_e2 (filtré)	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-
		VEY_e2 (non filtré)	8,49	555	15,5	27	6	<10	<0,5	<0,03	<0,01	0,06	<0,01	<0,05	<0,003	<1	<0,23	23	0,1	18	*	<5	-/-
	Galerie Privas	CHA_S40_e1	7,71	570	14,5	*	*	*	2,6	0,18	?	0,09	*	<0,05	<0,015	3	0,68	76	0,1	21	<1	<5	0,68
		CHA_S40_e1 (filtré)	*	*	*	*	*	*	2,2	0,21	?	0,09	*	<0,05	<0,015	3	0,68	74	0,1	21	<1	<5	0,68
		CHA_e3_HE (filtré)	7,38	510	9,3	*	<5	*	1,2	0,03	*	0,15	*	0,01	0,003	2,5	0,56	60	*	15	<1	<5	0,57
		CHA_e3_HE	7,38	510	9,3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Mézayon	CHA_S39_e7	8,12	430	16,3	*	*	*	3	0,17	?	0,05	<0,05	<0,05	<0,015	4	0,9	25	0,1	11	<0,05	<5	0,9
		Min	7,38	430	9,3	26	<5	<10	1	<0,03	0,01	0,05	0	<0,05	<0,015	<1	<0,23	22	0,1	11	<1	<5	0,57
		Max	8,49	570	16,3	27	6	<10	3	0,21	0,01	0,15	0	0,01	0,003	4	0,9	76	0,1	21	<0,05	<5	0,9
Référence entre Chaliac et Juliette		CHA_S40_e4	7,75	100	16,2	*	<5	*	7,6	<0,03	?	0,06	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	<0,1	<5	<1	<5	-/-
		CHA_S40_e4 (filtré)	*	*	*	*	<5	*	7,6	<0,03	?	0,06	*	<0,05	<0,015	<1	<0,23	23	0,1	<5	<1	<5	-/-

Résultats analytiques bruts des échantillons d'eau du bassin de l'Ouvèze – HCT et HAP

Localisation			Hydrocarbures totaux (HCT)						Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																		
	Elément		Ind C10-C40	C10-C12	C12-C16	C16-C21	C21-C35	C35-C40	N	Acyl	Ace	Fle	Phen	Anthr	Fl	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]	B[K]F	B[a]P	DB[ah]A	B[ghi]P	I[cd]P	ΣHAP	Σ4HAP	Σ6HAP
	Unités		mg/L E/L						mg/kg MS																	mg/kg	
	Incertitude		22%	-	-	-	-	-	18%	18%	17%	29%	26%	20%	24%	22%	24%	19%	23%	28%	34%	33%	25%	32%	-	-	
	LQ		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	1,01	2,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
LIMITE DE POTABILITE																					10					100	
Chaliac - zone des bassins, dépôts et laveries	LAGAU	CHA_e2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Source	CHA_e1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Jardin	CHA_e51	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Filon Juliette	Filon Juliette	SJSA_e1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Flaviac	Chamée	FLA_e1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ouvèze	Ouvèze	St_e1 (filtré)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		St_e1 (non filtré)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		St_e1_HE (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-/-	-/-	-/-
		CHA_e4_HE (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-/-	-/-	-/-
		CHA_e4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		CHA_e12_HE (filtré)	*	*	*	*	*	*	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-/-	-/-	-/-
Privas	Galeries Veyras	VEY_e1 (non filtré)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Résultats analytiques bruts des échantillons de sédiments

Les données en bleu correspondent aux résultats des environnements locaux témoins.

Les « * » indiquent que les éléments n'ont pas ou pu être analysés.

Les identifiants comprenant les lettres « HE » indiquent que les échantillons ont été prélevés en période de hautes eaux (2013).

Localisation			Physico-chimie				Métaux et métalloïdes																							Granulométrie				
			pH	Cond	MS	COT	Cr VI	Hg	Al	Sb	As	Ba	Be	Pb	B	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Mn	Mo	Ni	Ag	Sr	Ti	V	W	Zn	Sn	G-sg	G-sf	G-lg	G-lf	G-a
		Unité	-	µS/cm	%mass	mg/kg MS	mg/kg MS																							g/kg				
		Incertitudes	11%	-	-	26%	-	24%	13%	24%	12%	23%	23%	13%	10%	21%	12%	24%	26%	13%	23%	24%	12%	24%	23%	24%	24%	15%	12%	24%	10%	10%	10%	10%	10%
		LQ	-	-	0,1	500	5	0,05	5	5	5	0,5	0,5	5	5	0,4	1	1	3	1	1	2	1	5	5	5	0,5	2	1	2	-	-	-	-	-
Ouvèze	Ouvèze	St_se1	*	*	64,8	25000	<5	<0,05	6400	<5	8,3	47	0,59	9,3	18	0,81	10	5,1	16000	9,2	320	<2	18	<5	370	220	14	<2	74	<5	120	140	200	310	230
		St_se1_HE	6,8	235	59	48000	*	0,44	5200	<5	6,4	45	0,43	9,3	<5	<0,4	8,9	3,8	14000	8,4	270	<2	18	<5	360	150	11	<2	64	<5	55	260	320	250	110
		OUV_S39_SE3	6,9	100	47	75000	*	<0,05	1200	<5	<5	39	<0,5	14	<5	<0,4	3,7	<2	4800	5,6	100	<2	7,2	<5	200	250	7,5	<2	49	<5	120	210	290	270	110
		OUV_se4_HE	7,1	*	41	83000	*	*	5900	<5	9,9	130	0,63	23	<5	<0,4	12	4,1	15000	9,2	220	<2	15	<5	140	680	19	<2	96	<5	*	*	*	*	*
		OUV_S39_SE1	*	*	18,6	85000	*	<0,05	400	<5	<5	64	<0,5	<5	<5	<0,4	<2	<2	840	<3	18	<2	<2	<5	120	29	<2	<2	20	<5	190	310	250	130	120
		OUV_se6	7,2	*	21,4	150000	<5	0,08	4200	<5	7,3	150	<0,5	130	5,5	0,55	9,3	2,9	7300	18	110	<2	11	<5	270	220	10	3,1	170	<5	35	230	250	450	35
		OUV_se7_HE	7,2	*	23	36000	*	*	1300	<5	<5	120	<0,4	8,5	<5	<0,4	3,6	<2	3600	4,1	140	<2	6	<5	230	110	4,5	<2	67	<5	48	350	200	250	160
		OUV_S40_SE1	7,2	94	70	68000	*	0,49	4200	17	13	210	<0,5	560	11	5,2	7,4	3,4	7900	31	230	<2	10	<5	320	180	9,8	<2	960	<5	76	360	230	150	190
		OUV_se12_HE	6,9	*	38	49000	*	*	2900	7,4	13	120	0,44	290	<5	4,5	5,8	3,2	6300	14	300	<2	9	<5	170	220	7,8	<2	1100	<5	*	*	*	*	*
		OUV_S40_SE2	7,3	342	43	36000	*	0,16	6900	5,9	12	120	0,57	230	19	3,1	12	5,9	14000	21	270	<2	20	<5	320	150	14	<2	590	<5	160	170	280	240	150
		OUV_se16_HE	7,1	*	37	41000	*	*	7600	<5	12	68	0,61	100	14	1,5	14	4,8	15000	24	280	<2	19	<5	200	200	14	<2	250	<5	*	*	*	*	*
		Min	6,8	94,0	18,6	25000	<5	<0,05	400	<5	<5	39	<0,5	<5	<5	<0,4	<2	<2	840	<3	18	<2	6	<5	120	29	5	<2	20	<5	35	140	200	130	35
		Max	7,3	342,0	70,0	150000	0	0,49	7600	17	13	210	0,63	560	19	5,2	14	5,9	16000	31	320	0	20	0	370	680	19	3,1	1100	0	190	360	320	450	230
	Galeries Veyras	VEY_se1	*	*	40,5	35000	<5	<0,05	5000	<5	6,9	35	0,53	8,6	17	0,84	9,1	3,4	9900	8,1	210	<2	14	<5	390	36	11	2,1	43	<5	210	240	190	230	130
		VEY_se2	*	*	30,8	78000	<5	<0,05	5800	<5	<5	41	<0,5	7,2	25	<1	7,7	3	8800	9	200	<2	15	<5	330	35	10	<2	61	<5	38	130	320	370	130
Vendèze	Filon Juliette	SJSA_J_Se1	7,3	*	86,6	6600	*	0,2	4700	<5	23	49	0,64	100	<5	1,6	12	3,5	7700	7,6	240	<2	11	<5	34	260	8,7	7,5	370	<5	880	42	26	13	42
Lagau	Lagau	CHA_se3	7,3	*	44,3	41000	<5	3	11000	220	100	370	3,9	6500	6,5	16	16	110	25000	210	5000	<2	260	14	130	80	19	2,2	19000	<5	170	180	180	280	190
		CHA_se5	*	*	64,4	10000	<5	11	3800	390	180	280	0,92	12000	<5	50	7,5	9,6	18000	420	650	<2	33	29	130	39	8,7	2,9	13000	<5	-	-	-	-	-
		CHA_se10_HE	6,9	*	78	5400	*	*	1900	200	120	160	0,65	4300	<5	13	4	3,9	12000	320	240	<2	13	15	30	28	4,7	<2	3800	<5	830	88	33	23	32
	Affluent dépôt	CHA_se1	*	*	77,9	12000	<5	0,09	18000	6,9	78	80	1	120	8,8	1,4	34	9,3	26000	45	380	<2	25	<5	210	420	41	<2	250	<5	87	470	190	110	150
		CHA_se4	7,2	*	78	19000	<5	1,7	7300	100	80	250	0,63	3400	<5	6,7	15	6,7	18000	120	310	<2	25	6,3	190	130	17	2,5	1600	<5	-	-	-	-	-
	Source Chaliac	**CHA_se2**	7,4	*	46,4	14000	<5	0,15	21000	8,7	37	100	1,3	340	15	1,1	31	15	41000	43	1100	<2	42	<5	170	93	39	1,5	190	<5	5	48	87	310	550
		Min	6,9	0,0	44,3	5400	<5	0,09	1900	6,9	35	80	0,63	120	<5	1	4	3,9	12000	38	240	<2	13	<5	30	28	4,7	<2	190	<5	5	48	33	23	32
		Max	7,4	0,0	78,0	41000	<5	11	21000	390	180	370	3,9	12000	15	50	34	110	41000	420	5000	<2	260	29	210	420	41	2,9	19000	0	830	470	190	310	550

Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux

Les « * » indiquent que les éléments n'ont pas ou pu être analysés.

Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux du bassin de l'Ouvèze (hors HAP)

Localisation	Identifiant		MS	Eau	Métaux et métalloïdes													Hydrocarbures Totaux (HCT)					
		Elément			Sb	As	Pb	Cd	Cr	Co	Fe	Cu	Ni	Ag	W	Zn	Hg	Ind C10-C40	C10-C12	C13-C16	C17-C21	C22-C35	C36-C40
		Unité	g/100g MB		mg/kg MB													mg/kg MB					
		Incertitudes	-	-	20%	15%	15%	15%	15%	15%	20%	15%	15%	15%	20%	-	15%	30%	-	-	-	-	-
		LQ	0,1	-	0,1	0,1	0,02	0,01	0,2	0,1	0,2	0,2	1	0,1	0,1	1	0,005	0,5	-	-	-	-	-
Chaliac - filon Juliette (bord Vendèze)	ST_J_VE_J_1_H	Laitue	6	94	<0,1	<0,1	0,06	0,02	<0,2	<0,1	4,3	0,47	<1	<0,1	<0,1	1,7	<0,005	*	*	*	*	*	*
	ST_J_VE_J_1_M	Pommes de terre	19	81	<0,1	<0,1	0,03	0,01	<0,2	<0,1	4,5	1,8	<1	<0,1	<0,1	2,7	<0,005	*	*	*	*	*	*
	ST_J_VE_J_1_B	Branches vertes blettes	9,8	90	<0,1	<0,1	0,15	0,03	<0,2	<0,1	14	0,96	<1	<0,1	<0,1	2	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Carottes	13	87	<0,1	<0,1	0,05	0,02	<0,2	<0,1	5,3	0,72	<1	<0,1	<0,1	2,5	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Tiges de blettes	5,2	95	<0,1	<0,1	0,16	<0,01	<0,2	<0,1	3,3	0,36	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Choux vert	7,9	92	<0,1	<0,1	<0,02	<0,01	<0,2	<0,1	2,9	0,17	<1	<0,1	<0,1	1,4	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Aubergine blanche	6,9	93	<0,1	<0,1	<0,02	<0,01	<0,2	<0,1	1,4	0,52	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Persil	13	87	<0,1	<0,1	0,26	<0,01	<0,2	<0,1	12	1,3	<1	<0,1	<0,1	6,1	0,006	*	*	*	*	*	*
Chaliac	CHA_VE_J_2	Carottes	11	89	<0,1	<0,1	0,41	0,01	<0,2	<0,1	5,2	0,46	<1	<0,1	<0,1	1,7	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Feuilles de blettes	8,5	92	<0,1	<0,1	0,31	0,04	<0,2	<0,1	22	1,1	<1	<0,1	<0,1	6,3	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Tiges de blettes	6	94	<0,1	<0,1	0,04	<0,1	<0,2	<0,1	1,8	0,32	<1	<0,1	<0,1	13	<0,005	*	*	*	*	*	*
		Pommes de terre	23	77	<0,1	<0,1	0,06	0,02	<0,2	<0,1	6,7	2,8	<1	<0,1	<0,1	4,4	<0,005	*	*	*	*	*	*
	CHA_VE_P_1	Herbe	33	67	0,11	0,25	14	0,33	<0,2	<0,1	54	3,3	1,6	<0,1	<0,1	57	<0,01	270	<1	2,7	2,7	225	18
	CHA_VE_P_2	Herbe	42	58	<0,1	0,45	3,5	0,06	0,69	<0,1	130	2,3	<1	<0,1	0,35	8	0,02	960	<1	<1	7,3	876	28
	CHA_VE_P_3	Mirabelles	18	82	<0,1	<0,1	0,02	<0,01	<0,2	<0,1	1,7	0,52	<1	<0,1	<0,1	<1	<0,005	50	<1	<1	<1	44	1,5
		Herbe	36	64	<0,1	<0,1	0,34	0,01	<0,2	<0,1	24	2,3	<1	<0,1	0,63	6	<0,01	350	<1	2,4	<1	279	26
	CHA_VE_P_5	Herbe	50	50	<0,2	<0,1	1,6	0,033	<0,2	<0,2	36	2,9	0,59	<0,2	<0,2	7,9	<0,005	*	*	*	*	*	*
	CHA_S40_VE1	Herbe (témoin)	26	74	<0,2	<0,1	4,5	0,036	<0,2	<0,2	55	3,3	0,41	<0,2	<0,2	8	0,00994	*	*	*	*	*	*

Résultats analytiques bruts des échantillons de végétaux du bassin de l'Ouvèze (HAP)

Localisation	Identifiant		Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																
		Elément	N	Acyl	Ace	Fle	Phen	Anthr	Fl	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]	B[K]F	B[a]P	DB[ah]A	B[ghi]P	I[cd]P	ΣHAP
		Unité	µg/kg MB																
		Incertitudes	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
		LQ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chaliac	CHA_VE_P_1	Herbe	1,7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,9	<1	<1	<1	2,8	<1	6,4
	CHA_VE_P_2	Herbe	1,6	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	9,2	<1	<1	1,2	<1	<1	12
	CHA_VE_P_3	Mirabelles	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,3	<1	<1	<1	<1	<1	1,3
		Herbe	2,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,3	7,4	<1	<1	<1	<1	11,2

ANNEXE 6

Limites de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine

Source : Annexe I de l'arrêté du 11-01-2007

Paramètres chimiques	Limites de qualité (µg/L)	Notes
Acrylamide	0,1	La limite de qualité se réfère à la concentration résiduelle en monomères dans l'eau, calculée conformément aux spécifications de la migration maximale du polymère correspondant en contact avec l'eau.
Antimoine	5	
Arsenic	10	
Baryum	700	
Benzène	1	
Benzo[a]pyrène	0,01	
Bore	1 000	
Bromates	10	La valeur la plus faible possible inférieure à cette limite doit être visée sans pour autant compromettre la désinfection.
Cadmium	5	
Chlorure de vinyle	0,5	La limite de qualité se réfère également à la concentration résiduelle en monomères dans l'eau, calculée conformément aux spécifications de la migration maximale du polymère correspondant en contact avec l'eau.
Chrome	50	
Cuivre	2 000	
Cyanures totaux	50	
1,2-dichloroéthane	3	
Epichlorhydrine	0,1	La limite de qualité se réfère à la concentration résiduelle en monomères dans l'eau, calculée conformément aux spécifications de la migration maximale du polymère correspondant en contact avec l'eau.
Fluorures	1 500	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	0,1	Pour la somme des composés suivants : benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[ghi]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène
Mercure total	1	
Nickel	20	
Nitrates [NO_3^-]	50 000	La somme de la concentration en nitrates divisée par 50 et de celle en nitrites divisée par 3 doit rester inférieure à 1
Nitrites	500	En sortie des installations de traitement, la concentration en nitrites doit être inférieure ou égale à 100 µg/L.

Pesticides (par substance individuelle)	0,10	Par « pesticides », on entend : – les insecticides organiques ; – les herbicides organiques ; – les fongicides organiques ; – les nématocides organiques ; – les acaricides organiques ; – les algicides organiques ; – les rodenticides organiques ; – les produits antimoisissures organiques ; – les produits apparentés (notamment les régulateurs de croissance) et leurs métabolites, produits de dégradation et de réaction pertinents.
Aldrine, dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde (par substance individuelle).	0,03	
Total Pesticides	0,50	Par « Total Pesticides », on entend la somme de tous les pesticides individualisés détectés et quantifiés.
Plomb	10	La limite de qualité est fixée à 25 µg/L jusqu'au 25 décembre 2013. Les mesures appropriées pour réduire progressivement la concentration en plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine au cours de la période nécessaire pour se conformer à la limite de qualité de 10 µg/L sont précisées aux articles R1321-55 et R1321-49 (arrêté d'application). Lors de la mise en œuvre des mesures destinées à atteindre cette valeur, la priorité est donnée aux cas où les concentrations en plomb dans les eaux destinées à la consommation humaine sont les plus élevées.
Sélénium	10	
Tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	10	Somme des concentrations des paramètres spécifiés.
Total trihalométhanes	100	La valeur la plus faible possible inférieure à cette valeur doit être visée sans pour autant compromettre la désinfection. Par Total trihalométhanes on entend la somme de : chloroformme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane.
Turbidité (en NFU)	1	La limite de qualité est applicable au point de mise en distribution, pour les eaux visées à l'article R 1321-37 et pour les eaux d'origine souterraine provenant de milieux fissurés présentant une turbidité périodique importante et supérieure à 2 NFU. En cas de mise en œuvre d'un traitement de neutralisation ou de reminéralisation, la limite de qualité s'applique hors augmentation éventuelle de turbidité due au traitement.

Telles que sélectionnées en introduction page. L'arrêté du 11-01-07 prévoit également une valeur limite de 1 µg/L pour les microcystines (toxines produites par certaines cyanobactéries).

ANNEXE 7

Définition de classes de cancérogénicité
Classement des substances étudiées
Choix des valeurs toxicologiques de référence

Définitions des classes de cancérogénicité de l'UE, l'US EPA, du CIRC/IARC

Les définitions des classes de cancérogénicité de l'UE, l'US EPA, du CIRC/IARC sont indiquées ci-après.

-

- La classification de l'US EPA prend en compte toutes les données humaines et animales, qu'elles soient positives ou négatives. Six classes sont définies :
  - Classe A : substance cancérigène pour l'homme.
  - Classe B1 : substance probablement cancérigène pour l'homme. Des données limitées chez l'homme sont disponibles.
  - Classe B2 : substance probablement cancérigène pour l'homme. Il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuve chez l'homme.
  - Classe C : cancérigène possible pour l'homme.
  - Classe D : substance non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme.
  - Classe E : substance pour laquelle il existe des preuves de non cancérogénicité pour l'homme.
- La classification du CIRC ne retient que les données positives humaines ou animales. Cinq classes sont définies :
  - Groupe 1 : l'agent (ou le mélange) est cancérigène pour l'homme.
  - Groupe 2A : l'agent (ou le mélange) est probablement cancérigène pour l'homme : indices limités de cancérogénicité chez l'homme et indices suffisants de cancérogénicité pour l'animal de laboratoire.
  - Groupe 2B : l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérigène pour l'homme : indices limités de cancérogénicité chez l'homme et indices pas tout à fait suffisants de cancérogénicité pour l'animal de laboratoire.
  - Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme.
  - Groupe 4 : l'agent (ou le mélange) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

♦ L'Union Européenne (Communauté Européenne, 1993) classe les substances, en vue de leur étiquetage, en 3 catégories:

- première catégorie : substances que l'on sait être cancérigènes pour l'homme : on dispose de suffisamment d'éléments pour établir une relation de cause à effet entre l'exposition de l'homme à de telles substances et l'apparition d'un cancer ;
- deuxième catégorie : substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme : on dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances peut provoquer un cancer ;
- troisième catégorie : substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation suffisante.

Les symboles et les phrases de risques particuliers ci-après s'appliquent :

- <u>Pour les première et deuxième catégories</u> :

  symbole T (toxique)

  phrase R45 (peut provoquer le cancer)

  ou phrase R49 (peut provoquer le cancer par inhalation)

- <u>Pour la troisième catégorie</u> :

  symbole Xn (nocif)

  phrase R40 (possibilité d'effets irréversibles

Classement des substances étudiées

Les informations ci-dessous sont extraites des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques INERIS.

Antimoine

Union Européenne

Le trioxyde d'antimoine est classé dans la catégorie 3 (substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles) (JOCE, 1994).

Le trichlorure d'antimoine (JOCE, 1998), le pentachlorure d'antimoine (JOCE, 2004) et les composés de l'antimoine à l'exception du tétroxyde (Sb_2O_4), du pentoxyde (Sb_2O_5), du trisulfure (Sb_2S_3), du pentasulfure (Sb_2S_5) et de ceux nommément cités dans l'annexe (JOCE, 2004) ont été examinés mais ne sont pas classés par l'Union européenne.

CIRC – IARC (1989)

Le trioxyde d'antimoine est classé dans le groupe 2B (l'agent pourrait être cancérigène pour l'homme).

Le trisulfure d'antimoine est classé dans le groupe 3 (l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme).

US EPA (IRIS)

L'antimoine ne fait pas l'objet d'une classification par l'US EPA.

Arsenic

Union Européenne

Compte tenu du nombre important de dérivés de l'arsenic, seuls sont pris en considération les dérivés les plus courants ayant fait l'objet d'une classification par l'Union Européenne.

Pentoxyde d'arsenic (JOCE, 1998), trioxyde d'arsenic (JOCE, 1998), arséniate de plomb (JOCE, 1998), l'acide arsénique et ses sels (JOCE, 1998) : première catégorie : « substances que l'on sait être cancérogènes pour l'homme ».

Arsenic : non classé cancérigène (JOCE, 2004).

CIRC – IARC

Arsenic et ses composés : Groupe 1 : l'agent (ou le mélange) est cancérigène pour l'homme (1987).

Cette classification s'applique à l'ensemble du groupe mais pas nécessairement à chacun des agents.

US EPA (IRIS)

Arsenic : Classe A : substance cancérigène pour l'homme (1998).

Cadmium

Union Européenne

Cadmium : catégorie 2 : substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme (JOCE, 2004).

Chlorure de cadmium : catégorie 2 : substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme (JOCE, 2004).

Oxyde de cadmium : catégorie 2 : substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme (JOCE, 2004).

Sulfate de cadmium : catégorie 2 : substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme (JOCE, 2004).

Sulfure de cadmium : catégorie 2 : substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme (JOCE, 2004).

CIRC – IARC

Groupe 1 : l'agent (ou le mélange) est cancérigène pour l'homme (1993).

US EPA (IRIS)

Classe B1 : substance probablement cancérigène pour l'homme (1987).

Cuivre

Union Européenne

Le chlorure cuivreux (JOCE, 1998), l'oxyde cuivreux (JOCE, 2004), le sulfate de cuivre (JOCE, 1998) ont été examiné par l'Union Européenne mais non pas été classés cancérigène.

CIRC – IARC

Classe 3 : le 8-hydroxyquinoléate de cuivre ne peut être classée pour sa cancérogénicité pour l'homme (1987).

Pour le cuivre et autres composés, il n'existe pas de classification.

US EPA (IRIS)

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (1991).

Plomb

Union Européenne

Chromates, acétate de plomb, sulfochromates et sulfochromates molybdates de plomb : Catégorie 3.

CIRC – IARC

Plomb et dérivés inorganiques :

Groupe 2A.

US EPA (IRIS)

Plomb et dérivés inorganiques :

Classe B2 (1993).

Zinc

Union Européenne

Zinc poudre : non classé (JOCE, 2004).

Chlorure de zinc : non classé (JOCE, 2004).

Oxyde de zinc : non classé (JOCE, 2004).

Phosphate de zinc : non classé (JOCE, 2004).

Sulfate de zinc : non classé (JOCE, 2004).

Pour information, les chromates de zinc sont classés en catégorie 1 : "substances que l'on sait être cancérogènes pour l'homme". Ces composés sont des dérivés du chrome VI et nous renvoyons donc à la fiche du chrome pour de plus amples renseignements.

CIRC – IARC

Le zinc et ses dérivés n'ont pas fait l'objet d'une classification par l'IARC.

US EPA (IRIS)

Zinc et ses dérivés : Classe D : "substances non classifiables quant à leur cancérogénicité pour l'homme"(1991).

Anthracène

Union Européenne

Non déterminé

CIRC – IARC

Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (1983).

US EPA (IRIS)

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (1991).

Benzo(a)pyrène

Union Européenne

Catégorie 2 : le benzo[a]pyrène doit être assimilé à des substances cancérogènes pour l'homme (JOCE, 2004).

CIRC – IARC

Groupe 2A : le benzo[a]pyrène est probablement cancérogène pour l'homme (1987).

US EPA (IRIS)

Classe B2 : le benzo[a]pyrène est probablement cancérogène pour l'homme (1994).

Benzo(b)fluoranthène

Union Européenne

Cancérigène deuxième catégorie : Substance devant être assimilée à des substances cancérigènes pour l'homme (JOCE, 2000).

CIRC – IARC

Groupe 2B : l'agent pourrait être cancérigène pour l'homme (IARC, 1987).

US EPA (IRIS)

Classe B2 : substance probablement cancérigène pour l'homme (US EPA (IRIS), 1994).

Benzo(k) fluoranthène

Union Européenne

Catégorie2 : substance devant être assimilée à une substance cancérogène pour l'homme (JOCE, 1998).

CIRC – IARC

Groupe 2B : L'agent pourrait être cancérigène pour l'homme (IARC, 1987).

US EPA (IRIS)

Classe B2 : substance probablement cancérigène pour l'homme (US EPA (IRIS), 1994).

Benzo(ghi)pérylène

Union Européenne

N'a pas été examiné par l'Union européenne.

CIRC – IARC

Groupe 3 (substance ne pouvant être classée pour sa cancérigénicité pour l'homme) (IARC, 1987).

US EPA (IRIS)

Classe D (substance non classifiable quant à sa cancérigénicité pour l'homme) (US EPA IRIS, 1990).

Chrysène

Union Européenne

Deuxième catégorie (substance devant être assimilée à une substance cancérigène pour l'homme) (JOCE, 2004).

CIRC – IARC

Groupe 3 (substance ne pouvant être classée pour sa cancérigénicité pour l'homme) (IARC, 1987).

US EPA (IRIS)

Groupe B2 (substance probablement cancérigène pour l'homme (US EPA IRIS, 1994).

Fluoranthène

Union Européenne

Non déterminé.

CIRC – IARC

Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (IARC, 1987).

US EPA (IRIS)

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (US EPA (IRIS) 1990).

Fluorène

Union Européenne

N'a pas fait l'objet d'un examen par l'Union européenne.

CIRC – IARC

Groupe 3 : l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (IARC, 1987).

US EPA (IRIS)

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (US EPA (IRIS), 1990).

Indéno(123-cd)pérylène

Union Européenne

Non déterminé.

CIRC – IARC

Groupe 2B : l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérigène pour l'homme (IARC, 1973).

US EPA (IRIS)

Classe B2 : substance probablement cancérigène pour l'homme (1994).

Pyrène

Union Européenne

Non déterminé : la substance n'a pas été examinée.

CIRC – IARC

Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (IARC, 1987).

US EPA (IRIS)

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (US EPA (IRIS), 1991).

Choix des valeurs toxicologiques de référence

Les choix de VTR présentés ci-après sont des choix INERIS tenant compte de la méthodologie présentée précédemment, et pour certains mentionnés dans les fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS actuellement disponibles sur Internet.

Antimoine

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale à l'antimoine est la valeur de 4.10^{-4} $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ de l'US EPA (1991).

Trois VTR sont proposées par l'OMS, l'US EPA et le RIVM.

La valeur de l'US EPA est construite à partir d'une étude chronique réalisée avec du tartrate d'antimoine (Schroeder et al., 1970) et portant sur des effets critiques biochimiques (glucose sanguin et cholestérol). Un facteur d'incertitude de 1 000 (10 x 10 x 10) a été utilisé pour tenir compte des paramètres inter- et intra-espèces ainsi que de l'utilisation d'un LOAEL.

L'OMS se base sur une étude sub-chronique plus récente, utilisant du tartrate d'antimoine et de potassium mais pour laquelle les effets critiques sont le gain de poids corporel et la diminution de la prise alimentaire. Le RIVM reprend en 2009 intégralement la valeur de l'OMS.

Ces deux études sont sensiblement équivalentes mais la durée de l'étude sélectionnée par l'US EPA est plus adaptée et les effets critiques retenus pour la construction de la VTR de l'US EPA sont cohérents par rapport au profil toxicologique de la substance.

Arsenic

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique à l'arsenic par voie orale est la valeur du FoBIG (2009) de $4,5.10^{-4}$ $mg.kg^{-1}.j^{-1}$.

Plusieurs organismes proposent des valeurs pour des expositions chroniques par voie orale.

Les VTR chroniques proposées par l'US EPA et l'ATSDR pour la voie orale sont identiques. Les mêmes études clefs ont été retenues et le même raisonnement a été suivi.

La valeur établie par le RIVM est basée sur la VTR provisoire de l'OMS en 1996, sans aucune mention des études sources. Or, dans son nouveau rapport de 2008, l'OMS ne propose plus de VTR pour l'arsenic.

L'OEHHA (2008) a élaboré une VTR, à partir d'études épidémiologiques récentes (Wasserman et al., 2004 ; Tsai et al., 2003). L'effet critique correspond à une diminution des capacités intellectuelles et des altérations du comportement chez 200 enfants âgés de 10 ans, exposés depuis leur naissance via l'eau de boisson. Cette population constituant une population sensible est très intéressante mais de taille limitée pour une étude épidémiologique. Ces effets apparaissent pour des doses très faibles, inférieures à celles entraînant des effets cutanés. Cette VTR est de bonne qualité mais probablement un peu trop sécuritaire du fait de la population retenue dans l'étude clef.

Enfin en 2009, le Forschungs und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (FoBiG) a dérivé une VTR à partir d'une étude transversale de plus de 10 000 personnes (Ahsan et al., 2006), dans laquelle les variations des lésions cutanées observées, en fonction du sexe et du statut nutritionnel, ont été prises en compte dans l'élaboration de la relation dose/réponse. Une $BMDL_{05}$ a de plus été calculée et prise comme point de départ à l'élaboration de la VTR. Cette VTR est donc la plus solide et prend en compte les données épidémiologiques les plus récentes ainsi que la population la plus représentative.

Habituellement, l'INERIS ne regarde pas de manière systématique les valeurs proposées par le FoBiG, toutefois, compte tenu de la qualité de l'étude sur laquelle repose cette VTR et de la qualité de sa construction, l'INERIS préconise de retenir cette VTR dans le cas d'une exposition chronique par voie orale.

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique à l'arsenic par voie orale est la valeur proposée par l'OEHHA (2009) et l'US EPA (1998) qui est de 1,5 $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$.

La valeur établie par Santé Canada présente des contradictions entre le texte explicatif et le tableau de valeurs utilisées.

L'OEHHA et l'US EPA proposent la même valeur. Cette valeur a été établie à partir d'une relation dose-effet pour les cancers cutanés (Tseng et al., 1968 et Tseng, 1977). Un modèle multi-étapes de type linéaire et quadratique basé sur la prédiction de l'apparition des cancers cutanés en fonction de la dose et de l'âge a été utilisé pour l'extrapolation aux faibles doses.

<u>Cadmium</u>

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale au cadmium est la valeur de l'EFSA de $3{,}6.10^{-4}$ $mg.kg^{-1}.j^{-1}$.

Plusieurs organismes proposent des valeurs : l'ATSDR, l'OMS, l'OEHHA, l'US EPA, le RIVM, Santé Canada mais également l'European Food Safety Autority (EFSA).

Compte tenu du manque de transparence de l'élaboration de la valeur de Santé Canada, celle-ci n'est pas retenue.

La VTR de l'ATSDR est basée sur les atteintes rénales à partir du dosage de la β_2-microglobinurie.

L'US EPA, le RIVM, l'OEHHA et l'OMS proposent une VTR basée sur le même critère d'effet : l'apport de cadmium ne doit pas dépasser 1.10^{-3} mg $Cd.kg^{-1}.j^{-1}$. Les informations prises en compte dans la littérature sont de bonne qualité et le même raisonnement a été tenu pour établir les facteurs de sécurité. Les valeurs proposées par l'OEHHA et le RIVM peuvent être retenues car elles prennent un facteur de sécurité de 2 supplémentaire par rapport à l'US EPA. Par ailleurs, la valeur établie par l'OMS est provisoire. L'INERIS conseille en général de ne pas retenir les valeurs provisoires.

Enfin, la valeur de l'EFSA est basée sur le dosage de la β2-microglobinurie mais prend en compte les méta-analyses et les apports journaliers. Il s'agit donc de la valeur la plus récente qui tient compte de l'ensemble des données disponibles. La démarche parait recevable et la valeur proposée est proche des autres, c'est donc cette valeur que l'INERIS retient.

Cuivre

Effets à seuil

La VTR retenue pour des expositions chroniques par voie orale au cuivre est la valeur de 140 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$ du RIVM.

La valeur du RIVM est la seule valeur établie pour des expositions autres que celle par l'eau de boisson. Elle est basée sur une étude chronique chez la souris et retient comme critère d'effet la diminution de l'espérance de vie (Massie et Aiello, 1984). Cette valeur prend également en compte les résultats des études chez l'homme ce qui modifie les critères habituels d'application des facteurs d'incertitude. Le RIVM considère que sa valeur est de fiabilité moyenne. La démarche est claire et cohérente. L'INERIS propose de retenir cette valeur.

Plomb

Effets à seuil

La VTR retenue pour des expositions chroniques au plomb inorganique par voie orale est la valeur proposée récemment par l'ANSES (2013) de 0,63 µg/kg/j. Cette valeur correspond à une plombémie de 15 µg/l tant pour l'enfant que pour l'adulte.

Effets sans seuil

Seul l'OEHHA (2009) propose une VTR sans seuil de 0,0085 $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$, qui est actuellement retenue.

Zinc

Effets à seuil

La VTR retenue pour des expositions chroniques au zinc par voie orale est la valeur de l'US EPA et de l'ATSDR de 3.10^{-1} $mg.kg^{-1}.j^{-1}$.

Quatre VTR sont proposées par l'ATSDR, l'US EPA, le RIVM et l'OMS pour des expositions chroniques au zinc par voie orale. La valeur de l'OMS est une valeur provisoire ancienne. La valeur proposée par le RIVM prend en compte un facteur d'incertitude de 2, valeur non conventionnelle qui n'est pas justifiée par l'organisme. Les valeurs de l'US EPA et de l'ATSDR sont élaborées à partir de la même étude épidémiologique (Yadrick et al., 1989) et retiennent comme effet critique les effets sur la biochimie sanguine (diminution de l'hématocrite, de la ferritine sanguine et de l'activité de la superoxyde dismutase érythrocytaire). Le même facteur d'incertitude de 3 a été appliqué car l'étude concerne une population sensible et également car le zinc est un nutriment essentiel. Il est cohérent par rapport à cette étude.

Hydrocarbures, coupes aromatiques et aliphatiques

Seul le TPHCWG propose des VTR pour les hydrocarbures et uniquement pour les effets à seuil. Leur construction apparaît solide pour l'INERIS. Elles ont donc été retenues pour des expositions chroniques pour des effets à seuil.

Coupes aromatiques

Effets à seuil

La VTR retenue est la valeur du TPHCWG de 0,04 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour des expositions chroniques aux fractions aromatiques EC>12-16.

La VTR retenue est la valeur du TPHCWG de 0,03 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour des expositions chroniques aux fractions aromatiques EC>16-21, >21-35.

Coupes aliphatiques

Effets à seuil

La VTR retenue est la valeur du TPHCWG de 0,1 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour des expositions chroniques aux fractions aliphatiques EC>12-16.

La VTR retenue est la valeur du TPHCWG de 2 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ pour des expositions chroniques aux fractions aliphatiques EC>16-35.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Le préambule suivant est nécessaire au regard des choix de VTR réalisés.

Le rapport de l'INERIS [2003] conseille pour les effets sans seuil, de prendre en compte le seul Excès de Risques Unitaire (ERU) spécifique du benzo(a)pyrène et de lui appliquer les facteurs d'équivalent toxique (FET). Les FET définissent le potentiel relatif d'une substance par rapport à une autre (le benzo(a)pyrène pour les effets cancérigènes).

Concernant le choix de la valeur d'ERU par voie orale pour le benzo[a]pyrène, l'INERIS appuie l'avis de l'AFFSA [2003] et propose de retenir l'ERU_o établi par le RIVM, soit une dose virtuellement sûre de 5 ng/kg p.c/j pour un excès de risque de cancer de 1.10^{-6}, ce qui correspond à un ERU_o de 0,2 $(mg/kg/j)^{-1}$. Le rapport de l'INERIS [2006] précise par ailleurs

que l'étude critique choisie par le RIVM est de bonne qualité et que le modèle mathématique utilisé est bien adapté.

En ce qui concerne le choix entre les différentes tables de FET actuellement disponibles, l'INERIS [2003] propose d'utiliser celle établie par Nisbet et LaGoy en 1992 en attribuant au dibenzo[a,h]anthracène un FET de 1 au lieu de 5.

Les substances ci-après sont classées par ordre alphabétique, à l'exception du benzo(a)pyrène présenté en premier, sa VTR pour les effets sans seuil étant prise en compte pour d'autres HAP.

Benzo(a)pyrène

Effets sans seuil

La VTR retenue est la valeur de 2.10^{-1} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ pour une exposition chronique au benzo[a]pyrène par voie orale.

Sur la base des argumentations développées par l'AFSSA (2003) et reprise par l'INERIS la même année, le choix de l'INERIS réalisé en 2003 est confirmé en 2010.

Trois organismes proposent des VTR pour l'exposition par voie orale pour des effets sans seuil : l'US EPA, l'OEHHA et le RIVM. La valeur de l'US EPA est construite à partir de 3 études anciennes (1967, 1973, 1981) et le risque a été estimé à partir de la moyenne géométrique de 4 « slope factor » obtenus par différentes modélisations. Cette méthode n'est pas retenue comme une méthode solide pour construire des VTR sans seuil.

Les valeurs de l'OEHHA et du RIVM sont construites de manière similaire mais l'étude utilisée par le RIVM est plus récente (1999 versus 1967) et les animaux testés sont des rats (des souris dans l'étude de l'OEHHA). La valeur du RIVM apparaît plus robuste que celle de l'OEHHA. Ce jugement est renforcé par l'indice de confiance du RIVM pour sa valeur (indice de confiance élevé).

Acénaphtylène

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-4} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène et le facteur d'équivalence toxique (FET) proposé par l'INERIS en 2003.

Anthracène

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est la valeur de l'US EPA de 0,3 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$.

Deux organismes proposent une valeur, l'US EPA et le RIVM.

La valeur du RIVM est élaborée pour l'ensemble des hydrocarbures aromatiques comportant de 10 à 16 carbones et qui ne sont pas considérés comme cancérigènes. La valeur de l'US EPA est spécifique de l'anthracène. Toutefois, en raison de la durée de l'étude clef et de la nécessité de prendre un facteur d'incertitude élevé, cette valeur est retenue par défaut.

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-3} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène et le facteur d'équivalence toxique (FET) proposé par l'INERIS en 2003.

Benzo(a)anthracène

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-3} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène et le FET proposé par l'INERIS en 2003.

Benzo(b)fluoranthène

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-2} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène (AFSSA, 2003) et le FET proposé par l'INERIS en 2003.

Benzo(ghi)pérylène

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est la valeur du RIVM de 30 $\mu g.kg^{-1}.j^{-1}$.

Un seul organisme propose une valeur, cette valeur est retenue.

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-3} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène et le FET proposé par l'INERIS en 2003.

Benzo(k)fluoranthène

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-2} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène et le FET proposé par l'INERIS en 2003.

Chrysène

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-3} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène et le FET proposé par l'INERIS en 2003.

Fluoranthène

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est celle de l'US EPA de 0,04 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$.

La valeur du OMS n'est pas une VTR au sens strict du terme, elle n'est pas retenue comme VTR pertinente pour les effets à seuil.

La seule valeur disponible est donc celle de l'US EPA. Cependant, l'ATSDR[37] précise que la valeur de 125 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$ est plutôt un LOAEL du fait de l'apparition d'effet de type néphropathie, augmentation de la salivation et augmentation du taux des enzymes hépatiques ont été observées à cette dose. L'US EPA retient cette valeur comme un NOAEL mais ajoute un facteur supplémentaire d'incertitude sur le manque de données. Ainsi bien que la valeur de l'US EPA n'apparaisse pas aussi robuste que celle de l'ATSDR, elle a été retenue car les facteurs d'incertitude appliqués sont suffisamment sécuritaires, et il s'agit de la seule valeur disponible pour une exposition chronique à du fluoranthène. Cette valeur a donc été retenue pour l'exposition par voie orale.

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-4} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène (AFSSA, 2003) et le FET proposé par l'INERIS en 2003.

Indéno(123-cd)pyrène

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-2} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$ sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène et le FET proposé par l'INERIS en 2003.

Pyrène

Effets à seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 0,03 $mg.kg^{-1}.j^{-1}$.

Pour l'exposition par voie orale pour les effets à seuil, la seule valeur proposée spécifique au pyrène est celle de l'US EPA. L'étude clef ayant servi à la construction de la valeur de l'US EPA est une étude chez le rat pendant une durée de 13 semaines. Ainsi, le facteur d'incertitude utilisé est de 3 000 (10 pour le facteur intra-espèces, 10 pour le facteur inter-espèces, 10 pour la faible durée d'exposition (étude subchronique), et 3 pour prendre en compte le manque de données sur la reproduction et le développement sur une deuxième espèce). Ce facteur d'incertitude est élevé et montre les limites de cette étude clef (durée de l'étude particulièrement). Cette valeur a donc été, par défaut, retenue par l'INERIS.

[37] Pour information, l'ATSDR ne propose qu'une valeur subchronique.

Effets sans seuil

La VTR retenue pour une exposition chronique par voie orale est de 2.10^{-4} $(mg.kg^{-1}.j^{-1})^{-1}$, sur la base de la VTR du benzo(a)pyrène (AFSSA, 2003) et le FET proposé par l'INERIS en 2003.